

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



**Jogos Sérios para Treino e Certificação de
Competências**

Ricardo José Vieira Baptista

Dissertação realizada no âmbito do
Programa Doutoral de Media Digitais

Orientador: Prof. António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho
Co-orientador: Prof. Carlos Vaz de Carvalho

22 de Setembro de 2017

**“Aproveita todas as
bênçãos que recebeste e
honra-as retribuindo.**

Esta vida é a tua viagem.

**Recorda que a
criatividade e a felicidade
está no mundo que crias.**

Cria um que te orgulhes.”

Autor desconhecido

Agradecimentos

Registo o meu agradecimento a todas as pessoas que me ajudaram na concretização deste projeto, com atenção particular:

Ao Professor Doutor António Coelho, o meu orientador, que estou grato pela forma como desde o primeiro dia esteve presente pela sua constante atenção, confiança, orientação e incentivo em todos os momentos passados ao longo destes últimos seis anos.

Ao Professor Doutor Carlos Vaz de Carvalho, o meu coorientador, pelo estímulo contínuo e sábia orientação. Saliento o seu persistente incentivo para eu prosseguir a realização deste trabalho desde o seu início, motivando-me para ultrapassar as dificuldades encontradas durante este percurso.

Aos amigos, Ana Isabel Lopes, Carlos Figueiredo, Daniel Catalão e Rui Nóbrega, que me ajudaram neste trabalho com a sua amizade, presença, disponibilidade e paciência para uma revisão aprofundada da tese, bem como não esquecer o Ricardo Gonçalves, amigo e companheiro de investigação, cuja colaboração foi fundamental para a conclusão do projeto de investigação.

À Carla, a minha esposa e companheira de vida, por acreditar nos meus sonhos e projetos e apoiá-los desde a primeira hora incondicionalmente, partilhando todos os momentos do vaivém da vida.

Ao Paulo Pedro Baptista, o meu pai, pela sua vida, testemunho e apoio incondicional aos projetos dos filhos, sem o qual nunca poderia sonhar subir degrau a degrau do que tenho alcançado. Obrigado e até já.

Resumo

Os jogos digitais podem ser eficazes como ferramentas de aprendizagem, em aplicações que podem ser designadas como Jogos Sérios (SG - *Serious Games*), Jogos para a Aprendizagem (GL - *Games for Learning*) ou Aprendizagem baseada em Jogos (GBL - *Games-Based Learning*).

Os SG caracterizam-se por promoverem um conjunto de desafios de acordo com os objetivos de aprendizagem pretendidos, podendo ser adaptados e/ ou repetidos (permitindo a melhoria pela correção dos erros) de acordo com o nível demonstrado pelo aluno. Na vertente do treino, este aspeto é decisivo na aquisição de conhecimentos, experiências e competências profissionais, não sendo de menor importância aspetos como: ambientes motivadores e envolventes; abordagens para a resolução de problemas e simulação de situações diferentes, e também, corresponder a contextos onde os jogadores podem desenvolver aptidões e competências profissionais.

A eficácia do treino baseado em jogos está diretamente relacionada com o sucesso com que os desafios promovem a aquisição de aptidões e competências, verificando-se não existir um método ótimo para o desenho de jogos.

Até ao momento, a maioria dos trabalhos de investigação e pesquisa desta temática tem sido focada na avaliação do próprio jogo e não na avaliação da aprendizagem dos alunos. A análise do jogador é geralmente realizada no final do jogo utilizando questionários tradicionais.

Neste trabalho propõe-se o Método Triádico de Certificação, que fornece um conjunto de diretrizes que permitem aos *game designers* de jogos sérios orientar este desenvolvimento para a certificação de competências, onde a avaliação decorre no próprio jogo através de aplicações específicas de treino. Esta avaliação *in-game* pode ser conseguida pela utilização das mecânicas do jogo que juntamente com os desafios fornecem um caminho de aprendizagem para a aquisição das competências pretendidas.

Estas orientações são estabelecidas através de uma tríade de componentes: Competências básicas/ Mecânicas / Níveis. São combinadas as competências definidas para cada plano de treino com os desafios concebidos para os jogos sérios num modelo que reflete a aprendizagem segundo as necessidades e níveis estabelecidos.

O modelo proposto promove o equilíbrio entre as partes participantes do processo de certificação, bem como fornece um guião de quatro etapas com um conjunto de novas ferramentas para o desenvolvimento de jogos sérios que possibilitem o treino e certificação de competências através do próprio jogo.

Entre os vários contributos realizados destaca-se, em primeiro lugar, o estudo da correlação entre os géneros de jogos e as competências a desenvolver, trabalho que se revelou fundamental para realizar a ponte entre a experiência bem-sucedida dos SG na aprendizagem e o domínio de um conjunto de competências categorizadas. Assim conseguiu-se identificar qual(is) o(s) género de jogo onde as competências têm sido adquiridas com maior sucesso.

Por último, foi desenvolvido um protótipo relativo ao módulo aplicacional de avaliação designado de *Driving Competences Tools* (DCTOOLS). Esta aplicação permite ser acoplado ao jogo sério para a receção em tempo real de dados do treino e através do processamento dos mesmos, segundo as configurações de treino e métricas de aprendizagem (desempenho), permite visualizar a progressão da aprendizagem e dá feedback visual e auditivo ao aluno do seu comportamento no treino. Esta ferramenta possibilita a configuração dos elementos da aprendizagem pelo professor/ instrutor/ treinador e dos elementos do jogo: mecânicas e parametrizações de dados pelo *game designer*.

Com o presente trabalho de investigação consideramos que há decisivamente uma aquisição de conhecimentos e experiências com os SG porque conseguimos demonstrar com os resultados obtidos que é possível basearmo-nos na avaliação dos resultados obtidos pelo jogador e na sua interação com o jogo para certificar as competências adquiridas pela aplicação do Método de Certificação Triádica no desenvolvimento de SG para o treino de competências. Com este método há a oportunidade de evitar os métodos tradicionais de validação de conhecimentos e competências adquiridas (inquéritos e observações) para assegurar o sucesso da avaliação e certificação da aprendizagem realizada.

Abstract

Digital Games can be effective as learning tools, in applications that can be designated as Serious Games (SG), Games for Learning (GL) or Games-based learning (GBL).

Serious games have emerged in recent years as an interesting alternative to acquiring, training and certifying skills because they can offer a more meaningful and engaging learning experience. Having in mind their rules, behavioral simulation and feedback of players' actions provide a learning environment where mistakes can occur without an impact of real life penalties, as well as the trainees get instant feedback of their actions.

However, for the use of serious games in training validation and certification it is necessary that they be designed and implemented with an appropriate methodology, or even specifies how the gameplay element can be one of the ways to achieve progression and successful effectiveness learning.

Through the literature review it was possible to validate the pertinence of the question, as well as to establish the focus of the research work on the possibility of integrating the evaluation process and consequent certification of knowledge, attitudes and aptitudes in the context of game-based learning according to norms that describe and systematize student performance measurement.

In this research, it was intended to contribute to the design and development process of SG in a methodological perspective of acquisition of new valences of evaluation and certification for the training of competences, with interaction between the game designer and the teacher / instructor / coach, aiming to find the mechanisms and elements of the games necessary so that the evaluation can be integrated with more precision and efficiency, in a certain number of tasks.

The in-game Triadic Certification Method is the main contribution of the work, composed in a four-step sequence that enables the unification of the process of collaboration between the actors involved in the development of digital games and the actors with knowledge and competence in the specific areas of the training and certification.

The developed method has a component: the Triadic Certification Model that convenes the SG design for the acquisition of competences based on the balance between its three components: identified skills and competences (basic

competencies), the mechanics and challenges based on gender game (mechanics) and training levels (reality). In this way, we can graphically show the construction of the balance between the axes: the basic competences, the mechanics and the reality, describing the progression of the acquisition of a competence throughout the various training levels and through which mechanics.

Among the several contributions made, it highlights the study of the correlation between the game genres and the skills to be developed, which has been fundamental to bridge the gap between the successful experience of the SG in learning and the domain of a set of categorized skills. In this way, it was possible to identify which game genre (s) where skills have been acquired with greater success.

Finally, a prototype was developed to the assessment module, called *Driving Competences Tools* (DCTOOLS). This application allows to be coupled to the SG for training data real-time reception and through it's processing, according to training settings and learning metrics (performance), allows visualizing the progression of learning and gives both visual and auditory feedback to the student's behavior in training. This tool allows the configuration of the elements of the learning by the teacher / instructor / coach and the elements of the game: mechanics and parameterizations of data by the game designer.

With the present investigation, we consider that there is decisively an acquisition of knowledge and experiences with the SG because we have been able to demonstrate with the obtained results that it is possible to be based on the evaluation of the results obtained by the player and in his interaction with the game to certify the competences acquired through the application of the Triadic Certification Method in the SG development to competences training. With this method, there is an opportunity not to resort to traditional methods of validating knowledge and skills acquired (surveys and observations) to ensure the learning success on both assessment and certification.

Palavras-chave:

Jogos Sérios, Competências e Aptidões, Aprendizagem baseada em Jogos, Certificação, avaliação “*in-game*”, taxonomia de jogos

Keywords:

Serious Games, Competencies and Skills, Game-Based Learning, Certification, “in-game” Assessment, Games Taxonomy

Índice

Capítulo 1	1
Introdução	1
1.1. Definição do problema e questões de investigação	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Contribuições	3
1.4. Estrutura do documento	6
Capítulo 2	7
Jogos.....	7
2.1. Brinquedo, Jogo e Jogar	8
2.2. Jogos	11
2.3. Jogos Digitais	15
2.3.1. Taxonomias de jogos digitais	18
2.4. Jogos sérios	23
2.4.1. Conceitos e taxonomias	23
2.4.2. Motivação como chave de sucesso dos jogos sérios	26
2.4.2.1. Motivação intrínseca	27
2.4.2.2. Motivação extrínseca	29
2.4.3. Taxonomias e classificações	29
2.4.4. Aprendizagem baseada em jogos	32
2.4.5. Avaliação na aprendizagem.....	35
2.4.5.1. Avaliação da aprendizagem digital	37
2.4.5.2. Desenho da avaliação em jogos sérios	45
2.4.5.3. Considerações finais sobre o desenho e avaliação da aprendizagem com jogos	54
Capítulo 3	57
Treino e certificação de competências.....	57
3.1. Conceitos básicos	58
3.2. Aptidões.....	62
3.3. Estruturas de referência de aptidões e competências	64
3.3.1. Matrizes de aptidões e competências	64
3.3.1.1. Quadro Europeu de Qualificações	65
3.3.1.2. Quadro de referência Australiano de Qualificações	69
3.3.1.3. Quadro de competências educacionais	70
3.3.2. Mapa de competências	75
3.4. Certificação.....	75
Capítulo 4	81
Método de certificação triádica	81
4.1. Design do jogo: o mapa e o explorador.....	82
4.2. Relação entre a taxonomia de jogos e o desenvolvimento de competências 84	
4.3. Arquitetura do Método de Certificação Triádica	90
4.3.1. Método de certificação triádica.....	92

4.3.2. Passo 1: Analisar situações e cenários para o treino e certificação	93
4.3.2.1. Ferramentas a utilizar	94
4.3.3. Passo 2: Mapeamento de competências	98
4.3.3.1. Ferramentas a utilizar	101
4.3.4. Passo 3: Selecionar o género de jogo	102
4.3.4.1. Ferramentas a utilizar	104
4.3.5. Passo 4: Modelo de Certificação Triádica	105
4.3.5.1. Ferramentas a utilizar	111
4.3.6. Métricas (Analytics) do modelo de certificação triádica	112
4.3.6.1. Métricas de Aprendizagem	112
4.3.6.2. Métricas para a avaliação do desempenho.....	115
Capítulo 5	121
Caso de estudo.....	121
5.1. Aquisição de licença de condução automóvel	121
5.2. Contexto do caso de estudo.....	123
5.3. Descrição do Método de Certificação Triádica	129
5.3.1. Passo 1: Analisar situações e cenário de treino e certificação	129
5.3.2. Passo 2: Mapeamento das competências	145
5.3.3. Passo 3: Selecionar o género de jogo	146
5.3.4. Passo 4: Construção do modelo de certificação triádico.....	148
5.4. Implementação do protótipo.....	152
5.4.1. Driving Simulation (DRiS)	153
5.4.2. Arquitetura do módulo do sistema de certificação	156
5.5. Métodos de estudo, recolha e tratamento de dados	165
5.5.1. Recolha de dados	165
5.5.2. Tratamento de dados.....	166
5.5.3. Resultados e discussão	168
5.5.3.1. Resultados da competência da velocidade	170
5.5.3.2. Resultados da competência do controlo de viatura dentro da via ..	176
5.5.3.3. Resultados da competência de aproximação a cruzamentos e entroncamentos com sinalização.....	180
5.5.3.4. Resultados globais do desempenho das competências	187
Capítulo 6	193
Conclusões e trabalho futuro	193
6.1. Conclusões da investigação	193
6.2. Trabalho Futuro.....	196
Referências.....	197
Anexos	215
Anexo I - Lista de jogos sérios utilizados no estudo entre taxonomia de jogos e competências.....	217
Anexo II - Matriz de correlação entre taxonomia de géneros de jogos e referencial de competências	231
Anexo III - Transcrição da conversa com instrutor de condução.....	235
Anexo IV - Mapeamento dos tópicos de competências, de aprendizagem e tarefas do treino prático de condução	241
Anexo V - Descrição da implementação dos trajetos rodoviários no simulador de condução (DRiS).....	261

Anexo VI - Descrição dos trajetos rodoviários implementados no simulador de condução (DRiS)	267
Anexo VII - Formulário da informação do participante.....	273
Anexo VIII - Declaração de consentimento	277
Anexo IX - Dados recolhidos nos testes do caso de estudo	281
Anexo X - Cálculos da elaboração dos histogramas e curva de distribuição normal dos dados.....	285
Anexo XI - Extended Abstract of Ph.D. thesis carried out under the Doctoral Program in Digital Media	291

Índice de figuras

Figura 2.1 - Estrutura de decisão que distingue o jogo de outros conceitos ou objetos segundo Crawford (1984).	13
Figura 2.2 - Taxonomia de Jogos Sérios de Ben Sawyer & Peter Smith (2008).....	30
Figura 2.3 - O modelo CRESST de aprendizagem: conjunto de exigências cognitivas (adaptado de Baker & Mayer (1999)).....	44
Figura 2.4 - Triângulo de avaliação baseado em evidências, adotado de “National Resource Council”.	46
Figura 2.5 - “Framework” das 4 dimensões de Freitas aplicada no desenho de jogos para a aprendizagem (adaptado de S. De Freitas & Oliver, 2006).....	47
Figura 2.6 - “Framework” triádica de desenho de jogos de Harteveld (adaptado de Harteveld, 2011)	48
Figura 2.7 - “Framework” MDA (mechanics, dynamics, and aesthetics) de Hunicke e Marc LeBlanc (adaptado de Hunicke et al., 2004).	49
Figura 2.8 - “Framework” DPE expandida adaptada de Brian Winn (2009).	50
Figura 2.9 - Modelo de jogo experimental adaptado de K. Kiili (2006) para colmatar a lacuna entre o desenho do jogo e a pedagogia.	51
Figura 2.10 - Modelo de desenho de ambientes efetivos de aprendizagem adaptado de Song (2008)	53
Figura 3.1 - Quadro referencial australiano para as qualificações (origem: http://www.aqf.edu.au/).....	70
Figura 3.2 - Quadro de Competências Educacionais adaptado dos Fatores de sucesso educacionais da Microsoft (Microsoft, 2006b).....	72
Figura 3.3 - O processo de certificação de competências.	78
Figura 4.1 - Representação da arquitetura do método triádico de certificação com a representação das ferramentas utilizadas e objetivos definidos	91
Figura 4.2 - Diagrama caso de uso demonstrativo dos passos da metodologia e repetitivos atores.....	93
Figura 4.3 - Comparativo do Top 10 de competências de 2020 e de 2015 apresentado no relatório “ <i>Future of Jobs Report</i> ” - <i>World Economic Forum</i>	100
Figura 4.4 Modelo de certificação triádica para o treino de guias turísticos locais.	107
Figura 4.5 - Estrutura de configuração do módulo aplicativo de certificação	111
Figura 4.6 - Ciclo de “ <i>Learning Analytics</i> ” (adaptado de Clow (2012)).....	115
Figura 4.7 - Arquitetura da validação de desempenho baseado no Score	118
Figura 5.1 - Diagrama de caso de uso em UML aplicado ao treino de competências	136
Figura 5.2 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição de tópico de competência: velocidade e adaptação ao veículo	138

Figura 5.3 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição de tópico de competência: controlo total do veículo	139
Figura 5.4 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição de alguns tópicos de aprendizagens da competência	140
Figura 5.5 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição da aprendizagem da aproximação e cedência de passagem em cruzamentos	141
Figura 5.6 - Mapeamento dos objetivos de aprendizagem com a sinalização através dos vários trajetos.	143
Figura 5.7 - Grafismo dos trajetos planeados para o treino.....	144
Figura 5.8 - Grafismo dos trajetos planeados para a avaliação.....	145
Figura 5.9 - Grelha resumida com destaque das competências identificadas para o cenário de treino	147
Figura 5.10 - Mapeamento dos treinos (trajetos) com o nível de competência adquirido através das mecânicas identificadas pela taxonomia de jogos	151
Figura 5.11 - Arquitetura geral do simulador DriS	154
Figura 5.12 - Imagens relativas à sala de simulação e do posto de condução	154
Figura 5.13 - Interface principal da ferramenta de configuração dos elementos de treino.....	157
Figura 5.14 - Configuração do referencial de competências a associar ao treino pelo treinador.....	158
Figura 5.15 - Interface de definição das tarefas enquadradas com os níveis de treino (atividades) e as métricas de avaliação da sua execução.	159
Figura 5.16 - Diagrama explicativo da interligação dos conceitos chave do treino de competências.....	160
Figura 5.17 - Interface disponível ao <i>designer</i> do SG para definir quais as métricas que serão recebidas bem como as mecânicas implementadas.....	161
Figura 5.18 - Interface disponível para a visualização dos dados em tempo real e da evolução da aprendizagem através dos vários parâmetros associados ao plano de treino.....	161
Figura 5.19 - Interface da configuração do plano de feedback.....	162
Figura 5.20 - Interface de feedback visual com diversas indicações relativas ao treino tais como: tempo de treino, distância percorrida, evolução das competências propostas, entre outras	163
Figura 5.21 - Diagrama conceptual de classes em UML	164
Figura 5.22 - Comparativo dos histogramas relativos ao treino e a avaliação da componente da velocidade para verificação da distribuição normal da amostra	171
Figura 5.23 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos nas componentes de treino e avaliação quanto à competência de velocidade	172
Figura 5.24 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência de velocidade.....	173
Figura 5.25 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência de velocidade	174

Figura 5.26 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário ≤ 23 anos na competência de velocidade.....	175
Figura 5.27 - Comparativo dos histogramas relativos ao treino e a avaliação da componente do controlo da viatura dentro da via para a verificação da distribuição da amostra	176
Figura 5.28 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos no treino e avaliação quanto à competência de controlo da viatura na faixa de rodagem.....	177
Figura 5.29 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência de controlo da viatura na faixa de rodagem	178
Figura 5.30 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência de controlo da viatura na faixa de rodagem ...	179
Figura 5.31 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário ≤ 23 anos na competência de controlo da viatura na faixa de rodagem.....	179
Figura 5.32 - Tabelas de frequência do treino e a avaliação da componente de aproximação a cruzamentos e entroncamentos com sinalização em duas situações distintas	180
Figura 5.33 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos nas componentes de treino e avaliação quanto à competência de aproximação a cruzamento e entroncamentos (sinalização STOP)	181
Figura 5.34 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência de paragem da sinalização STOP	182
Figura 5.35 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência de paragem da sinalização STOP.....	183
Figura 5.36 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário ≤ 23 anos na competência de paragem da sinalização STOP	183
Figura 5.37 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos nas componentes de treino e avaliação quanto à competência de aproximação a cruzamentos e entroncamentos	184
Figura 5.38 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência da sinalização de com e sem prioridade	185
Figura 5.39 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência da sinalização de com e sem prioridade	186
Figura 5.40 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário ≤ 23 anos na competência da sinalização de com e sem prioridade	186
Figura 5.41 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho com quatro métricas (1) e a diferenciação entre participantes com sucesso com carta e sem carta (2)	188
Figura 5.42 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho com 3 métricas (1) e a diferenciação entre participantes com sucesso com carta e sem carta (2)	189

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Taxonomia genérica de jogo, adotado de Chris Crawford.....	19
Tabela 2.2 – Categorias de jogos estabelecidas na década de 1990.....	20
Tabela 2.3 – Taxonomia de referência de Jogo.	22
Tabela 2.4 – Categorias para classificar os jogos sérios.....	32
Tabela 2.5 - Aptidões relacionadas com a hierarquia progressiva de aprendizagem de Bloom	40
Tabela 2.6 - O modelo de <i>Gagné's Nine Events of Instruct</i> (adaptado de Becker (2005)).....	41
Tabela 2.7 - O modelo Keller's ARCS para o aumento de motivação na aprendizagem (adaptado de Roodt & Joubert (2009))	42
Tabela 2.8 - Os quatro níveis de avaliação de treino de Kirkpatrick (" <i>Kirkpatrick's four levels of evaluation</i> " (Kirkpatrick , 1996)).....	43
Tabela 3.1 - Tipos de treino segundo Kullkarni (2013)	60
Tabela 3.2 - Quadro Europeu de Qualificações.....	67
Tabela 3.3 - Grelha de Competências Educacionais adaptado para português	74
Tabela 4.1 - Resumo dos jogos analisados por género e subgénero	87
Tabela 4.2 - Sumário de aptidões privilegiadas por género e subgénero	89
Tabela 4.3 – Estratégia de " <i>CRAWL-WALK-RUN</i> ".	96
Tabela 4.4 – Benefícios do desenvolvimento com a METL.	97
Tabela 4.5 – Mapeamento dos níveis de treino para o modelo de certificação triádica	110
Tabela 5.1 - Matriz GDE adaptada com objetivos teóricos e práticos de aprendizagem	125
Tabela 5.2 - Especificação dos objetivos por componentes de ensino e níveis GDE	128
Tabela 5.3 Resumo das fases de aprendizagem apresentadas pelo instrutor	131
Tabela 5.4 Tabela de interligação dos trajetos por competências	144
Tabela 5.5 – Mapeamento das mecânicas de jogo pelas competências de treino para o modelo de certificação triádica.	149
Tabela 5.6 – Mapeamento da utilização do feedback ao aluno nos vários trajetos definidos (treino e avaliação).	153
Tabela 5.7 Descrição dos participantes	168
Tabela 5.8 - Tabelas resultado da análise da consistência interna dos dois grupos de dados diferenciados pelo significado dos valores obtidos	169
Tabela 5.9 - Tabela de referência de consistência interna pelo coeficiente α de Cronbach, adaptado de Davidshofer & Murphy (2005, p. 89).....	169

Tabela 5.10 - Resumo dos resultados bem-sucedidos das competências envolvidas
no teste 190

Capítulo 1

Introdução

Atualmente a indústria dos jogos de computador é uma das mais importantes e rentáveis a nível global. Os jogos estenderam-se a todos os grupos etários, não se limitando às gerações mais novas, e a ambos os géneros.

Em paralelo, o uso de jogos para promover e/ou reforçar a aprendizagem (*Game-Based Learning* - GBL) tem vindo cada vez mais a assumir um papel relevante: vários contributos da comunidade científica demonstraram a potencialidade dos jogos enquanto ferramentas de aprendizagem, quer quando os jogos são desenhados e desenvolvidos expressamente com esse objetivo quer quando há uma reorientação de objetivos de jogos comerciais. Em todos estes casos foi aproveitada e explorada a capacidade dos jogos de motivar os jogadores, de promover a sua capacidade de resolução de problemas e de facilitar a colaboração e a competição entre eles para criar contextos de aquisição de conhecimentos e de desenvolvimento de competências pessoais.

As vantagens e contribuições relevantes do GBL foram analisadas em diferentes áreas disciplinares como as Línguas ou as Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemáticas (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* - STEM); em diversos níveis de ensino como o ensino básico e secundário, o ensino profissional e o ensino superior; e em contextos distintos como a sala de aula formal, ações de treino ou formação e processos de aprendizagem não formal e mesmo informal.

Nestes jogos os alunos/jogadores são confrontados com desafios e são avaliados segundo os resultados obtidos. Contudo, esta avaliação não se traduz, por si só, num título ou num certificado válido/reconhecido. Para obter esse reconhecimento os alunos precisam de provar os seus conhecimentos e aptidões através de outro processo

de avaliação tradicional, sumativo, como sejam exames teóricos e/ou práticos. Por isso podemos considerar que embora os jogos já suportem (até de forma sistemática) a aprendizagem, o processo de avaliação dos conhecimentos e competências adquiridos por esta forma ainda apresenta muitas lacunas. Como acreditamos que o processo de validação de competências pode ocorrer dentro do próprio jogo, este trabalho de investigação tem como objetivo principal desenhar, definir e validar uma metodologia de desenvolvimento de jogos sérios (educativos) que integre as componentes de treino, avaliação e certificação de competências. Assim será possível responder à seguinte questão: será possível basearmo-nos na avaliação dos resultados obtidos pelo jogador na sua interação com o jogo para certificar as competências por ele adquiridas?

1.1. Definição do problema e questões de investigação

A revisão da literatura permite fundamentar a pertinência das questões de investigação. Para enquadrar o presente trabalho partiu-se da análise dos sistemas de avaliação integrados em GBL, identificando as hipóteses já provadas de forma a corresponder ao foco científico do presente trabalho:

É possível integrar o processo de avaliação e a consequente certificação de conhecimentos e competências no contexto da aprendizagem baseada em jogos? Em particular, quando este processo se rege segundo normas específicas que descrevem e sistematizam a medição do desempenho do aluno.

A partir deste problema, identificaram-se quatro questões de investigação específicas:

- Q11.** Existe alguma relação entre os géneros de jogos e o treino de competências específicas?
- Q12.** Quais os aspetos específicos do *design* de jogos sérios que favorecem a avaliação da aprendizagem e treino de competências do jogador quando estas estão baseadas em estruturas referenciais de competências/aptidões?
- Q13.** Será possível identificar um método para a certificação de competências utilizando jogos sérios, partindo de um *game design* que já leve em linha de conta os objetivos de aprendizagem e as métricas de desempenho para essa certificação?

QI4. Como integrar as métricas de aprendizagem (*Learning Analytics*) para o sistema de avaliação *in-game* medir corretamente o desempenho do jogador no treino de competências?

Com este conjunto de questões de investigação pretende-se analisar detalhadamente o projeto e o desenvolvimento de jogos sérios para que os objetivos de aprendizagem predefinidos possam ser corretamente operacionalizados.

1.2. Objetivos

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo principal definir um método para o projeto de jogos sérios, que possibilite assegurar o mapeamento dos objetivos de aprendizagem nos desafios do jogo.

Como objetivo adicional, propõe-se estabelecer uma matriz comparativa entre géneros de jogo e um referencial de treino de competências que permita identificar as mecânicas de jogo mais apropriadas para suportar o objetivo anterior.

Finalmente, pretende-se ainda implementar a componente de avaliação *in-game* através de um processo de *Learning Analytics* que testará os resultados de acordo com os objetivos, metas esperadas, atividades e métricas de desempenho.

1.3. Contribuições

Após a conclusão do trabalho de validação do Método de Certificação Triádica *in-game* (TCM - *Triadic Certification Method*) podemos considerar que há contribuições relevantes resultantes dos objetivos definidos inicialmente.

Neste trabalho de investigação, pretendeu-se contribuir para o processo de *design* e desenvolvimento de jogos sérios numa perspetiva metodológica de aquisição de novas valências de avaliação e certificação para o treino de competências, com interação entre o *game designer* e o professor/instrutor/treinador, tendo como objetivo encontrar os mecanismos e elementos dos jogos necessários para que a avaliação possa ser integrada com mais precisão e eficiência, num determinado número de tarefas.

O método composto numa sequência de quatro passos possibilita a unificação do processo de colaboração entre os atores envolvidos no desenvolvimento de jogos digitais e os atores com conhecimento e competência nas áreas específicas do treino e da certificação.

Entre os vários trabalhos realizados destaca-se o estudo da correlação entre os géneros de jogos e as competências a desenvolver, trabalho que se revelou fundamental para realizar a ponte entre a experiência bem-sucedida dos jogos sérios na aprendizagem e o domínio de um conjunto de competências categorizadas. Assim conseguiu-se identificar qual(is) o(s) género de jogo onde as competências têm sido adquiridas com maior sucesso.

O Método de Certificação Triádica é o contributo fundamental para assegurar a qualidade do processo de desenvolvimento dos jogos, validado através de um caso de estudo: o treino e aquisição de competências no ensino de condução automóvel.

Por último, foi desenvolvido um protótipo relativo ao módulo aplicacional de avaliação designado de *Driving Competences Tools (DCTOOLS)*. Esta aplicação permite ser acoplado ao jogo sério para a receção em tempo real de dados do treino e através do processamento dos mesmos, segundo as configurações de treino e métricas de aprendizagem (desempenho), permite visualizar a progressão da aprendizagem e dá feedback visual e auditivo ao aluno do seu comportamento no treino. Esta ferramenta possibilita a configuração dos elementos da aprendizagem pelo professor/instrutor/treinador e dos elementos do jogo: mecânicas e parametrizações de dados pelo *game designer*.

Ao longo do trabalho de investigação estas contribuições foram publicadas através de artigos em congressos e revistas internacionais. A lista seguinte apresenta os artigos publicados até à presente data:

- Revistas
 - Janusz Będkowski, Karol Majek, Michal Petka, Andrzej Masłowski, Antonio Coelho, Ricardo Goncalves, Ricardo Baptista and Jose Manuel Sanchez (2017). ICARUS Training and Support System, Search and Rescue Robotics - From Theory to Practice, (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/intechopen.69496. Available from: <https://www.intechopen.com/books/search-and-rescue-robotics-from-theory-to-practice/icarus-training-and-support-system>
 - Baptista, Ricardo, Coelho, António & Vaz de Carvalho, Carlos: "Relation Between Game Genres and Competences for In-Game Certification." *Serious Games, Interaction and Simulation*. Springer International Publishing, 2016, pp.28-35.
 - Baptista, R., Nóbrega, R., Coelho, A. & Vaz de Carvalho, C.: Juegos para la certificación de guías turísticos de espacios urbanos. *Revista Novatica*, XL (230), 2014, pp. 64-70.

- Baptista, R. & Vaz de Carvalho, C.: TimeMesh - A Serious Game for European Citizenship. EAI Endorsed Transactions on Serious Games Vol. 1, nº1, 2013.
- Conferências internacionais
 - Baptista, R.; Coelho, A. & Vaz de Carvalho, C.: Relation Between Game Genres and Competences for In-game Certification. In Proceeding of 9th European Conference Game Based Learning (ECGBL 2015), Steinkjer, Norway, October 8-9, 2015.
 - Baptista, R.; Coelho A. & Vaz de Carvalho, C.: Relationship Between Game Categories and Skills Development: Contributions for Serious Game Design. In Proceeding of 5th EAI International Conference on Serious Games, Interaction and Simulation, Novedrate, Italy, September 16-18, 2015.
 - Baptista, R.; Nóbrega, R.; Coelho, A. & Vaz de Carvalho, C.: Location-Based Tourism in-Game Certification. In Proceeding of 9th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2015), Madrid, Spain, March 2-4, 2015. ISBN: 978-84-606-5763-7
 - Goncalves, R.; Baptista, R.; Coelho, A.; Matos, A.; Vaz de Carvalho, C.; Bedkowski, J.; Musialik, P.; Ostrowski, I. & Majek, K.: A game for robot operation training in search and rescue missions, In Proceeding of 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV14), Porto, Portugal, February 26-28, 2014, pp. 262-267. doi: 10.1109/REV.2014.6784272.
 - Baptista, Ricardo; Goncalves, R.; Coelho, António & Vaz de Carvalho, Carlos: Methodology for Creating a Competences Certification Correlation Matrix. In Proceedings of 6th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2013), Seville, Spain, 2013. ISBN 978-84-616-3847-5
 - Baptista, Ricardo; Coelho, António & Vaz de Carvalho, Carlos: Methodology for In-Game Certification in Serious Games. In Proceedings of 5th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN13), Barcelona, Spain, 2013, pp. 3152-3162. ISBN: 978-84-616-3822-2.

1.4. Estrutura do documento

Além do capítulo de introdução, esta dissertação contém mais quatro capítulos.

No segundo capítulo é realizada a revisão da literatura das temáticas relativas ao tema da tese, onde foi abordada a temática dos jogos digitais, em focando-se nas definições, taxonomias e aplicações. Em segundo lugar, a análise em particular dos jogos educacionais, enquadrados nos Jogos Sérios, onde é abordada para além da taxonomia, a questão da motivação como chave do sucesso dos jogos sérios e aprendizagem baseada em jogos. Por último, relativamente à revisão da literatura abordamos a temática da avaliação na aprendizagem, onde procuramos identificar e destacar os pontos fortes das diferentes opções quer para a avaliação da aprendizagem em jogos sérios, quer para o desenho da própria avaliação nos jogos.

No terceiro capítulo são apresentados conceitos relacionados com o treino de competências e o processo de certificação. Procuramos identificar um conjunto de matrizes de competências existentes de referência na área da aprendizagem e treino, bem como clarificar alguns aspetos relativos ao processo de certificação.

O capítulo quatro descreve o Método de Certificação Triádica em quatro passos, com as definições dos elementos constituintes, técnicas e ferramentas necessárias para concretizar cada uma das etapas. Este capítulo tem ainda mais dois contributos: o estudo da relação entre a taxonomia de jogos e o desenvolvimento de competências e um exemplo prático para a obtenção do Modelo de Certificação Triádica.

No capítulo cinco é descrito o caso de estudo do treino e certificação de competências no ensino de condução automóvel com a descrição do contexto do mesmo quando ao processo de aprendizagem, a descrição da aplicação do Método de Certificação Triádica, a implementação do protótipo realizada e, por último, é realizada a discussão dos resultados obtidos.

Finalmente, o documento encerra com as conclusões e o trabalho futuro planeado.

Capítulo 2

Jogos

Neste capítulo, analisamos o estado da arte dos jogos digitais, e em particular dos jogos sérios. O ponto de partida passa por compreender a importância dos jogos na evolução integral das crianças, e que serve de pressuposto para a grande aceitação que os jogos digitais têm em diferentes áreas e faixas etárias, nomeadamente no divertimento, no ensino e na formação.

A utilização de jogos digitais para propósitos sérios (Jogos Sérios) tem um elevado potencial no suporte da aprendizagem. A partir de mundos virtuais enriquecidos, i.e., com elementos motivadores e cativantes, é possível criar atividades capazes de desenvolver aspetos relacionados com a aprendizagem concetual, cooperação e participação prática, bem como a aptidão para a resolução de problemas.

Num primeiro momento, a utilização dos jogos digitais na aprendizagem foi realizada pela adaptação de jogos comerciais existentes, cujo foco estava mais no entretenimento. Contudo, com o incremento do interesse neste tipo de utilização tornou-se numa mais-valia a sua implementação de raiz com conteúdos direcionados para fins educativos, abrangendo um maior leque de práticas educacionais. Esta metodologia, conhecida como Aprendizagem Baseada em Jogos, *Game-Based Learning* (GBL), abrange vários géneros, características e implicações no comportamento humano que podem ser aplicados a um contexto tão particular como o da educação. Na última década foram desenvolvidos vários estudos que implementam sistemas de aprendizagem baseada em jogos na procura de resultados efetivos que confirmem as

vantagens desta abordagem (Connolly, Boyle, & Stansfield, 2009; Egenfeldt-Nielsen, 2005; Prensky, 2003; Yang, 2012). Entre as teorias mais conhecidas destacamos a aprendizagem situacional (Lave & Wenger, 1991).

Neste capítulo iremos apresentar os conceitos, contribuições e outros aspetos dos jogos aplicados a diversos contextos de aprendizagem, bem como o potencial deste tipo de jogos em ambiente digital e os principais contributos ao nível da educação.

2.1. Brinquedo, Jogo e Jogar

Neste subcapítulo pretendemos apresentar os conceitos essenciais da temática dos jogos e outras contribuições que se relacionem com a sua utilização como espaço de interação com o meio, exercício das potencialidades do indivíduo, ou ainda como suporte ao funcionamento do pensamento e aquisição de conhecimento social e emocional.

Os autores Queiroz & Martins (2002) afirmam que:

“... brincar implica uma proposta criativa e recreativa de carácter físico ou mental, desenvolvida espontaneamente, cuja evolução é definida e o final nem sempre previsto. Quando sujeito a regras, estas são simples e flexíveis e o seu maior objetivo é a prática da atividade em si. Jogar é uma forma de comportamento organizado, nem sempre espontâneo, com regras que determinam duração, intensidade e final da atividade. É importante lembrar que o jogo tem sempre um resultado: a vitória, o empate ou a derrota”.

Há três conceitos, o brinquedo, a brincadeira e o jogo, que estão fortemente relacionados com a coordenação motora, o raciocínio, as relações sociais, o envolvimento, bem como com o fortalecimento dos vínculos coletivos. Quem joga, sejam crianças ou indivíduos de qualquer faixa etária, sente-se ligado àquela realidade, pelo que o seu desenvolvimento comportamental é afetado, mesmo que a sua ação (i.e., jogar) possa não estar diretamente ligada ao processo de aprendizagem em contexto educacional.

Cada um destes conceitos tem a sua própria definição:

- **Brinquedo:** “objeto destinado a divertir uma criança” para Bertoldo (2000) ou “suporte para a brincadeira” para Kishimoto (1994).
- **Brincadeira:** “ação de brincar, divertimento ou gracejo” (Bertoldo & others, 2000) ou “é uma atividade que se distingue por pouca ou nenhuma

estruturação e utilização de regras tanto coletivamente quanto individualmente” (Kishimoto, 1994)

- **Jogar:** é uma atividade estruturada baseada em regras
- **Jogo:** “é uma atividade mais estruturada e estabelecida por um princípio de regras mais explícitas” que integra tanto o objeto quanto a brincadeira (Kishimoto, 1994) ou “ação de jogar” (Bertoldo & others, 2000)

Segundo Miranda (Sheehan, Deitz, Bray, Harris, & Wong, 2004), as definições apresentam claramente diferenças. Onde o jogo pressupõe uma regra, o brinquedo é um objeto manipulável e a brincadeira/divertimento não é mais do que o ato de brincar com o brinquedo ou mesmo com o jogo em recriação. No entanto, importa aprofundar mais estes conceitos no sentido de se compreender o âmbito de intervenção de cada um deles na temática global dos jogos, nomeadamente no que diz respeito ao seu carácter pedagógico e de apoio ao desenvolvimento do indivíduo.

Para o autor Kishimoto (1994), um brinquedo corresponde ao objeto suporte da brincadeira e pode assumir duas categorias distintas: estruturado ou não estruturado. À primeira correspondem os objetos que são adquiridos como prontos para utilização. Exemplo disso são os carros, bonecas, piões, entre outros. Na segunda categoria encontram-se os objetos não industrializados, ou seja, objetos que nas mãos das crianças adquirem novos significados podendo tornar-se num brinquedo. Como exemplo olhemos para um simples pau que pode transformar-se num cavalinho. Assim, dependendo da origem ou alteração criativa produzida sobre o objeto, este adquire determinada categoria.

Em relação aos outros dois conceitos fundamentais: Jogar (*Play*) e Jogo “Game”, embora possam estejam relacionados, têm diferentes significados ao nível do contexto e das circunstâncias de aplicação, como afirma o autor David Parlett (1999) “há uma clara distinção entre as duas palavras pois são duas ideias separadas com relação, mas com significados distintos”.

Do ponto de vista léxico-linguístico, o dicionário Oxford Pocket Dictionary (Manser & McGauran, 1991) na entrada “Play” é definido como o tomar parte do jogo, como participante. Pode-se assumir que este conceito implica movimento ou uma ação explícita e intencional, pelo qual se procura obter o melhor desempenho. Esta definição pode ser enquadrada com o significado de brincadeira. Quando esta se refere a crianças tem alguma estruturação e utiliza regras. Segundo David Whitebread & outros (2012), “*Play*”, em toda a sua diversidade é uma das maiores conquistas do ser

humano, comparável com a língua, cultura e tecnologia. O ato de jogar assume esta grandeza porque sem essa conquista, nenhuma das outras conquistas seria possível.

O valor do “*Play*” tem vindo a alcançar um maior reconhecimento pelos investigadores devido aos seus fatores críticos associados ao desenvolvimento de determinadas aptidões, principalmente nas crianças. Estes fatores que derivam da interação como meio de acomodação e assimilação da realidade (Piaget), da empatia das interações face a face (Denzin) (Bomtempo, 1999), desenvolvem capacidades físicas, verbais e intelectuais tornando as crianças capazes de enfrentar certos desafios futuros.

No que se refere ao segundo conceito, “*Game*”, Salen & Zimmerman (2004) define-o como um sistema com jogadores envolvidos num conflito artificial, definido por regras cujo resultado é quantificável. Se analogamente verificar a entrada no dicionário *Oxford Pocket Dictionary* (Manser & McGauran, 1991), esta contém os seguintes significados: atividades e desportos. O léxico da palavra vai no sentido do conceito apresentada, porque os significados implicam a conceção de regras em que participantes ou equipas competem entre si. Este confronto ou competição tem regras estabelecidas para restringir o próprio contexto ambiental, permitindo algum ajustamento no próprio ambiente, mesmo que pontualmente. Contudo, o ajustamento no próprio momento não é de todo aplicável na maioria das competições, como exemplo as desportivas, onde todos os praticantes da modalidade se regem por regras universais.

Genericamente, o jogo está associado a um reduzido número de regras, que se pretendem de fácil compreensão e aplicação. Seja qual for o jogo, é reconhecido nos participantes o desejo de obtenção da vitória, sendo este aspeto tão essencial quanto o conjunto de regras que estabelece o contexto de competição.

Procurando definir o Jogo, considerámo-lo como sendo um conjunto de metas estruturadas ou semiestruturadas que os jogadores procuram alcançar com sucesso, seguindo as regras estabelecidas, através da realização das atividades ou desafios propostos. A situação de incumprimento destas regras é considerada uma falha ou erro, com consequências, que em caso extremo pode levar à derrota/exclusão do jogo. Para além das regras e metas, o jogo pode envolver um leque variado de participantes que agem em colaboração ou competição com jogador.

Após a clarificação dos conceitos, provando quão distintos são entre si, há a salientar um elemento, que abarca todos eles (Miranda, 2001): o lúdico. Este elemento funciona como um ingrediente indispensável ao relacionamento entre as pessoas, que permite que a criatividade seja explorada. O lúdico é um conceito cuja definição

corresponde à componente do comportamento humano relacionado com o jogo, porque jogador participa numa atividade envolvente e que dá prazer em atingir ao que se propõe.

Concluindo, ambos os conceitos, *Play* e *Game* ajudam a definir o Jogo como um conjunto de ações interativas entre pessoas, com ou sem brinquedos, com uma sequência própria que acontece num determinado tempo e espaço, e na qual todos se encontram envolvidos num contexto de aprendizagem.

2.2. Jogos

Neste tópico apresentamos a perspetiva de vários autores sobre jogos abordando alguns aspetos fundamentais mais salientes, com o objetivo de obter a nossa própria definição.

Os jogos já fazem parte da humanidade desde os tempos pré-históricos, marcando e acompanhando a sociedade. Neste sentido, podemos afirmar que a evolução dos jogos reflete as relações culturais, económicas e políticas de cada época. Segundo Kishimoto (1994), o jogo assume a imagem e o sentido que cada sociedade lhe atribui, ou seja, dependendo do lugar e da época o jogo assume diferentes significados ou aceções. Por exemplo, se o consideramos como produto ou artefacto da cultura humana, este reflete uma série de necessidades, desejos e usos, enquanto como produtos da cultura do *design* este reflete uma série de inovações tecnológicas, materiais, formais e de preocupações económica (Salen & Zimmerman, 2004).

O jogo na sua estrita definição, segundo Clark C. Abt (1970), é uma atividade entre duas ou mais pessoas independentes que tomam decisões (os decisores) para atingirem os seus objetivos num contexto limitado. O autor destaca quatro elementos-chave: 1) atividade, processo e evento; 2) decisores; 3) objetivos; e 4) contexto limitado. Contudo, é reconhecido que existe uma incongruência nesta definição, pelo facto de que nem todos os jogos são de competição contra alguém, pois também os há colaborativos ou solitários, orientados a um dado objetivo.

Nesta mesma perspetiva da competição, os autores do livro “*The Study of Games*”, Elliot Avedon & Brian Sutton-Smith (1971) afirmam que os jogos são um exercício voluntário de sistemas de controlo associados à competição entre poderes confinados por regras com o objetivo de se produzir um resultado desequilibrado. Num outro livro de Sutton-Smith (2009), “A ambiguidade do jogo”, é referido que o jogo é uma atividade de praticar eventos de duração limitada num contexto específico e também limitado. Com este contributo, o autor procura uma maior coerência entre jogar e

brincar, cuja ambiguidade era prevalente na sua época, reforçando que as atividades têm associadas referências quer contextuais quer temporais através da definição de um conjunto de normas e preceitos, chamando-o de sete retóricas.

Neste itinerário de definições de jogo, não pode deixar de ser apresentado outro especialista do jogo, o antropólogo Johann Huizinga (1949). Com o seu estudo de “*Homo Ludens. A Study of the Play-element in Culture*”, ele colocou a sociedade a refletir sobre o jogo, pela primeira vez, do ponto de vista socioeconómico e cultural, em meados do século XX. Para o autor, o jogo é definido como uma atividade voluntária exercida dentro de determinados limites, quer temporais quer espaciais, e segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias. Há outras ideias importantes incluídas nesta definição de Huizinga no que se refere à dotação do jogo de um fim em si mesmo, ao comportar um sentimento de tensão e alegria e por último, uma clara consciência que o espaço de jogo é diferente do espaço da vida quotidiana.

Este último aspeto é definido pelo autor como o “círculo mágico”, espaço concetual onde tudo acontece sem que haja qualquer consequência fora dele. Portanto, todas as ações dos intervenientes num jogo têm um significado, contudo fora deste mesmo contexto elas perdem qualquer lógica (Dodig-Crnkovic & Larsson, 2005).

Outros autores como Salen & Zimmerman reforçam este conceito afirmando que:

“o círculo mágico de um jogo é onde o jogo acontece. Jogar um jogo significa entrar em um círculo mágico, ou talvez, criar um quando o jogo começa. O círculo mágico de um jogo pode ter uma componente física, como o tabuleiro de um jogo de tabuleiro, ou o campo de uma disputa atlética. Mas muitos jogos não têm limites físicos, o jogo do braço de ferro¹, por exemplo, não requer muito em termos de lugares ou materiais especiais. O jogo simplesmente começa quando um ou mais jogadores decidem jogar” (Salen & Zimmerman, 2004) (p.95).

O sociólogo Roger Caillois expandiu o trabalho de Huizinga com a publicação do livro “*Man, Play and Games*”, onde também apresenta uma definição de jogo. Esta definição contém algumas ideias já referidas anteriormente, mas também introduz diversas outras totalmente novas. O jogo é livre e voluntário, circunscrito no espaço e

¹ Definição in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa: Jogo em que dois adversários, colocados frente a frente, mantendo os cotovelos assentes numa superfície fixa e os braços fletidos e agarrando na mão um do outro, fazem força para que um deles perca o desafio ao bater com as costas da mão na superfície de apoio - em <https://www.priberam.pt/dlpo/bra%c3%a7o+de+ferro>.

no tempo, mas separado da vida quotidiana, sendo orientado por regras. A estas ideias, acrescem outras, tais como as da incerteza em relação ao fim (não determinista), ou ainda de se jogar com o senso do “faz de conta” (imaginário).

Segundo Salen & Zimmerman (2004), a lista de elementos destacada pelos autores Huizinga e Caillois apresenta algumas questões incongruentes, dado que não podemos afirmar que os jogos só o são se verificarem todos os elementos listados, podem existir situações em que o jogo não é voluntário, incerto quanto ao fim, ou mesmo de faz de conta. Será verdade que esta ausência de um ou mais elementos implica que deixa de ser um jogo? Claro que não.

Estas duas contribuições foram importantes para a evolução da definição de jogo. Contudo, apresentaram sempre uma conceção muito alargada quanto ao alcance das atividades do jogo.

Chris Crawford (2003), um pioneiro no projeto de jogos para computador, fala do jogo focando as seguintes qualidades fundamentais: representação, interação, segurança e conflito. No entanto, estes elementos não correspondem propriamente a uma definição, mas sim a um descritivo sobre o jogo. A figura 2.1 apresenta uma seqüência de elementos que quando ligados entre si (vertical) combinam na definição dos jogos. Com este diagrama, o autor apresenta em alternativa à não existência desse elemento outro conceito ou objeto que já existem disponível, mas que não um jogo.

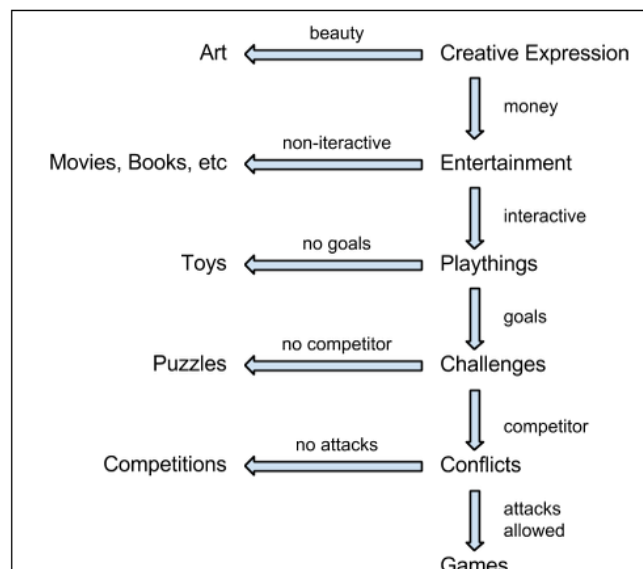


Figura 2.1 - Estrutura de decisão que distingue o jogo de outros conceitos ou objetos segundo Crawford (1984).

Resumidamente, a definição de Crawford apresenta o jogo como uma atividade interativa que beneficia de proveitos financeiros e orientada a objetivos/metapas, em que os atores ativos competem e interferem uns com os outros.

Para terminar esta discussão, na perspectiva dos autores Salen & Zimmerman (2004), o jogo é um sistema no qual os jogadores estão envolvidos num conflito artificial, definido por regras e que determina um resultado quantificável. Esta definição aplicável a todos os tipos de jogos, desde os de computador, vídeo, até aos de mesa/tabuleiro e aos desportos, assume alguns dos elementos já referidos por outros autores. As ideias fundamentais são relativas aos seguintes aspetos: sistema, jogadores, contexto artificial, conflito e regras.

Assim, os autores Huizinga (1949) e Caillois (1955), Juul (2001) e Salen & Zimmerman (2004) através dos diversos estudos e teorias apresentadas, defendem uma aproximação intrínseca do jogo ao indivíduo que se manifesta pela multiplicidade de fatores associados ao desejo individual por um jogo, diferente de indivíduo para indivíduo. Estes fatores diferenciadores refletem-se particularmente na idade, na compreensão do jogo, nos níveis de QI ou na personalidade. Estes elementos são fundamentais para os *designers* do jogo variarem e melhorarem no número e complexidade de objetivos, regras, desafios e participantes para aumentar o prazer no entretenimento de quem joga. Este conceito é fundamental para a temática da aprendizagem com os jogos, a qual será tratada nos tópicos subsequentes deste capítulo.

Concluindo esta discussão podemos afirmar que o jogo não é uma atividade caótica ou sem regras. Na verdade, podemos definir os jogos como contextos estruturados onde os atores (jogadores) têm objetivos claros (com a vitória como o último dos objetivos) que tentam realizar. Os atores enfrentam adversários (personagens ou outros elementos do jogo) e superam desafios, mas sempre respeitando um conjunto de regras bem definidas. Estas especificam como fazer *setup* do jogo, como jogá-lo e como acabá-lo. Em contrapartida, o não cumprimento das mesmas implica necessariamente uma punição ou penalização. Por último, os jogos podem envolver um ou mais jogadores que, quando em grupo, podem agir cooperativamente, e, frequentemente, em competição com outros jogadores ou equipas de jogadores (Batista & de Carvalho, 2008).

2.3. Jogos Digitais

Os “jogos digitais” podem ser definidos como jogado através de um computador ou de outros dispositivos eletrônicos. Esta tecnologia foi considerada neutra, contudo agora os jogos digitais são mais conhecidos nos suportes de computador ou consola (videojogo). Estes começaram por ser exibidos através de um monitor ou televisor como periférico de saída, mas atualmente muitos dos dispositivos podem suportar a visualização (exemplo: Tablets, Smartphones, etc).

A história dos jogos de computador está estritamente relacionada com a evolução do computador pessoal (PC) enquanto os videojogos derivam de equipamentos eletrônicos específicos, inicialmente as máquinas de Arcade e, mais recentemente, as consolas de jogo.

Uma das primeiras referências sobre os jogos de vídeo ou de computador refere-se ao jogo “*Spacewar*”, em 1961, desenvolvido por estudantes do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) tendo utilizado o cálculo estatístico do grande computador DEC PDP-1. Todo o contexto do jogo (personagens, eventos, interação) foi inspirado nos livros de ficção “*Shylark*”. Uma outra referência relevante desta evolução foi o aparecimento do primeiro jogo de aventura para PC em 1976, cujo nome era “*Colossal Cave Adventure*” ou somente “*Adventure*”. Dadas as características dos equipamentos daquela época, o jogo era baseado em texto e sem qualquer tipo de imagem (D. Myers & others, 1990).

No início dos anos 80 do séc. XX, apareceram os primeiros jogos que combinavam imagens estáticas com uso das cores proporcionados pela convergência de diversos fatores técnicos, nomeadamente a evolução da plataforma do computador, o surgimento do rato, o aumento da capacidade das memórias, o aumento da velocidade de processamento de dados e a melhoria das capacidades gráficas para atingir uma melhor definição. Um outro forte contributo foi o aumento da versatilidade e do número de objetos gerados com movimento. Contudo, não podemos afirmar que houve sempre uma influência direta entre ambas as evoluções, PC e jogos de computador. Um exemplo desta situação foi o desenvolvimento de novos computadores, tais como o Apple Macintosh (1984), o Commodore Amiga e o Atari 520ST (1985) (D. Myers & others, 1990), que tiveram uma forte penetração no mercado. Porém, o fenómeno do entretenimento em massa também cresceu, contudo não teve a mesma expressão financeira como os computadores devido à pirataria informática que contribuiu para a economia paralela.

No entanto, foi graças ao ganho de popularidade do computador, principalmente com o rápido crescimento nas vendas do Commodore 64 e IBM PCs, que o mercado começou a receber uma maior variedade de jogos. Em consequência do interesse manifestado pelo público foram-se definindo nas últimas décadas dois segmentos principais baseados nas tecnologias de jogos de computador: Consolas e PC. A guerra entre os dois mantém-se até aos dias de hoje, onde no início as principais características dessa competição eram as diferenças ao nível das componentes gráfica 3D, do armazenamento, ou ainda da velocidade de processamento, contudo há vários anos que está mais relacionado com a variedade de títulos de jogos disponíveis e os preços.

Sendo o entretenimento um mercado forte e rentável, acabou por promover novas necessidades, acentuar as diferenças nos dois segmentos criados e promover uma forte evolução tecnológica, principalmente no segmento dos PCs. Este facto levou a que este segmento se tornasse numa poderosa fonte de tecnologia orientada a servir todo o tipo de soluções estéticas e de *design*.

Comparativamente, as evoluções impostas às tecnologias de equipamentos de ambos os segmentos resultaram numa diferença quase nula entre estes, dado que muito os aspetos técnicos subjacentes se passaram a assemelhar (i.e., gráficos, usabilidade, jogo, multijogador e o acesso à rede).

Se considerarmos os jogos de computador como artefactos culturais, eles são economicamente muito rentáveis, representando estes já uma parte muito importante de todo o mercado audiovisual. Este engloba o cinema, a televisão, os jogos de computador, a internet, entre outros. Por seu turno, a indústria dos videojogos tem crescido continuamente ao longo da última década, contribuindo para mudar o paradigma dos canais tradicionais e o modo de financiamento e das fontes de receitas dos media, tornando-se já um desses canais do audiovisual.

Já em 1999, os jogos de vídeo igualaram a indústria cinematográfica com receitas a rondar os \$7,4 mil milhões de dólares, com a indústria dos jogos a continuar a crescer ano após ano (Graser, 2000), com uma estimativa à época de \$13 mil milhões de dólares em três anos (Gaudiosi, 2001). Esta popularidade dos jogos continuou a progredir (Association & others, 2010; Snider, 2008) e por uma década, as vendas totais da indústria têm rivalizado com valores semelhantes das receitas de bilheteria da indústria de Hollywood. Atualmente, o lançamento de jogos de grande sucesso, tais como *Grand Theft Auto V* atingem apenas nas primeiras 24 horas, quase o valor de \$1 mil milhões de dólares, ultrapassando as receitas de lançamento de filmes, tais como *Homem-Aranha 3* (\$337 MM de dólares) ou *Piratas das Caraíbas* (\$309 MM de dólares).

Esta comparação entre indústrias permite constatar que este crescimento está associado com a afirmação dos jogos de computadores como elemento cultural neste sector dos media (Bengtsson, Wilson, Zackariasson, & Wilson, 2010).

Com esta afirmação, permite-nos concluir que os jogos de computador podem ser considerados como parte integrante da cultura moderna (Oblinger, 2006). As gerações mais jovens, quer estejam elas nas escolas, universidades ou a trabalhar, nasceram com os jogos de vídeo (Prensky, 2001), tornando-os por isso numa parte importante da sua cultura, bem como a TV, filmes ou livros. Esta realidade encontra-se muito mais marcada do que em gerações anteriores.

Com este contexto, é importante olhar para os jovens tendo em conta o seu perfil de jogador, e compreender o quanto são importantes as recompensas no seu universo. Esta componente pode ser convertida para elementos do jogo (obter mais poder de vida, acesso a novos níveis, adquirir novas capacidades ou equipamentos, etc.) ou mesmo funcionarem como impulsos neurológicos para a satisfação ou felicidade. Em oposição a este estado no mundo dos jogos, se compararmos com a vida real, verificamos que os seres humanos não conseguem tão facilmente obter recompensas equivalentes.

Por isso, os jogos de computador assumem uma grande relevância para as sociedades e já provocam impactos à escala global. Como consequência disso, é de todo provável que não sejam apenas as preferências de entretenimento a sofrerem alterações nos anos mais próximos. Também as próprias práticas individuais e de gestão pessoal dos indivíduos serão afetadas. Adicionalmente a estas alterações comportamentais, tal como sucede com a evolução do próprio setor, o tempo pode significar a introdução de diferenças significativas na forma de participação, nos mercados, ou nos produtos. Cadin & Guérin (2006) definem este fenómeno/ característica como “a velocidade da indústria”. Na indústria dos jogos há ciclos de compra ao longo do ano que dependem dos ciclos de vida dos próprios jogos ou consolas, os quais estão associados ao lançamento de novos títulos da série ou mesmo de novos títulos. A velocidade desta indústria é considerada elevada porque se prevê que a taxa de crescimento esteja entre os 10 e os 15 por cento ao ano e durante um período de 25 anos.

Tendo como referência números de 2011, no que se refere ao mercado dos Estados Unidos da América (EUA), este crescimento é comprovado com o facto de 91% das crianças e adolescentes com as idades compreendidas entre 2 e 17 anos jogarem jogos de computadores. Outro estudo representativo do mesmo país afirma que entre os

jovens, cerca de 99% dos rapazes e 94% das raparigas também jogam (Granic, Lobel, & Engels, 2014).

A partir de uma outra perspectiva de análise das motivações da utilização de jogos digitais, podemos colocar a seguinte questão: porque é que as pessoas gastam tanto dinheiro e despendem tanto tempo a jogar os jogos digitais? A resposta mais frequente refere que “são divertidos”. Embora seja um aspeto bastante importante no jogo, o termo diversão (“*fun*”) não pode, por si só, ser adicionado ao jogo como um elemento da fórmula de sucesso, tal como as mecânicas de jogo ou desafios, porque a diversão é o próprio resultado (D. R. Michael & Chen, 2005) [p. ~ 20]. Se assumirmos que é um mecanismo de *feedback* positivo, a diversão trabalha a favor do jogador através da repetição da atividade. Além deste conceito fundamental, o envolvimento (“*engagement*”) que pode assumir significados diferentes para pessoas diferentes, é uma combinação de mecanismos que também produzem uma resposta emocional positiva no jogador. Ambos os conceitos podem ser uma das formas mais adequadas para descrever o porquê das pessoas quererem jogar jogos digitais, bem como o porquê destas se sentirem mais atraídas por determinados jogos em detrimento de outros.

2.3.1. Taxonomias de jogos digitais

O padrão de interação entre o jogador e o próprio jogo é uma das características fundamentais dos jogos, sendo determinante para a identificação do género do jogo (D. Myers & others, 1990). Por este motivo, uma das coisas mais importantes a estudar nos jogos são as propriedades intrínsecas dos vários elementos, no que se refere à estrutura, conteúdo e codificação dos contextos de ação - reação (comportamento com outros agentes e o jogador).

Os jogos digitais disponibilizam ao jogador um conjunto de opções baseadas em objetos e eventos, que definem a estrutura do jogo pela representação abstrata da sequência através de objetos probabilísticos. No entanto, esta sequência não é predeterminada porque decorre das escolhas do jogador realizadas desde o início do jogo, com o impacto a recair sobre as opções disponíveis posteriormente.

Os jogos do mesmo género têm em comum a semelhança dos padrões de interação que sucedem entre o jogador e o jogo (Pinelle, Wong, & Stach, 2008). Por isso, podemos concluir que estes padrões correspondem às mecânicas de jogo tais como: ações de objetos e dos jogadores, cuja repetição desse conjunto de ações e desafios, definem por si só o género de um jogo. À luz desta perspectiva, o conhecimento das várias categorias/géneros baseado na sua aplicação permite aos *designers*

identificarem adequadamente o enquadramento de um novo conteúdo, fazendo-o corresponder a um padrão de ação (mecânica de jogo) e depois associá-lo com as outras mecânicas já estabelecidas (Adams & Rollings, 2006).

Para obtermos uma classificação dos jogos, poderemos preferencialmente utilizar taxonomias que tenham em conta as normas de interação no jogo e não qualquer outro critério como as diferenças visuais que possam existir (Apperley, 2006).

A taxonomia de jogos é definida maioritariamente pelo conjunto de desafios existentes no jogo, sendo estes classificados independentemente da configuração ou conteúdo do ambiente de jogo, ao contrário do que ocorre em outras obras de ficção (exemplo, filmes ou livros). Por exemplo, um jogo de ação continua a ser um jogo de ação, independentemente de saber se ocorre num local de um mundo de fantasia ou real (Adams & Rollings, 2006).

Qualquer definição de taxonomia de jogos é sempre geradora de alguma controvérsia dado que os seus autores formulam as categorias baseadas na análise de diferentes perspetivas do jogador no jogo. Daí resulta não uma definição unívoca da taxonomia, mas sim uma infinidade de sugestões para taxonomias de jogos de computador (Breuer & Bente, 2010). O que propomos apresentar é um percurso entre várias taxonomias que consideramos representativas pelo modo como a definição da categorização dos tipos de jogos tem evoluído.

O autor Chris Crawford propôs uma taxonomia genérica dividindo os jogos digitais em apenas duas categorias. A primeira categoria engloba os jogos de habilidade/ação, correspondendo àqueles que têm maior ênfase nas capacidades de perceção e habilidades motoras; e na segunda categoria estão os jogos cognitivos/estratégia, com um enfoque maior no esforço cognitivo do jogador (D. Myers & others, 1990), (Crawford, 1984), tal como se pode verificar na Tabela 2.1:

Tabela 2.1 – Taxonomia genérica de jogo, adotado de Chris Crawford.

Categoria de jogo	Recursos	Tipo de jogo
Habilidade /ação	Estimular as capacidades de perceção espacial e habilidades motoras	Ação e jogos velocidade
Estratégia /cognitivo	Estimular esforço cognitivo	Jogos de aventura (Puzzle e <i>Role-Playing</i>)

Em primeiro lugar, essa classificação, realizada em 1984, pode ser considerada como funcional porque as categorias relacionam-se com as características ou habilidades a promover junto do jogador. Segundo, em relação aos tipos de jogos identificados, os jogos de aventura estão incluídos na categoria de estratégia ou

cognitivo, podendo ser dividido em duas categorias: *Puzzle* e *Role-Playing*. Esta subdivisão destaca por um lado os jogos *Puzzle* onde é procurada uma solução lógica e de agilidade mental baseando-se nos pressupostos intuitivos e dedutivos. Por outro lado, um jogo do tipo *Role-Playing*, onde há objetivos definidos (D. Myers & others, 1990), a história é construída baseada em regras pré-concebidas, onde os participantes assumem o papel de personagens, que colaboram entre si na construção da história. As escolhas que fazem no desenrolar da história condicionam as ações seguintes, construindo uma direção própria e influenciando o resultado do jogo.

Outra taxonomia foi proposta em 1989 pela revista *Computer Gaming World*. Esta taxonomia aumentou para seis o número total de categorias. Para além das categorias já distinguidas anteriormente: ação, aventura e estratégia, são propostas mais três categorias: simulação (referente aos jogos na perspetiva da primeira pessoa em ambientes do mundo real); aventuras RPG (referente aos jogos de aventura baseados no desenvolvimento da personagem do jogo); e, por último, jogos de guerra (referente a jogos baseados em elementos históricos ou futuristas numa perspetiva de controlo).

Como a interação é o elemento chave para a definição da categoria do jogo, a mesma pode ser exposta de diferentes formas e provocar impactos distintos em diferentes jogadores. A Tabela 2.2 mostra uma lista de categorias e as respetivas interações e impactos dos jogadores. Esta lista foi estabelecida na década de 1990 (D. Myers & others, 1990).

Tabela 2.2 – Categorias de jogos estabelecidas na década de 1990.

Categorias de jogo	Tipo de interação
Jogos de Ação/ Arcade	Física: (ações e escolhas são respostas físicas num período limitado a um estímulo)
Jogos de combate	Competitivas: (ações e escolhas do jogador testadas pelo jogador adversário)
Jogos de estratégia	Ambiente: (ações e escolhas do jogador testados pelo próprio jogo)
Jogos RPG	Cultural: (ações e escolhas aprendidas e escolhidas por meio de assimilação cultural e ambiental)
Jogos de simulação	Mecânica: (ações e escolhas do jogador aprendidas e escolhidas pela utilização de modelos mecânicos baseados em algoritmos)
Jogos de aventura	Lógico: (ações e escolhas são as respostas mentais no prazo determinado)

Os estudos sobre as categorias de jogo foram-se intensificando na última década. Além da quantidade de taxonomias, também a extensão das mesmas aumentou. O aumento dos géneros/categorias aceites nos últimos anos decorre de fatores decorrentes da análise mais subjetiva às práticas do jogo e aos próprios jogos que se tornaram mais sofisticados e diversificados (Sellers, 2006).

Podemos considerar que a evolução das taxonomias de jogos tem assumido uma direção que reflete uma difusa associação de mecânicas para construir uma taxonomia suficientemente ampla que abrangesse toda a variedade de jogos existentes. Vários autores, Bateman (2005), Stahl (2005), Oblinger (2006), Adams & Rollings (2006) desenharam diferentes taxonomias para a categorização dos jogos os quais diferem em termos de número e padrões de interação, entre outros aspetos.

Face a esta indefinição e sem qualquer pretensão de definição de uma taxonomia universal, realizámos uma análise comparativa entre as taxonomias existentes para concluir que uma taxonomia abrangente para os jogos desenvolvidos até ao tempo atual, deve ser uma lista que contemple um número de categorias variável entre 5 e 9 categorias, incluindo algumas subcategorias. Na análise realizada, foram consideradas como categorias consistentes, as aceites pela indústria de jogos de computador (Association, 2011) e as propostas por alguns autores, em particular Adam & Dormans (2012), Wolf (2002) e Lindsay (2005), totalizando-se oito categorias: Ação, Estratégia, “*Role-Playing*”, Desporto, Simulações, Aventura, Puzzle e Questionário. A Tabela 2.3 serve para mostrar a taxonomia de referência de jogos escolhida apresenta uma descrição breve de cada categoria e as respetivas subcategorias (Lindsay, 2005), (Adams & Rollings, 2006).

Tabela 2.3 – Taxonomia de referência de Jogo.

Categoria de Jogo	Metas	Subcategoria
Ação	Superar desafios mentais ou físicos contra um ou mais adversários através de envolvimento numa série de ações (tempo - velocidade reação - em que a precisão deve ser enfatizada). O realismo não é relevante.	Beat 'em ups, jogos de tiro (<i>shooter</i>) na 1ª e 3ª pessoa, jogos de plataforma
Estratégia	Implementar uma tática/estratégia para superar os desafios complexos contra um ou mais adversários, planeando uma série de atividades mentais de maior raciocínio (desafios físicos não são enfatizados).	4X (eXplorar, eXpandir, eXplorar, eXterminar), jogos de estratégia em tempo real, jogos de táticas em tempo real, jogos de estratégia baseada em turnos, jogos de guerra
Role-Playing	A vitória é conseguida através de um planeamento de alto nível ou tático com os adversários (desafios físicos e sorte assumem um papel reduzido). Distinto dos jogos de ação, os RPGs raramente testam a habilidade física de um jogador (o combate é mais tático do que física) e envolvem outras ações que implica não movimento (gestão de recursos).	RPGs, MMORPGs
Desporto	Semelhante aos jogos de Ação, exceto no realismo dos movimentos e técnicas que são muito importantes para o bom desempenho.	Exergames, jogos de desporto e gestão
Jogos de simulação	Superação de desafios económicos e financeiros através do planeamento de uma série de ações. A ação direta sobre o adversário não é enfatizada. Normalmente, é projetado para ser interminável. Um exemplo de objetivo é a recolha de um conjunto de objetos.	Jogos de Corrida/Veículos, Mundos virtuais/animais, jogos de simulação de vida /jogos sociais, jogos de negócios
Aventura	Utiliza um avatar para realizar a exploração de uma história interativa e superar os desafios de forma isolada (aventura de Puzzle), planeando uma série de ações mentais ou táticas (desafios físicos não são enfatizados).	Aventuras gráficas, aventura por puzzle
Puzzle	Aposta na superação de desafios mentais, mas individualmente (não há um conflito com outro adversário), planeamento de uma série superior de ações. Os jogos geralmente envolvem formas, cores ou símbolos que o jogador possa manipular diretamente ou indiretamente seguindo padrão específico.	Puzzle de Ação/Arcade (cronometrado), jogos de reconhecimento de imagens, jogos físicos
Questionários (Quiz)	Testa o conhecimento do jogador	

A nossa escolha para o trabalho de investigação baseia-se na identificação das categorias consideradas de perfil básico, de forma a deixarmos de parte a existência daquelas categorias consideradas híbridas que mais não são do que a combinação de diversas categorias. No entanto, estes tipos híbridos podem vir a ser considerados de futuro como novos géneros ante as inovações tecnológicas da indústria dos jogos.

2.4. Jogos sérios

Neste tópico pretendemos apresentar o enquadramento dos jogos sérios para uma potencial utilização no treino de competências. Apresentam-se os conceitos e terminologias usadas, divididas por definições, características dos jogos sérios e aplicações em contextos específicos como ferramenta de aprendizagem, com o objetivo de se criar um entendimento comum sobre a temática.

Por este motivo, dividimos o tópico em quatro partes. Em primeiro lugar, definimos os conceitos, características e taxonomias dos jogos sérios e explicamos a importância da motivação como elemento chave do sucesso destes jogos. Em segundo lugar, abordamos uma das vertentes dos jogos sérios, aprendizagem baseada em jogos, como uma ferramenta de aplicação nos contextos de aprendizagem e por último, enquadrámos a questão da avaliação nos jogos sérios em duas perspetivas: a sua incorporação no desenho do jogo e avaliação da aprendizagem através do jogo.

2.4.1. Conceitos e taxonomias

Há alguns anos a esta parte tem vindo a ser estudado a dimensão de aprendizagem do jogador dentro do próprio jogo digital enquanto participante ativo, relacionada com a capacidade de simultaneamente jogar e aprender. Apesar de alguns constrangimentos já referidos anteriormente, a motivação associada ao entretenimento pela utilização dos jogos digitais na aprendizagem, permite-nos afirmar que os jogos sérios (SG) também se têm vindo a afirmar em diversas organizações, nomeadamente no meio empresarial.

Esta dimensão é conferida, segundo Squire (2005), pelos jogos de computador que permitem criar experiências, no âmbito das quais os jogadores são imersos em situações em que o processo cognitivo é apoiado por ferramentas e recursos com o objetivo de resolver problemas com diversos graus de complexidade. Quando os jogos se tornam mais complexos, é possível associar um conjunto de outras formas de colaboração, tais como: tutores inteligentes, aprendizagem progressiva, entre outros,

para que o jogador possa alcançar o objetivo com sucesso, mantendo a motivação. Este argumento é fortíssimo no que toca à aprendizagem, visto que torna possível o envolvimento dos jogadores em torno de contextos particulares, treinando-os para a execução de tarefas específicas.

Os SG são definidos como os jogos que visam aproveitar as características intrínsecas que os tornam mais divertidos e envolventes (Susi, Johannesson, & Backlund, 2007) para transformar e tornar os conteúdos educacionais e a aprendizagem em algo mais emocionantes (Wiberg & Jegers, 2003), e desta maneira fomentar o interesse dos alunos.

O termo “jogos sérios” pode soar como uma contradição, mas não o é. O adjetivo “sério” refere-se ao contexto originário de onde são retirados os produtos/instrumentos utilizados e os propósitos aplicados nos jogos, cujas áreas são a defesa, a educação, a exploração científica, os cuidados de saúde, a gestão de emergências, o urbanismo, a engenharia, a religião ou mesmo a política. Por este facto, os SG correspondem à utilização dos jogos digitais para propósitos diferentes do entretenimento.

A ideia de utilizar os jogos para outros fins para além da diversão já tinha sido formulada anteriormente no livro *Serious Games* de Clark C. Abt em 1970. Todavia, o significado atribuído por Abt não está relacionado com o desenho do jogo, mas sim com o contexto utilizado pelo jogo ou se é incorporado no mundo real. Ou seja, pela oportunidade de aprendizagem, pelo que os jogos sérios têm uma firme orientação educacional. Estes não se destinam a ser jogados, numa primeira estância, para a diversão (Abt, 1970).

Entretanto, os SG começaram a ter um maior destaque só no início do séc. XX, na sequência da iniciativa *Serious Games*, dando-se uma grande explosão no campo da aprendizagem baseada em jogos com a *Serious Games Summit* de 2004.

Em resumo, podemos clarificar esta definição como a herança daquilo que são todos os jogos: “têm regras, simulam comportamentos, aceitam as ações do jogador, fornecem *feedback* no contexto das regras e comportamentos” (D. Michael & Chen, 2006), “tem uma meta/desafio bem clara, ao jogar são divertido e/ou envolvente, incorporam algum conceito de pontuação, e transmitem ao jogador competências, conhecimentos ou atitudes que podem ser aplicadas no mundo real” (Bergeron, 2006).

A estas características acrescem outras, que segundo os autores Tadayon e Rieber são o suporte à aprendizagem, em vez de somente entreter (Tadayon, Amresh, & Burleson, 2011), e a possibilidade de transferência de conhecimento num determinado domínio (Rieber, Smith, & Noah, 1998). Os autores Moizer & Lean (2010) definem os

SG em três características fundamentais: 1) é concebido para educar ou treinar o jogador; 2) contém um meio direto de avaliação das competências ou da aprendizagem; 3) utiliza uma interface que providencia os dois recursos referidos acima.

Continuando na análise de outras definições e características associadas aos SG, Mike Zyda descreve-o como “uma competição mental, jogado através de um computador de acordo com regras específicas, utilizando o entretenimento para o treino de tarefas referentes a serviços governamentais ou empresariais, em áreas como a educação, saúde, políticas públicas, e ao nível dos objetivos de comunicação estratégica” (Zyda, 2005). Se considerarmos apenas o fator entretenimento como fiel da balança, os autores Muratet & outros (2009) afirma que qualquer videogame desenvolvido que se distinga do puro entretenimento pode ser considerado um jogo sério. Por esta medida, contemplaria uma vasta gama de jogos digitais. Contudo, também fica a afirmação de Van Eck em que refere que nem todos os jogos são bons para obter os resultados de aprendizagem (2006) esperados.

Muitas vezes as generalizações são baseadas em filtros/elementos demasiados abrangentes que pouco diferenciam na granularidade com outros conjuntos. A afirmação de Muratet encaixa nesta situação de demasiado abrangência, porque o destaque principal de um jogo sério é o seu propósito, normalmente educacional, (Wiberg & Jegers, 2003) onde o foco está na aprendizagem e treino, bem como na aplicação de novas pedagogias (Allen, Seeney, Boyle, & Hancock, 2009).

Deste modo, segundo Sales & Zimmerman (2004), os SG podem ser considerados como uma nova ferramenta do paradigma da aprendizagem ativa, porque a condição de aprendizagem dentro do jogo só acontece de forma significativa, “quando as relações entre ações e resultados num jogo são ambos discerníveis e integrados no contexto mais amplo do jogo”. Para tal aprendizagem ser possível na experiência do jogo, o desenho do jogo tem de estar focado nos resultados de aprendizagem.

Sabendo que as características dos jogos digitais permitem ao jogador simultaneamente jogar e aprender, a sua utilização enquanto SG possibilita e suscita um maior interesse junto dos jogadores. Deste modo, podemos concluir que “a vantagem em utilizar os jogos sérios reside na sua capacidade de criar conteúdos dedicados para fins de aprendizagem, em vez de adaptar os jogos de lazer”, ou seja comerciais, “existentes para as práticas educacionais”. Sendo estes jogos intencionalmente desenhados para ajudar na aprendizagem, aquisição de competências e mudança de comportamento (D. Michael & Chen, 2006)(Bergeron,

2006), tudo o que envolve o desenho do jogo torna-se na chave fundamental para alcançar os resultados de aprendizagem pretendidos com o jogo.

Tendo sido referido que os SG são potenciadores de ambientes de aprendizagem e treino, a definição de treino que se quer empregar neste trabalho de investigação, é uma atividade organizada destinada a transmitir um conjunto de informações e/ou de instruções para melhorar o desempenho ou atingir um nível esperado de conhecimento ou habilidade. Segundo o autor Sugar & Whitcomb (2006), a utilização de jogos com atividades estruturadas de aprendizagem para o treino é uma maneira atrativa e motivadora para apresentar os tópicos chave até ao aluno/aprendiz.

Para terminar a definição de SG, é relevante ainda fazer mais uma distinção para evitar alguma ambiguidade que possa existir entre os propósitos dos SG e das simulações, onde este último procura fazer o simulacro da realidade, focados no resultado esperado baseado na manipulação das varáveis de iniciais (O'Neil, Wainess, & Baker, 2005). Embora os jogos de computador e simulações partilhem diversos atributos, as simulações são utilizadas preferencialmente para simulações de treino, onde procuram recriar uma representação de um ambiente operacional (Cannon-Bowers & Bowers, 2009) sem que isso signifique a partilha de características inerentes aos jogos referente à componente de fantasia (Charsky, 2010).

2.4.2. Motivação como chave de sucesso dos jogos sérios

A motivação é a chave para o sucesso de qualquer SG. Obter o sucesso significa que os jogadores/alunos são capazes de aprender o que se pretende ou vão mesmo além do esperado, e simultaneamente divertem-se. Este último aspeto, embora não tenha a prioridade máxima, é necessário existir senão como afirma Gallacher (2011), o SG torna-se numa tarefa chata que os alunos devem completar. Então como é que a motivação pode afetar os diversos aspetos do SG?

A motivação é definida como um processo psicológico que estimula o indivíduo a agir sobre algo, a fim de alcançar um efeito ou objetivo desejado. De acordo com o estudo de Pintrich (1993), a motivação na aprendizagem pode ser afetada por três fatores:

- **Motivação intrínseca** - Um indivíduo age sobre algo, de acordo com os seus desejos e expectativas internas e sem qualquer tipo de estímulo externo.
- **Motivação extrínseca** - Um indivíduo age sobre algo para atingir um determinado resultado, recebendo uma recompensa de qualquer tipo.

- **Estabilidade emocional** - a realidade apresenta muitos desafios e se um indivíduo não é capaz de lidar com as dificuldades, essa situação pode ter um efeito muito negativo sobre a sua motivação.

Na concepção e desenvolvimento de jogos sérios, os fatores motivacionais têm de ser levados em consideração, embora devido à amplitude da estabilidade emocional possa ser extremamente difícil conceber um jogo capaz de abarcá-la.

2.4.2.1. Motivação intrínseca

De acordo com os autores Wigfield (2004) e Patrick (2000), os alunos que estão intrinsecamente motivados são geralmente mais propensos e predispostos a agir sobre uma tarefa ou a treinar as suas competências para alcançar um grau de maior proficiência. Aqui, a motivação intrínseca pode ser subdividida em vários fatores, classificados como pessoais ou interpessoais. Os primeiros correspondem àqueles que estão ativos ou ligados à esfera individual, relacionados à forma como uma pessoa realiza uma atividade: sozinho ou em grupo. Estes fatores são os seguintes:

- **Curiosidade** - a atenção do aluno é atraída por algo existente no ambiente, por algo desconhecido, por uma discrepância entre o seu atual conhecimento e o conhecimento requerido para a execução duma tarefa, etc.
- **Desafio** - os alunos tendem a estar mais motivados quando estão a trabalhar para um objetivo que os desafia nas suas capacidades e os premeia com uma sensação de realização quando eles o superam. Este fator irá atuar favoravelmente na sua autoestima, motivando-os ainda mais para assumirem outros desafios mais complexos.
- **Escolha e Controlo** - A capacidade de escolher quais os aspetos que têm alguma ligação ou relação com os alunos quando interagem com outras coisas. Os alunos têm a possibilidade de poder escolher quais as tarefas a executar, como e quando.
- **Fantasia** - Permite ao aluno abstrair-se do mundo real e desempenhar um papel num mundo de fantasia onde ele pode explorá-lo no papel de outra pessoa (*role-playing*).
- **Realização/Concretização** - Com os resultados ou evolução obtida por cada aluno num jogo, o desafio aumenta e dá-lhe uma sensação de realização, bem como o reconhecimento de todas as dificuldades que teve de superar para chegar ao ponto onde se encontra.

Quanto aos fatores interpessoais, estes requerem uma interação entre um indivíduo com outros indivíduos para a realização de uma atividade com sucesso. Estes fatores são:

- **Cooperação** - Permite que um grupo de alunos interaja entre si de uma forma construtiva em torno de um objetivo comum, sentindo uma satisfação de pertença e ajuda mútua.
- **Competição** - Através da comparação do desempenho positivo com os outros, os alunos podem sentir uma satisfação, bem como algum tipo de realização. No entanto, se o resultado não é positivo, duas situações podem acontecer. Primeira, o aluno vai sentir-se motivado para superar os seus pares, ou segunda, ele vai acabar por perder toda a sua motivação para continuar. Outro aspeto que queremos destacar deste fator é que os alunos podem sentir-se menos compelidos a ajudar os colegas para manter uma posição que lhes dê maior vantagem/benefício.
- **Reconhecimento** - Quando um aluno vê e sente o seu trabalho e esforços reconhecidos por outros, motiva-o ainda mais para continuar a trabalhar para obter ainda melhores resultados. No entanto, há dois aspetos a destacar que são: em primeiro lugar, requer visibilidade, caso contrário, os outros não vão estar cientes das realizações do aluno, e em segundo lugar, evitar-se todo o tipo de comparação entre o desempenho dos alunos (*rankings*).
- **Fantasia** - Como já foi mencionado anteriormente como fator pessoal, a fantasia permite aos jogadores tornarem-se noutra pessoa, em particular, num cenário multijogador. A partilha desta experiência com outras pessoas adiciona-se aos benefícios da cooperação. Num jogo sério que tenha uma configuração de *role-playing*, serve de exemplo deste fator a atribuição dos alunos a uma classe específica (tarefa) em que eles devem jogar baseado no acordo mútuo.

A motivação intrínseca associada aos videojogos, de acordo com Malone (1982; 1981), Quinn (1994) e Thomas & Macredie (1994), deve-se a diversos aspetos do jogo tais como: o som de alta qualidade, os gráficos, a história e a jogabilidade assumem-se como responsáveis por tornar os jogos mais interessantes para os jogadores, os quais por sua vez também promovem uma motivação intrínseca para a aprendizagem.

2.4.2.2. Motivação extrínseca

Tal como o próprio nome sugere, a motivação extrínseca vem de uma fonte externa do indivíduo. Como exemplo desta fonte, podemos considerar simplesmente um valor acrescentado (recompensa) a cada nível ultrapassado pelos alunos pelo desempenho realizado no jogo. Porém, as recompensas podem em alguns casos distorcer o objetivo pretendido. Por exemplo, num estudo realizado por Lepper (1973) onde o objetivo era observar o quão é afetado um interesse intrínseco por uma motivação extrínseca (recompensa) fica demonstrado que quando se espera uma recompensa, a tendência é diminuir o interesse intrínseco na tarefa em execução. Ainda sobre a questão, outro autor Deci (1999) também conclui no mesmo sentido: “As recompensas tangíveis tendem a ter um efeito substancialmente negativo sobre a motivação intrínseca (...) Mesmo quando as recompensas tangíveis são oferecidas como indicadores de bom desempenho, elas geralmente diminuem a motivação intrínseca para as atividades interessantes.”

Esta situação descrita parece um contrário à lógica porque quando um indivíduo gosta de fazer uma atividade e ainda é recompensado por ela, o lógico era dizer que ele deve estar duplamente motivado. Contudo, muitas vezes o alcançar das recompensas está frequentemente associado a adjetivos menos positivos, tais como: chato, maçador ou até mesmo doloroso, o que pode estabelecer uma dissonância cognitiva que altera a maneira de compreender a tarefa recompensada.

Portanto, a motivação baseada na recompensa deve ser considerada com algum cuidado na conceção de um jogo sério para que esta não provoque um efeito negativo, em vez de positivo como esperado.

2.4.3. Taxonomias e classificações

Uma das primeiras taxonomias de SG foi definida por Sawyer & Smith (2008), baseada no pressuposto dos jogos com um propósito (saúde, propaganda, treino, educação, entre outros) que se encaixam em vários setores como por exemplo: Administração Pública e Governança, Defesa, Educação, empresas e indústrias. Tendo em atenção o propósito dos jogos para treino, esta taxonomia está focada em apresentar as abordagens formal e informal para a aquisição de diferentes competências em distintas componentes (aptidões iniciais, orientação e outras aptidões profissionais específicas) abrangendo também um vasto leque de áreas tais como: segurança no trabalho, saúde e bem-estar dos colaboradores.

Associado à mesma taxonomia é apresentada uma lista de jogos que suporta o treino informal de competências como “*American’s Army*”², “*Rosser Surgery Skills w/Games*” ou jogos persuasivos como “*Cold Stone*” ou “*Creamery*”. Em relação aos contextos de treino considerados formais, a lista considera os seguintes jogos: “*Alcoa SafeDock*”³, “*Coast Guard: Shield of Freedom*” - um simulador de treino para a Guarda Costeira e do Exército dos EUA, ou “*Virtual U*”⁴.

A Figura 2.2 serve para mostrar a taxonomia de jogos sérios baseados num propósito.

	Games for Health	Advergames	Games for Training	Games for Education	Games for Science and Research	Production	Games as Work
Government & NGO	Public Health Education & Mass Casualty Response	Political Games	Employee Training	Inform Public	Data Collection / Planning	Strategic & Policy Planning	Public Diplomacy, Opinion Research
Defense	Rehabilitation & Wellness	Recruitment & Propaganda	Soldier/Support Training	School House Education	Wargames / planning	War planning & weapons research	Command & Control
Healthcare	Cybertherapy / Exergaming	Public Health Policy & Social Awareness Campaigns	Training Games for Health Professionals	Games for Patient Education and Disease Management	Visualization & Epidemiology	Biotech manufacturing & design	Public Health Response Planning & Logistics
Marketing & Communications	Advertising Treatment	Advertising, marketing with games, product placement	Product Use	Product Information	Opinion Research	Machinima	Opinion Research
Education	Inform about diseases/risks	Social Issue Games	Train teachers / Train workforce skills	Learning	Computer Science & Recruitment	P2P Learning Constructivism Documentary?	Teaching Distance Learning
Corporate	Employee Health Information & Wellness	Customer Education & Awareness	Employee Training	Continuing Education & Certification	Advertising / visualization	Strategic Planning	Command & Control
Industry	Occupational Safety	Sales & Recruitment	Employee Training	Workforce Education	Process Optimization Simulation	Nano/Bio-tech Design	Command & Control

Figura 2.2 - Taxonomia de Jogos Sérios de Ben Saywer & Peter Smith (2008)

Da mesma forma que há várias definições parcialmente contraditórias e não consensuais sobre os SG e a sua utilização para fins de aprendizagem, existem também várias tentativas para uma classificação dos SG quanto aos seus géneros ou tipologias semelhantes. Esta diversidade de potenciais classificações decorre em larga medida pela variação dos critérios utilizados na conceção das mesmas.

² <http://americasarmy.com>

³

http://www.alcoa.com/global/en/news/news_printable.asp?pageID=20070305005759en&newsYear=2007

⁴ <http://www.old-games.com/download/4986/virtual-u>

Como exemplo desta situação, temos os autores Michael & Chen que definem que há dois aspetos centrais a incluir na comparação entre os jogos sérios e “*edutainment*”⁵ (entretenimento educacional): os modos de aprendizagem e o público-alvo. No entanto, os critérios mais frequentemente utilizados são o conteúdo educacional e a área de aplicação dos SG. Os autores Michael & Chen afirmam que é ampla a controvérsia entre a diversidade de taxonomias de jogos sérios que ainda é maior em número do que as definições existentes, (D. Michael & Chen, 2006) com os seguintes tipos de jogos: militares, de governança, educacionais, entre outros. Em última análise, podemos concluir que esta classificação é baseada exclusivamente nas áreas de aplicação dos jogos. Mesmo assim, dentro destas categorias ainda é possível definir várias subcategorias, como por exemplo nos jogos de saúde (Susi et al., 2007) podemos identificar as seguintes subcategorias: “*exergaming*” (Graves, Stratton, Ridgers, & Cable, 2008), da educação para a saúde (Lieberman, 2013), de biofeedback (Raposa, 2003) e de terapia (Griffiths, 2003).

Contudo, foi a taxonomia de Sawyer e Smith (2008) que conseguiu obter uma maior resolução ou abrangência, embora esta seja muito orientada para as diretrizes empresariais e organizacionais. A principal inovação proposta por estes autores consistiu na separação do propósito pretendido das áreas de aplicação reais, conseguindo alcançar uma maior granularidade através do cruzamento dos tipos de jogos e dos tipos de aprendizagem com as áreas de aplicação. No entanto, essa separação torna-se redundante em semelhantes contextos avaliados, iludindo como sendo adequados exemplos impossíveis.

Os autores Ratan e Rittfeld (2009) apresentaram em 2009 um trabalho promissor quanto à classificação de SG com cerca de quatro dimensões de análise: 1) Conteúdo educacional principal; 2) Princípio de aprendizagem principal; 3) Grupo etário do público-alvo; 4) Plataforma. Baseado neste sistema de classificação, os autores Breuer & Bente (2010) sugerem um novo sistema baseado em nove critérios de análise que se mostrou muito promissora quanto ao equilíbrio entre os critérios. A Tabela 2.4 apresenta o conjunto dos critérios que permitem a caracterização dos SG (Breuer & Bente, 2010):

⁵ <http://www.merriam-webster.com/dictionary/edutainment>

Tabela 2.4 – Categorias para classificar os jogos sérios.

Categoria	Exemplos de elementos
Plataforma	Computador pessoal, <i>Sony PlayStation 3</i> , Nintendo <i>Wii</i> , dispositivos móveis;
Objeto	2ª Guerra Mundial, desenvolvimento sustentável, Física, obras de Shakespeare;
Objetivo de aprendizagem	Competências linguísticas, factos históricos, consciência ambiental;
Princípios de aprendizagem	Memorização, exploração, roteiro, aprendizagem por observação, tentativa e erro, condicionamento;
Público - alvo	Alunos do ensino secundário, enfermeiros, alunos de direito, alunos do pré-escolar, público em geral e recrutas militares;
Modos de interação	Multijogador, co tutoria, único jogador, multijogador em rede, agentes tutores;
Áreas de aplicação	Ensino superior, uso particular e formação profissional;
Controlos/ Interfaces	Controlado por <i>Gamepad</i> , teclado e rato, comando de equilíbrio da <i>Wii</i> ;
Tipos de Jogos Comuns	Puzzle, ação, <i>role-play</i> , simulação, jogo de cartas e testes;

Esta taxonomia pode ser usada por *game designers* para publicitar os seus produtos, por investigadores, que podem analisar e comparar os jogos e por professores e alunos, que expressam a sua perspetiva e experiência com jogo.

2.4.4. Aprendizagem baseada em jogos

Os SG têm um ramo chamado de Aprendizagem Baseada em Jogos (GBL) relativo aos jogos que têm definidos resultados da aprendizagem. O GBL é uma vertente associada à Educação que já tem sido aceite por inúmeros organismos internacionais e nacionais da área educacional como uma ferramenta de aprendizagem, integra o conjunto de desafios para a Educação do séc. XXI.

Este crescimento foi sendo possível graças à evolução de diferentes aspetos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que possibilitaram a utilização dos jogos, muito deles já digitais, com a finalidade de transmitir, ensinar ou outra qualquer ação educacional. Tendo em conta envolvimento e as características associadas aos jogos, a sua integração no contexto da aprendizagem é um passo oportuno para colocar o foco no principal ator da aprendizagem: o aluno. Tendo em conta as características dos jogos anteriormente referidos, permite-nos afirmar que o

aluno, como participante do jogo, foca-se na obtenção dos objetivos, na aquisição de conhecimentos e na aprendizagem de novas habilidades, onde com motivação procura desfrutar da experiência de aprendizagem.

Segundo o autor Yang, esta nova abordagem para a aprendizagem permite a criação de um contexto educacional que possibilita ao aluno a utilização de jogos para explorar, descobrir, perguntar e, por último, elaborar conceitos e estabelecer relacionamentos em contextos autênticos (Yang, 2012). Os jogos ditos educativos, ou com uma finalidade educacional, de acordo com Mohamed (2010) atribuem aos alunos o papel de decisores na exploração e experimentação, cujas ações e decisões são contestadas com um *feedback* imediato. No entanto, podemos considerar que na génese da abordagem GBL estão os SG porque na experiência de aprendizagem estabelecida no jogo, este rege-se-á pelos objetivos definidos para alcançar os resultados esperados na aquisição de conhecimento, bem como no treino e promoção de mudanças nos comportamentos e padrões pessoais e/ou profissionais.

Neste sentido, podemos afirmar que o contexto de aprendizagem estabelecido pelo GBL é caracterizado por três aspetos fundamentais. Em primeiro lugar, a utilização dos jogos não deve representar uma restrição ou limitação para a aprendizagem dos alunos. Porém, nas crianças é conveniente, por exemplo, ter um vasto conjunto de jogos (educacionais ou não) que permitam abranger outro tipo de metas ou objetivos com a finalidade de incrementarem a aprendizagem e produtividade nas tarefas. Em segundo lugar, a utilização de jogos não deve estar limitada aos dispositivos portáteis, tais como consolas portáteis, *tablets* ou *smartphones*, mas também incluir uma variedade de outros jogos onde a componente física também possa fazer parte da dinâmica de jogo.

Por último, dado que a maioria dos jogos que os alunos utilizam atualmente já abrange um amplo conjunto de disciplinas, bem como partilham desafios semelhantes, as experiências realizadas nesses jogos tornam-se relevante para os respetivos intervenientes pois são muito semelhantes às experiências tidas no mundo real, onde necessitam preferencialmente de resolver problemas, interagir com os outros e colaborar.

GBL também se define pela aprendizagem do saber fazer, onde o foco é colocado na resolução de problemas e na melhoria da motivação dos alunos, enquanto jogadores, para aprender. De acordo com o autor Corti (2006), “GBL tem o potencial de melhorar as atividades e iniciativas de treino em virtude de, por exemplo, promover o envolvimento, a motivação, o *role playing* e a repetibilidade”.

Os autores Marc Prensky (2001) e Berry (2001) argumentam que DGBL é baseada em duas premissas. A primeira refere que os atuais padrões de pensamento dos alunos mudaram significativamente, isto é, os alunos de hoje são considerados “nativos falantes” na linguagem dos media digitais; e a segunda premissa indica que esta geração experimenta uma forma totalmente nova de estar perante o computador, que se reflete no modo de comunicação e interação com os pares, bem como aprendem o conhecimento e adquirem aptidões através dos jogos de vídeo, porque para além destes oferecem um enorme potencial para a aprendizagem, eles são aceites pela maioria dos alunos.

De acordo com Zin (2009), “os jogos digitais enquanto uma tecnologia interativa podem favorecer o processo de aprendizagem de uma maneira eficaz e interessante especialmente entre os jovens alunos”. Ainda de acordo com o estudo de Freitas & Jarvis, para compreendermos as vantagens do uso dos jogos na aprendizagem, é conclusivo que os jogos ajudam os alunos a compreender os conceitos muito complexos de forma mais fácil, bem como também aumentam a motivação dos alunos através da associação positiva entre o aluno e a aprendizagem.

Assim considerando as vantagens na utilização da GBL, algumas dificuldades inerentes ao processo de aprendizagem podem ser mitigadas ou mesmo ultrapassadas pelo uso dos jogos dado que estes dão significado à envolvimento no contexto, permitindo que o aluno se encontre situado (Lave & Wenger, 1991), ancorado (Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer, & Williams, 1990) e apoiado numa “interação conceptual” (Laurillard, 1998).

Todo este potencial tem sido alvo de um elevado interesse e enfoque pela comunidade académica há cerca de menos de quinze anos, onde destacamos vários autores, tais como Prensky (2001), Frété (2002), Egenfeldt-Nielsen (2005), De Freitas (2008; 2006), Consortium (Consortium, Initiative, Consortium, Initiative, & others, 2007), Facer (2007) e Connolly (2009). Todo este esforço de investigação da academia, e não só, contribuiu definitivamente para afirmar que os videojogos estão intrinsecamente ligados com aspetos educacionais, tal como aponta segundo Eskelinen (2001, p. 54) através das seguintes características:

- Permitir aos jogadores observarem as coisas de diferentes perspetivas;
- Aprendizagem contextualizada, isto é, o jogador aprende a jogar à medida que o jogo progride;
- Aquisição de aptidões de pensamento crítico e lateral através da resolução de problemas;

- Apresentação de um conflito a ser superado, proporcionando situações inesperadas e stressantes que devem ser resolvidas, à semelhança das ocorridas na vida real;
- Fornecer *feedback* imediato;
- Estimular os jogadores para a situação da tentativa-erro para que eles possam aprender com os mesmos;
- Proporcionar um ambiente de aprendizagem colaborativo e social.

Ainda no contexto da GBL é importante fazemos a distinção entre os conceitos GBL e Gamificação (*Gamification*). O conceito de Gamificação consiste na utilização de elementos e técnicas de projeto de jogo para a mudança de comportamentos em contextos de não-jogo, através, tal como refere Robson (2015), da incorporação de um ou mais aspetos do “*play*” no mundo real. Conforme afirmam vários autores entre os quais Deterding, Hamari, Zichermann, consiste no uso dos aspetos relacionados com o *design* de jogo para influenciar o comportamento dos intervenientes (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011) com melhorias no interesse e foco (Hamari, 2013), da aprendizagem (Herger, 2012), bem como em melhorias do desempenho em questões de produtividade organizacional (Zichermann & Cunningham, 2011) e do recrutamento e avaliação dos colaboradores (Wozniak, 2015). Podemos tomar como exemplo a criação de uma competição utilizando o *feedback* de colaboradores, para que estes tenham um maior envolvimento de modo a aumentar o seu empenho em quaisquer que sejam os tipos de contextos: organizacional, comercial, social ou mesmo político.

Este conceito tornou-se muito atrativo e de uso crescente em contexto de não-jogo, principalmente a nível empresarial, a partir de 2010 (Zichermann & Cunningham, 2011). Contudo, na literatura relacionada é sugerido, incorretamente, que a Gamificação corresponde ao uso de representações de jogos e simulações do mundo real (Keys & Wolfe, 1990) ou mesmo da teoria dos jogos em ambientes organizacionais (Camerer, 2003) confundindo-se com GBL.

2.4.5. Avaliação na aprendizagem

Toda a aprendizagem decorre do significado obtido pela experiência realizada, cujo resultado esperado é a construção do conhecimento entre a informação recebida e a anteriormente adquirida. A avaliação entra neste processo pela quantificação comparativa entre as metas esperadas e as evidências obtidas do interveniente da aprendizagem. Genericamente, Apple (2005) define a avaliação como um processo de

medição e análise do desempenho individual ou de um produto, nomeadamente quanto à sua qualidade de excelência e à obtenção em tempo útil de *feedback* que possibilite a promoção de melhorias.

Partindo do exemplo da aprendizagem formal, que é conhecida por ser bem estruturada, a avaliação é um requisito subjacente a todo este processo de aprendizagem. Analogamente quando se pensa na utilização de jogos digitais na aprendizagem (DGBL), existe conseqüentemente uma necessidade de avaliar os resultados obtidos. Na maioria das situações de utilização dos DGBL, a questão da avaliação é resolvida através dos métodos tradicionais que se baseiam na utilização de questionários, entrevistas, análise do arquivo de log ou pela observação da experiência (Omar & Jaafar, 2010). A aplicação destes métodos decorre de uma linha temporal onde são avaliados dois momentos distintos, o antes e o depois conferindo o conhecimento antecedente e o conseqüente, respetivamente.

Para tirar um maior benefício prático desta utilização dos jogos e quebrar o recurso generalizado a testes de avaliação sobre a experiência de aprendizagem, Quellmalz afirma que uma nova geração de ferramentas de avaliação começa a ser desenvolvida, sendo suportada pelas novas tecnologias e media (Quellmalz, Timms, & Schneider, 2009). Esta procura tenta responder às atuais lacunas na avaliação, principalmente na área das competências que não é totalmente aferida, não passando em algumas circunstâncias de testes em papel ou com as tarefas realizadas em laboratório.

Nas últimas décadas, a investigação neste domínio tem procurando desenvolver esforços para conceber e implementar novas abordagens que suportem o paradigma da avaliação na aprendizagem baseada em jogos. Este percurso tem como ponto principal o desenho conceptual da avaliação no contexto educacional incluindo o desenho, a produção e a entrega de resultados da avaliação.

Para analisar esta questão dividimo-la em dois contextos distintos. O primeiro refere-se ao mensurar a aprendizagem onde pretendemos apresentar algumas metodologias de avaliação que suportam a aprendizagem pelos objetivos definido mensurando os resultados esperados. O segundo contexto de análise reflete diferentes modelos de desenho de jogos associados à aprendizagem que procuram incorporar a componente de avaliação no processo de desenvolvimento do próprio jogo.

2.4.5.1. Avaliação da aprendizagem digital

A mensuração dos resultados obtidos pelos alunos pela utilização dos jogos tem alcançado avanços com a implementação ou reimplementação de ferramentas baseadas em teorias ou métodos de avaliação.

Em primeiro lugar e como já referido anteriormente é importante sublinhar que a avaliação da experiência de aprendizagem com os jogos é maioritariamente realizada fora do contexto do jogo. Este processo aproveita um conjunto de ferramentas externas que atestam os resultados obtidos, como demonstrado por diversos autores de áreas como: ensino superior, gestão e desenvolvimento de competências pessoais e de equipa. Neste âmbito podem-se dar como exemplo as seguintes ferramentas: *Acumen Team Skills Assessment*, *Profiles Team Analysis*, entre outros (Allen et al., 2009).

O processo de avaliação mediado por computador é uma realidade cada vez mais frequente em diversos contextos de aprendizagem, não só pela conversão do teste de avaliação do suporte em papel para o computador, (exemplo, teste teórico da licença de condução ou exames de certificação em tecnologias), mas também pela utilização de jogos para o ensino de programação no ensino superior (Xavier & Coelho, 2011).

As vantagens de avaliar pelo computador são inúmeras e significativas como a eficiência por via da escalabilidade, a conveniência, a obtenção automática dos resultados com *feedback*, o armazenamento de informação para o *analytics* e relatórios de evolução, a acessibilidade, o controlo de fraude e reutilização. O uso da tecnologia na avaliação da aprendizagem apresenta benefícios para ambos os interlocutores, professor e alunos, onde o primeiro pode acompanhar de forma mais sistemática a progressão do segundo, e dar *feedback* ao aluno sobre a sua progressão ao longo do curso, bem como sobre os resultados dos testes de avaliação.

Vastas vezes a utilização da avaliação por computador corresponde a longas sequências de questões de escolha múltipla (QsEM), que na sua génese medem a precisão, a memorização e a retenção de um conjunto de factos.

Sendo os jogos sérios compostos por desafios ou combinação deste tipo de testes, há um incremento de complexidade no processo de avaliação. Por este facto, o recurso a métodos tradicionais de avaliação é desaconselhado, pois a memorização de factos tem menor relevância neste processo de aprendizagem.

Reconhecidamente, é considerado habitual a utilização de três tipos de avaliação nos jogos educacionais, a saber (Chen & Michael, 2005):

- **Finalização da avaliação:** Se completou a aula ou passou no teste?

- **Avaliação dentro do processo:** Como foram escolhidas as ações do jogo e se estas implicaram mudanças de comportamentos e em que medida tal sucedeu
- **Avaliação dos professores:** Com base na observação é o professor que decide se o aluno sabe ou não aquilo que foi proposto aprender

O primeiro tipo corresponde a uma simples forma de avaliação: conseguiu ou não terminar, ou atingiu ou não a resposta correta? Este tipo de avaliação apresenta demasiada simplicidade porque apenas se foca no resultado final do jogo como critério decisivo, em vez de se focar no processo como um todo, e assim analisar se os conteúdos foram suficientemente compreendidos ou mesmo se o aluno estudou o jogo para o ultrapassar.

Não sendo suficiente para a avaliação, à utilização deste critério junta-se o segundo tipo, o qual se centra na avaliação dentro do processo, e que requer um maior acompanhamento dos passos dados ao longo da aprendizagem. A perceção de toda a evolução realizada, através de indicadores como erros e correções, ou desvios identificados, permite avaliar mais do que dar uma resposta correta. Neste sentido, à avaliação do professor acresce a combinação dos dois tipos anteriores, o que permite alcançar mais do que o lançamento da grelha de avaliação, bem como controlar e analisar outros critérios, nomeadamente o tempo previsto para concluir a aula, o número de erros cometidos e o número de correções realizadas.

Em larga medida a utilização de jogos corresponde à satisfação destes tipos de avaliação, pela correspondência com o conjunto de características associadas ao desenho e aos diversos recursos disponibilizados pela tecnologia dos jogos (*logs*, *scores*, armazenamento e análise de sequências de interações, *feedback*, etc.).

James Paul Gee (2003) afirma que o *designer* do jogo já desenvolve uma técnica educacional, seja intencional ou não, através da construção de enredos complexos de aprendizagem e progressão dentro do jogo, que se intitulam de Tutoriais. Se os Tutoriais representam para o jogador o nível básico com vista ao controlo e interação com o jogo, bem como o teste à informação disponibilizada nos diferentes níveis ou missões, é cumprir as etapas básicas do tutorial significa aprendizagem sobre o essencial que permite a progressão dentro do jogo.

Uma outra forma de avaliação nos jogos é através da pontuação obtida, que permite efetuar comparações entre jogadores. Um sistema de pontuação ensina ao jogador a importância de cada item ou etapa dentro do jogo, seja por via de boas ou

más escolhas, ou até pela ausência de pontuação quando as ações concretizadas não são relevantes para o contexto de avaliação.

Sobre esta temática, a literatura faz referência a três “*frameworks*” teóricos que suportam a avaliação da aprendizagem em jogos sérios. São eles: RETAIN - *Relevance* (Relevância), *Embedding* (Incorporação), *Transfer* (Transferência), *Adaptation* (Adaptação), *Immersion* (Imersão) e *Naturalisation* (Naturalização) (Gunter, Kenny, & Vick, 2008), os quatro níveis de avaliação de Kirkpatrick (“*Kirkpatrick’s levels of evaluation*”) (Kirkpatrick, 1996) e o modelo de aprendizagem CRESST (Baker & Mayer, 1999).

A *framework* RETAIN foi desenvolvido para suportar o desenvolvimento de jogos de aprendizagem e avaliar como estes contêm e incorporam conteúdo educativo. Esta *framework* procura identificar a melhor combinação entre os vários elementos dos jogos, associando-os à taxonomia de géneros. O potencial educacional de jogos depende da coerência entre os diferentes elementos, que caso não exista a inconsistência e anomalias existentes, leva ao sucesso ao insucesso do jogo.

O modelo RETAIN pretende reforçar a capacidade de prevenir as incoerências através da utilização de alguns modelos de conceptualização da aprendizagem e da avaliação em diferentes níveis. Estes têm por base o currículo e a utilização de elementos de motivação no desenho. Os modelos de conceptualização da aprendizagem são a) Taxonomia de Bloom; b) Gagné’s Event’s of Instruction; c) Keller’s ARCS Model (Roodt & Joubert, 2009). Estes procuram maximizar o potencial das situações educacionais pela escolha da combinação mais apropriadas de fatores, a incorporar no desenvolvimento do jogo. Detalhando cada um dos modelos referidos:

- a) A taxonomia de *Bloom* corresponde a uma taxonomia de objetivos educacionais, dividindo a aprendizagem em três grandes objetivos: gerar aptidões, desenvolver competências e transferir conhecimento. Estes objetivos refletem-se por sua vez em três domínios distintos: Cognitivo, Comportamental e o de Aptidão. (Bloom, Engelhart, Hill, Furst, & Krathwhol, 1956)

A Tabela 2.5 apresenta seis níveis de acordo com a organização das capacidades esperadas segundo a taxonomia de Bloom para o nível cognitivo:

Tabela 2.5 - Aptidões relacionadas com a hierarquia progressiva de aprendizagem de Bloom

Objetivos de aprendizagem	Aptidões esperadas
Conhecimento	O aluno pode repetir a informação
Compreensão	O aluno pode explicar e prognosticar
Aplicação	O aluno pode resolver problemas e usar a informação
Análise	O aluno pode ver padrões ou conceitos e uma estrutura organizacional deve ser compreendida
Síntese	O aluno pode construir a estrutura, juntar partes individuais e formar um todo, com ênfase na criação de novo significado ou estrutura
Avaliação	O aluno pode comparar e fazer juízos sobre o valor das ideias ou materiais

A utilização de conteúdos hierarquizados segundo a taxonomia assegura que os alunos não ficam somente pela expectativa de memorizar os factos, mas também de os aplicar e fazer análises e avaliações sobre esse domínio específico. Com uma maior utilização ao nível da educação terciária, a avaliação baseada nesta hierarquia garante que a aprendizagem ocorre muito acima do superficial, pois cada nível providencia a escolha das aptidões e conhecimentos ao aluno.

Como a taxonomia de Bloom sugere um conjunto de níveis de aprendizagem que correspondem ao que se pretende atingir com a aprendizagem, pode-se afirmar que há uma equivalência entre estes e os objetivos da utilização dos jogos sérios, pois ambos são desenhados a partir de um problema ou experiência real. A proposta “séria” de aprendizagem subjacente ao jogo está assim fortemente correlacionada com o nível de aprendizagem desejada. Por isso, a definição dos objetivos de aprendizagem num jogo sério pode assumir vários níveis correspondentes à taxonomia de Bloom independentemente da maior ou menor complexidade requerida nos mesmos para os alunos.

Para garantir que a aprendizagem realmente acontece, há um outro aspeto que importa assegurar: manter a motivação do aluno no processo. Embora à primeira vista possa parecer que nos referimos a uma questão de desenho de jogo, na verdade há uma perceção que essas interações utilizadas no jogo também correspondem à progressão da aprendizagem.

- b) No modelo Gagné’s Nine Events of Instruction, os eventos de motivação também influenciam positivamente na obtenção dos resultados esperados. Estes funcionam como uma ferramenta que, além de responder à questão do desenho, também

implicam um conjunto de condições e interações para que atinja o sucesso na aprendizagem.

A sua implementação associada à avaliação garante uma série de eventos focados nos resultados e comportamentos da aprendizagem e treino. No entanto, a questão do envolvimento do aluno visando uma aplicação nos jogos sérios não decorre de uma hierarquia de eventos, mas sim do facto destes se assumirem como linhas de interseção do que passa dentro e fora da experiência de aprendizagem (Zemliansky & Wilcox, 2010).

Um (bom) jogo contém virtualmente todos os critérios listados, que não são necessariamente distintos ou separados por tarefas identificadas mas sim muitos elementos num único evento podem ser combinados ou interligado entre si (Becker, 2005).

A Tabela 2.6 é um resumo do modelo genérico de Robert Gagné que pode ser adaptado para utilizar nos jogos:

Tabela 2.6 - O modelo de *Gagné's Nine Events of Instruct* (adaptado de Becker (2005))

Eventos	Significado
1. Ganhar a atenção	Receção
2. Informar os alunos do objetivo	Esperança
3. Estimular a lembrança da aprendizagem anterior	Recuperação
4. Apresentar o estímulo	Perceção seletiva
5. Fornecer orientação na aprendizagem	Codificação semântica
6. Identificar o desempenho	Resposta
7. Fornecer <i>feedback</i>	Reforço
8. Avaliação do desempenho	Recuperação
9. Melhorar a retenção e transferência	Generalização

- c) No modelo Keller's ARCS, a motivação na aprendizagem pelo aluno baseia-se num processo sistemático representado por quatro passos, no âmbito dos quais a motivação pode ser atingida ou promovida. A Tabela 2.7 apresenta cada uma daquelas características baseadas na atenção, relevância, confiança e satisfação.

Tabela 2.7 - O modelo Keller's ARCS para o aumento de motivação na aprendizagem (adaptado de Roodt & Joubert (2009))

Caraterísticas do ARCS	Táticas de motivação
Ganhar e sustentar a atenção	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar gráficos interessantes e animação. - Provocar a curiosidade utilizando o mistério ou a necessidade de resolução de problemas. - Criar variabilidade nas abordagens de ensino e no ritmo.
Demonstrar relevância	<ul style="list-style-type: none"> - Ligar os conteúdos para os objetivos e interesses dos alunos. - Elaborar instruções compatíveis com o estilo de aprendizagem do aluno. - Conectar-se a aprendizagem com as experiências passadas.
Criar confiança	<ul style="list-style-type: none"> - Incentivar os alunos a criar uma expectativa de sucesso. - Criar situações em que os alunos compreendam que o sucesso está relacionado à sua própria capacidade, em vez da sorte ou da tarefa dificuldade.
Construir satisfação	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar reforços motivacionais extrínsecos, como recompensas e reconhecimento para sentimentos positivos sobre a aprendizagem. - Proporcionar oportunidades para aplicar os novos conhecimentos do aluno - Estabelecer um senso de justiça na quantidade de políticas de trabalho e de classificação

O modelo para conceptualizar a avaliação é o de *Kirkpatrick's* que através de quatro níveis apresenta a sequência necessária para a avaliação dos programas de aprendizagem ou treino, designado como os quatro níveis de avaliação de *Kirkpatrick* ("*Kirkpatrick's four levels of evaluation*"): Reação (*Reaction*), Aprendizagem (*Learning*), Comportamento (*Behaviour*) e Resultados (*Results*) (Kirkpatrick, 1994). Explicando cada um dos níveis, o primeiro nível é a Reação que avalia a satisfação do aluno e quantifica as suas perceções quanto à participação, sendo consideradas relevantes as reações negativas, pois reduzem a possibilidade de sucesso na experiência de aprendizagem, podendo ser um sinal que os participantes não estariam motivados para aprender.

O segundo nível corresponde à Aprendizagem através da avaliação da extensão ou da progressão das atitudes, melhorias de conhecimento e/ou aumento das aptidões, como resultado da participação na experiência. Em relação ao terceiro nível, o Comportamento, este já é realizado no contexto de trabalho onde ocorrem as novas situações depois da experiência de aprendizagem. Desta forma é possível quantificar qual a extensão das mudanças ocorridas no comportamento, baseado no conceito de transferência de conhecimento, como capacidade de aplicar conhecimento adquirido e competências em novas situações (Brunken, Plass, & Leutner, 2003).

O quarto e último nível, os Resultados, é relativo aos benefícios obtidos pela participação do programa de aprendizagem, na ótica da empresa. Entre eles podem-se considerar, nomeadamente, as relações custo-eficácia do treino, o retorno do investimento e os aumentos de produtividade, etc. De alguma forma, estes são a causa da realização do programa.

Sendo um modelo hierarquizado, as transições entre níveis também assumem um papel fundamental para o processo de avaliação pois a informação recolhida tem um valor acrescido, embora este se torne mais complexo e demorado.

A Tabela 2.8 mostra quais os resultados esperados para cada um dos níveis apresentados na avaliação do treino:

Tabela 2.8 - Os quatro níveis de avaliação de treino de Kirkpatrick (*“Kirkpatrick’s four levels of evaluation”* (Kirkpatrick , 1996))

Nível	Resultados esperados
Reação	Reação do aluno ao programa: nível de satisfação.
Aprendizagem	Mudança de atitudes, aumento de conhecimento, e/ou aumento de competências do aluno durante o treino
Comportamento	Alteração dos comportamentos devido à participação, isto é transferência de aprendizagem para o contexto de trabalho
Resultados	Como a organização beneficiou da participação do colaborador num programa de aprendizagem

A avaliação de um programa de treino deve aplicar esta metodologia na sua totalidade, seguindo os níveis pela sua ordem, para a correta análise dos resultados esperados. Esta *framework* tenha uma grande implantação na avaliação do treino pela sua estrutura consistente com o ciclo de aprendizagem de aptidões e atitudes, onde a avaliação é realizada em vários eixos, tais como: o programa de treino, o aluno e a transferência de aprendizagem do aluno para o contexto de trabalho.

Por último, apresentamos a *framework* CRESST, de Baker & Mayer (1999) que é composta por cinco conjuntos de exigências/compromissos cognitivos fundamentais, tais como se apresenta na Figura 2.3:

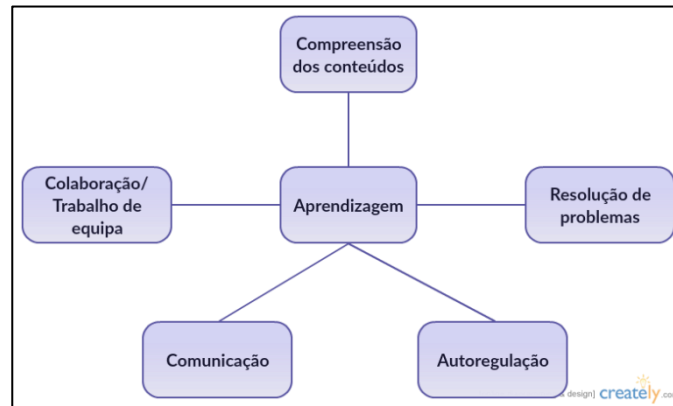


Figura 2.3 - O modelo CRESST de aprendizagem: conjunto de exigências cognitivas (adaptado de Baker & Mayer (1999)).

No âmbito da aprendizagem, o modelo tem as seguintes cinco exigências cognitivas: compreensão dos conteúdos, resolução dos problemas, autorregulação, comunicação e colaboração/ trabalho em equipa que permitem o desenho da aprendizagem pretendida. Os autores afirmam que cada um dos grupos consiste numa ação que quando aplicada no desenho da aprendizagem é uma tarefa que posteriormente é testada (avaliado os resultados da aprendizagem). Esta *framework* pode suportar várias áreas de aprendizagem dado que também inclui diversos tipos de ações. Um exemplo apresentado pelos autores é a conjugação entre compreensão de conteúdos e invocação de leitura, ao que se associa conhecimentos anteriores para que se alcance uma explicação do conteúdo.

As três *frameworks* apresentadas refletem os domínios de avaliação da aprendizagem, mas ainda necessitam de melhorar a sua convergência com as tecnologias, nomeadamente porque a GBL, do ponto de vista da avaliação, tem de ter em linha de conta um conjunto hierarquizado de necessidades (Taxonomia de Bloom), resultados esperados (os quatro níveis de avaliação de Kirkpatrick) e/ou exigências cognitivas (modelo CRESST). Toda a questão da aprendizagem quando se associa aos jogos tem de ter presente a questão do meio, pelo que estes têm de promover um envolvimento favorável ao aluno. Esta experiência deve assim incluir um aumento da motivação no processo de jogo através de táticas (modelo Keller's ARCS) e/ou eventos (modelo Gagné's Nine Events of Instruction), com o foco nos resultados para que se tenha sucesso na aprendizagem.

2.4.5.2. Desenho da avaliação em jogos sérios

No tópico da aprendizagem com jogos, pretendemos mapear um conjunto de *frameworks* conceituais de desenho de jogos sérios que já aplicam diversos modelos de avaliação integrados no processo de desenvolvimento de jogos. Com esta análise é explicado quais os elementos/componentes de cada um destes e os seus princípios orientadores.

A primeira das *frameworks* intitula-se de modelo de desenho de avaliação centrado em evidências, *Evidence-Centered assessment Design* (ECD), cuja ideia fundamental é que a avaliação resulta da análise de evidências, funcionando como uma “interação triangular” (Mislevy, Steinberg, & Almond, 2003).

Esta metáfora corrobora com a seguinte definição de avaliação onde um processo é baseado nos princípios de raciocínio por evidências, ao procurar inferir se os alunos sabem as respostas pretendidas já definidas entre um conjunto de tarefas ou desempenhos selecionados. A sua representação gráfica coloca em cada um dos vértices os seguintes elementos chave: a cognição (teoria e informação sobre como os alunos aprendem), as observações (o desempenho das tarefas dos alunos podem demonstrar a sua aprendizagem), e a interpretação (os métodos usados para desenhar as inferências a partir das observações) (Glaser, Chudowsky, Pellegrino, & others, 2001), adotado de “National Resource Council” na Figura 2.4.

A partir desta abordagem triangular afirmamos que a avaliação é o processo de raciocínio por evidências onde as três chaves devem estar intimamente relacionadas para que esta seja considerada válida. Segundo Messick (Messick, 1994), o quadro tem três modelos conceituais de avaliação aplicáveis à aprendizagem que apresenta os seguintes contributos: 1) as metas de aprendizagem em conformidade com o especificado no modelo de cognição do aluno; 2) um modelo de evidência que especifica as respostas ou desempenhos dos alunos (os resultados esperados de aprendizagem); e por último, 3) um modelo de tarefas com os tipos específicos de perguntas ou tarefas designadas para extrair os comportamentos ou desempenhos identificados no modelo de evidência.

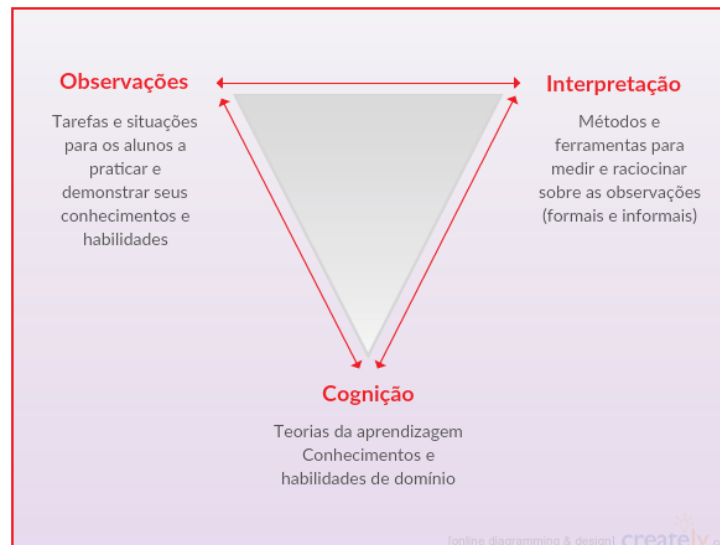


Figura 2.4 - Triângulo de avaliação baseado em evidências, adotado de “National Resource Council”.

Outro exemplo de *framework* de avaliação é a estrutura das quatro dimensões de De Freitas & Oliver (2006): o contexto, a especificação do aluno, os modos de representação e os princípios pedagógicos. Estas dimensões permitem a avaliação da aprendizagem baseada em jogos - e simulações -, contudo não podem ser consideradas individualmente, mas sim relacionadas entre si.

Desta forma, as quatro dimensões devem ser consideradas como interativas onde cada uma delas contém um conjunto de características-chave que é importante destacar. Na primeira dimensão, a Representação, as características são: a imersão, a apresentação, a fidelidade e o nível de interatividade; na segunda, o Aluno, são: a demografia, as preferências, o grupo e as competências; na terceira, o Contexto, são: o lugar, o acesso e o suporte técnico; e por último, a Pedagogia, são: os modelos de aprendizagem, o círculo de aprendizagem que podemos resumir como situacional, cognitiva e associativa.

A Figura 2.5 representa de forma esquemática esta explicação:

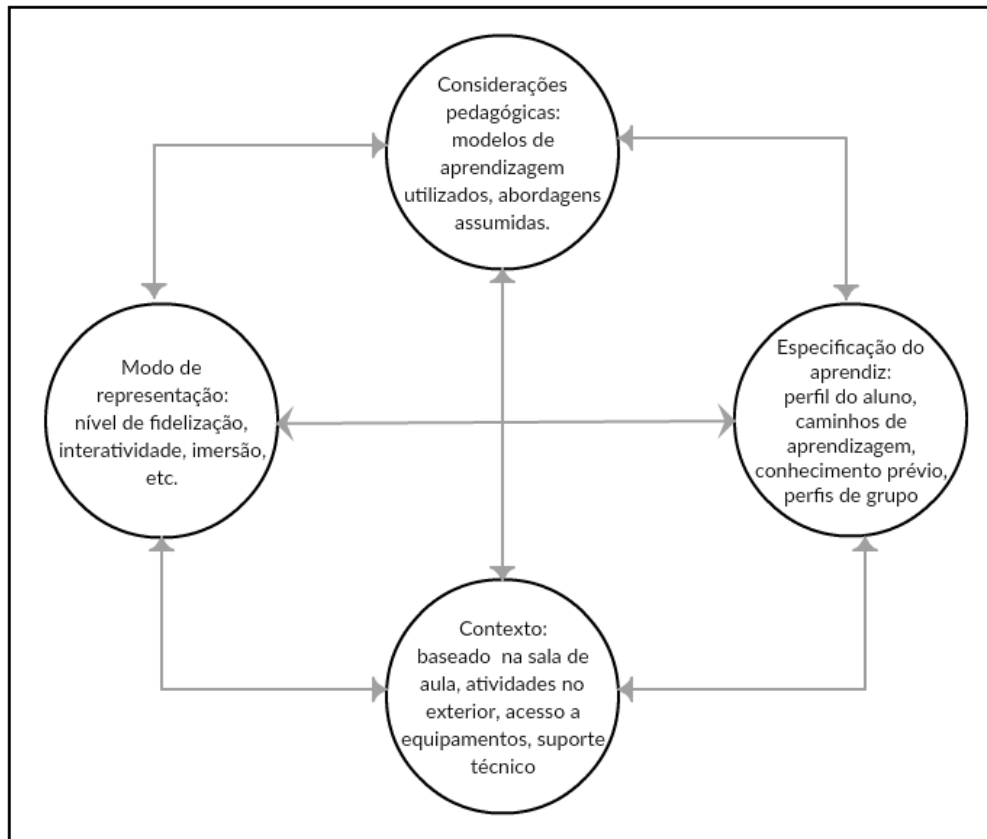


Figura 2.5 - “Framework” das 4 dimensões de Freitas aplicada no design de jogos para a aprendizagem (adaptado de S. De Freitas & Oliver, 2006)

Harteveld (2011) é outro dos investigadores que apresenta os fundamentos de *design* de qualquer jogo com um propósito sério, fornecendo uma maneira de pensar sobre como desenhar jogos com sucesso. Este modelo posiciona-se na continuidade com as estruturas apresentadas anteriormente, onde é considerado como chave o equilíbrio entre as forças exercidas pelas três áreas intervenientes na conceção ou utilização de jogos com propósito educacional, que são: a pedagogia, os elementos de jogo e a realidade. Apesar das semelhanças, esta abordagem tem outra pretensão que é colmatar uma lacuna existente na teoria do design de jogos, através da clarificação da definição de espaço do design (Simon, 1969). Este espaço tem três pilares nucleares: Espaço do Jogo (“*Play*”), Significado (“*Meaning*”) e Realidade (“*Reality*”).

Este equilíbrio tripartido pretende reduzir o risco de insucesso da utilização dos jogos com propósito sério para treino e aquisição de competência. Esta situação de risco acentua-se quando por exemplo uma representação do contexto ou atividade de treino tem um elevado grau de imprecisão quanto ao seu funcionamento/descrição no mundo real, podendo provocar enormes consequências ou impactos aquando da tomada de decisões reais. Consequentemente, o objetivo prioritário deste modelo é

evitar a todo o custo estas incoerências nos SG em contraposição aos jogos de entretenimento, pois o desenho do jogo tem de enfatizar a relevância do significado e da realidade.

As três componentes criam um lugar imaginário no cruzamento das suas linhas estabelecendo um triângulo. Este contribui para o planeamento do processo de desenho, nomeadamente ligando um problema (seleccionado a partir de um mundo de possibilidades relacionadas com os problemas) com uma solução (escolhida a partir de um mundo de desenhos possíveis) (Harteveld, Guimarães, Mayer, & Bidarra, 2009; Krishnamurti, 2006).

A Figura 2.6 mostra a estrutura das três componentes onde no espaço de desenho onde o equilíbrio precisa ser encontrado dentro e entre os três mundos. Sendo um equilíbrio muito difícil de alcançar, para lidar com essas tensões e garantir que as decisões certas sejam tomadas para criar um jogo harmônico, é necessário estabelecer um quadro de referência.

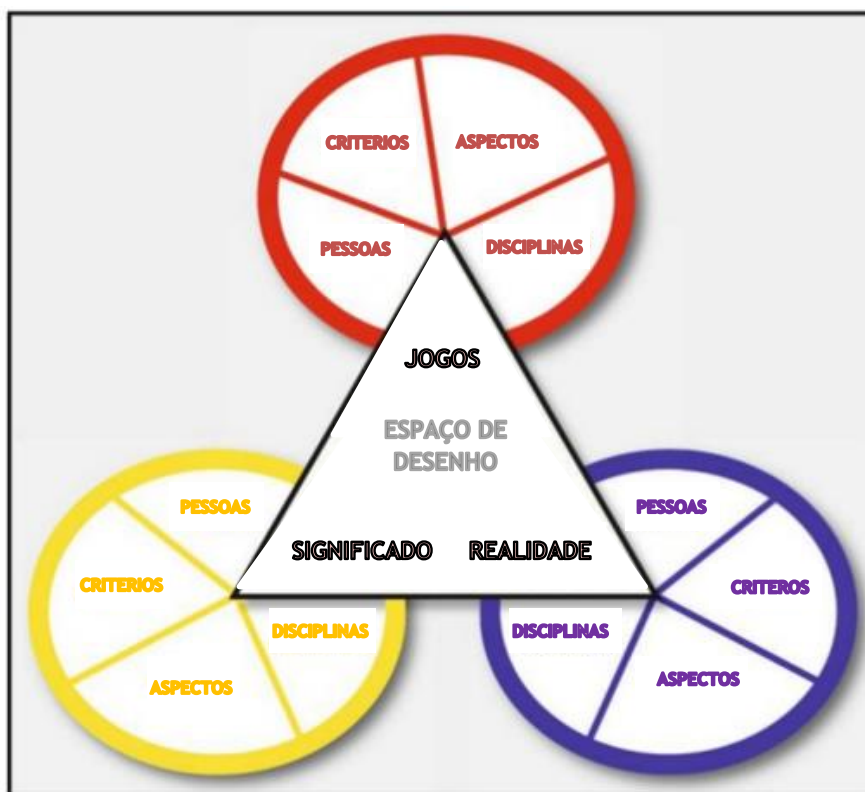


Figura 2.6 - “Framework” triádica de desenho de jogos de Harteveld (adaptado de Harteveld, 2011) .

Resumidamente, o primeiro componente representa o mundo associado aos jogos digitais (suportado pelas tecnologias existentes por detrás dos jogos), o segundo está associado à preocupação pela reflexão, transferência e relevância (relacionado com

as ciências da aprendizagem, psicologia e semiótica), e, finalmente, a representação do mundo real e do seu modelo num jogo (objeto e contextos).

Outra estrutura desenvolvida para a conceção e desenvolvimento de jogos educativos é “Design, Play and Experience Framework” (DPE). Esta tem como objetivo principal a descrição da relação entre o *designer* e o jogador como uma experiência mediada, com o objetivo de este conseguir os resultados esperados através do jogo. O feedback da experiência do jogador assume-se como um dos maiores contributos para o sucesso dos objetivos traçados. Por este fato, este modelo é suportado por três pilares onde cada uma das camadas contribui para o desenho consoante a fase/nível do jogo e o tipo de jogador.

Segundo Hunicke & Marc LeBlanc (2004; LeBlanc, 2005), a DPE é uma extensão que combina a framework MDA, que engloba a mecânica (“Mechanics”), a dinâmica (“Dynamics”) e a estética (“Aesthetics”) com um processo iterativo de desenho (Salen & Zimmerman, 2004), cujo propósito é corresponder às diversas necessidades do desenvolvimento dos SG e apresentar uma linguagem para discutir o desenho através duma metodologia que torne mais fácil a todas as partes a decomposição, o estudo e o desenho de uma ampla classe de desenhos e artefactos para os jogos de aprendizagem.

Conforme é apresentado na Figura 2.7, a MDA descreve a relação entre o *designer* e jogador, onde o primeiro desenha o jogo, o segundo joga e os resultados obtidos são a experiência do jogador.



Figura 2.7 - “Framework” MDA (mechanics, dynamics, and aesthetics) de Hunicke e Marc LeBlanc (adaptado de Hunicke et al., 2004).

O desenho do jogo tem sempre em primeira instância os objetivos alinhados com os resultados da experiência, mas esta afirmação não pode ser interpretada como um processo de sentido único até à implementação. Isto significa que o fator experiência pode representar um regresso à fase do desenho através de uma iteração que possibilite a utilização da prototipagem do jogo para testar a eficácia dos objetivos pretendidos com a experiência obtida.

Esta questão da inter-relação entre os três pilares corresponde ao processo iterativo de desenho de jogos de Salen & Zimmerman (2004), os quais, baseados na

experiência obtida nos testes, retornam de forma interativa ao início do processo, ou seja, ao desenho, prototipagem e novamente aos testes para melhorar os resultados esperados. O jogo, como espaço de ação (“Play”), torna-se assim um território fortemente influenciado pelo jogador e enquanto experiência mediada.

Para a “framework” DPE expandida convergiram também outro conjunto de camadas relacionadas com a especificidade do desenho de jogos sérios, que são transversais aos três componentes iniciais da estrutura. A

Figura 2.1 mostra a ligação das várias camadas com os componentes, bem como em que aspetos se estabelecem essas ligações. Na base da estrutura está a camada da tecnologia que suporta toda a estrutura.

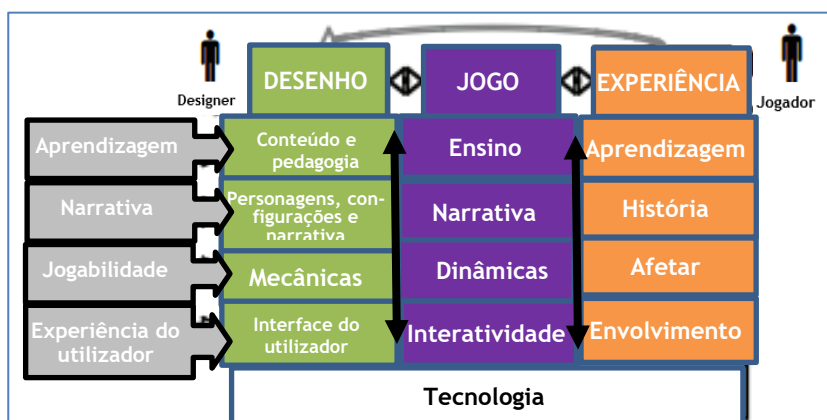


Figura 2.8 - “Framework” DPE expandida adaptada de Brian Winn (2009).

Para finalizar este estudo das *frameworks*, importa referenciar mais dois modelos existentes neste contexto do desenho de SG: “*Experimental Gaming Model*” (K Kiili, 2005) e o modelo multidimensional designado de EFM (“*Effective learning environment, Flow experience and Motivation*”) (M. Song & Zhang, 2008). Na sequência do modelo anterior, estes modelos refletem um maior foco na experiência no contexto do jogo, realçando o mensurar de objetivos como a motivação e a experiência de aprendizagem do jogador, ou outros aspetos mais emocionais ou afetivos.

A primeira estrutura referida, “*Experimental Gaming Model*”, apresenta o processo de aprendizagem como um processo circular, baseado na construção de esquemas cognitivos através de atividades dentro do ambiente de jogo. De acordo com este modelo, tanto as interações diretas entre jogadores, como as experiências que estes têm com o meio ambiente criam um mecanismo de aprendizagem circular onde se

incluem todos os passos necessários para garantir o sucesso e a realização dos objetivos.

Segundo Kiili (2005), o autor deste modelo, os elementos mais importantes do jogo educativo devem estar contidos no cenário que irá definir quais os objetivos de aprendizagem. O *feedback* assume um papel importante porque fornece uma reflexão sobre o conhecimento adquirido e avalia o desempenho do próprio jogador (Malliarakis, Satratzemi, & Xinogalos, 2014). Este modelo de jogo experimental destaca-se pelo profundo envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, estimulado através de todas as funcionalidades do jogo.

Este modelo apresentado na Figura 2.9, é composto por dois ciclos, o do jogo e o do desenho. O primeiro corresponde a uma descrição de ambos os processos: de jogar e da aprendizagem com os jogos. O foco principal está no reforço dos fatores fundamentais que influenciam decisivamente a experiência de jogo e a aprendizagem com jogos, representado pela zona circular mais interior da figura apresentada.

O segundo ciclo, representado pelo círculo mais exterior, descreve as principais fases do desenho do jogo como um guia orientador deste processo.

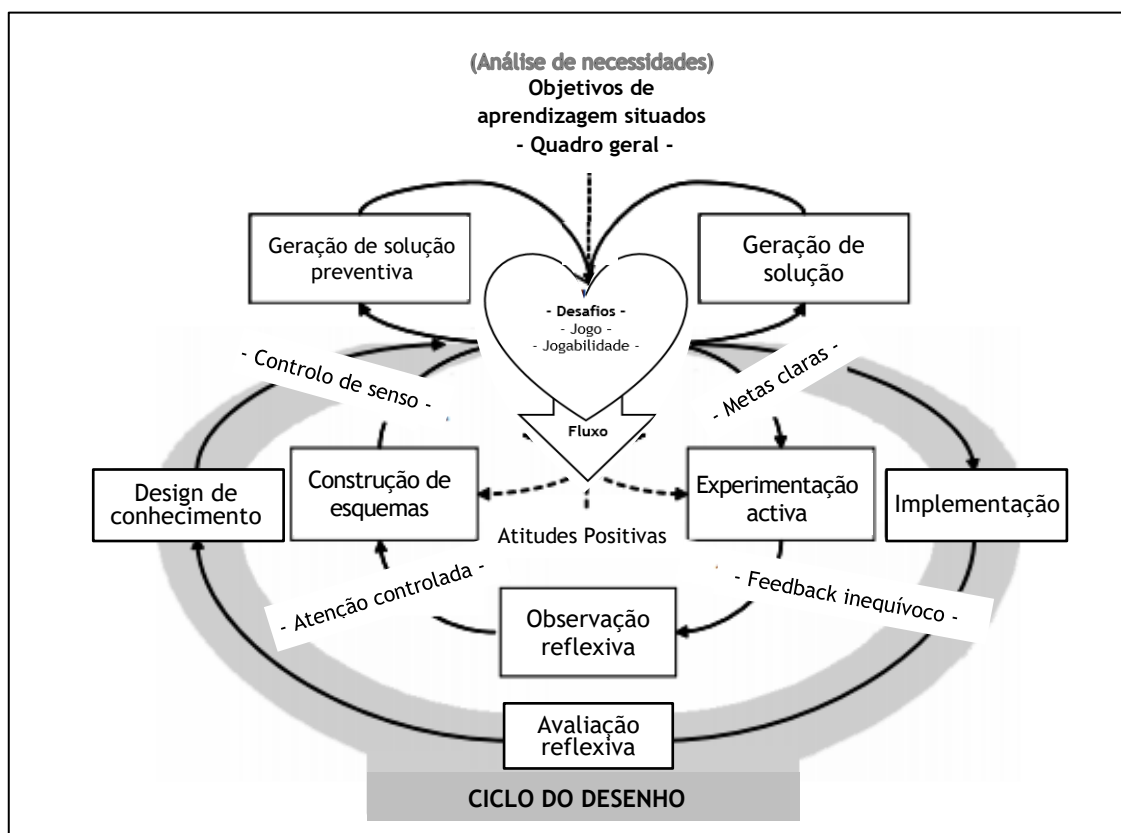


Figura 2.9 - Modelo de jogo experimental adaptado de K. Kiili (2006) para colmatar a lacuna entre o desenho do jogo e a pedagogia.

Embora o processo de desenho seja mostrado de forma muito abstrata devido à diversidade da taxonomia dos jogos, este modelo procura enaltecer a importância dos vários fluxos antecedentes no desenho de jogos de aprendizagem, tais como os desafios combinarem com nível de aptidões do jogador, objetivos claros, *feedback* claro e direto, sentimento de controle, jogabilidade, proveito total do jogo, atenção direcionada e corresponder a uma história contextualizada (narrativa). Kristian Kiili (2006), fundamentado em outros trabalhos realizados afirma que o fluxo obtido pela experiência tem um impacto positivo na aprendizagem, comportamento exploratório e nas atitudes dos jogadores.

Quanto ao segundo e último modelo de valorização dos fluxos da experiência em jogo, EFM, este sugere algumas boas práticas no desenho para inspirar a motivação e dos alunos e ajudá-los a aprenderem verdadeiramente com o jogo.

O modelo sugere algumas ideias para desenvolver jogos com ambientes eficazes para a aprendizagem, onde os alunos desenvolvam uma motivação acrescida durante o processo do fluxo da experiência. O autor considera um ambiente eficaz de aprendizagem como suficientemente competente quando este suporta os sete requisitos básicos ao apresentar determinadas tarefas com objetivos claros e desafios apropriados e atingir um elevado grau de interação e *feedback*. Sendo estes os aspetos relevantes para o desenho da experiência de fluxo, ainda há que considerar outros dois níveis distintos.

Em primeiro lugar há um grupo de nove componentes do fluxo de experiência, subdivididos em três categorias de fatores: Condicionais, Experiência e Resultados; e um segundo grupo de estratégia com quatro componentes essenciais (relevância, confiança, satisfação e atenção) para estimularem a motivação, conforme mostra a Figura 2.10.

Sucintamente, através deste modelo de desenho, um jogo educativo pode tornar-se num ambiente eficaz de aprendizagem para os alunos realizarem um fluxo de experiência, que se reflete na inspiração e motivação (M. Song & Zhang, 2008).

Com estes componentes: a motivação, o fluxo, o ambiente eficaz de aprendizagem e o jogo educacional, estabelecem-se uma forte ligação interna entre si, embora simultaneamente possam representar alguma complexidade no que se refere à implementação dos mesmos nos jogos, como é mostrado na Figura 2.10:

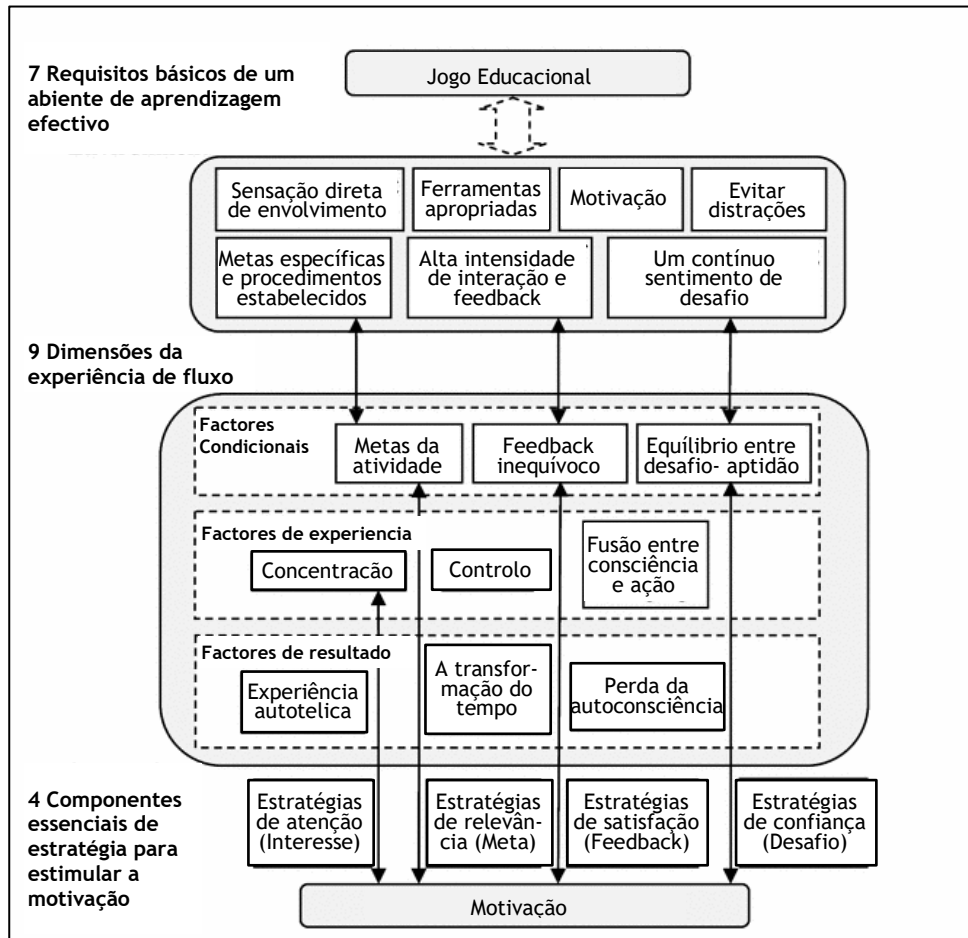


Figura 2.10 - Modelo de design de ambientes efetivos de aprendizagem adaptado de Song (2008)

Face ao exposto sobre a avaliação na aprendizagem com jogos, é possível concluir que apesar da investigação já realizada, bem como da diversidade de abordagens na aplicação da avaliação no desenho e desenvolvimento de jogos, a utilização da avaliação na aprendizagem com jogos continua envolta em alguma incerteza relativamente ao sucesso desta abordagem.

Reconhece-se no, entanto, que os modelos referenciados procuram associar o processo de avaliação às mais-valias que a utilização dos jogos tem junto dos alunos, mais concretamente no modo como os vários elementos dos jogos são influentes para obter uma avaliação eficaz dentro dos próprios jogos. Se tivermos em conta todo o processo de desenvolvimento dos jogos, a avaliação dos resultados pode ser assegurada e quantificada através da interligação de elementos-chave do desenho, tais como: interface, ambiente de jogo (“Play”), narrativa e mecânicas (S. Song & Lee, 2007), sem esquecer o elemento da motivação e envolvimento dos alunos em adquirir os conhecimentos e atingir novos patamares na aprendizagem.

Outro dos aspetos importantes do processo de avaliação são os seus intervenientes e os respetivos papéis a desempenharem nele. Se pensarmos em utilizar três eixos colaborantes na avaliação dos jogos educativos, poderíamos considerar os critérios de avaliação, os avaliadores e o processo adequado de avaliação (Omar & Jaafar, 2010). Neste âmbito há que enfrentar novos desafios para os avaliadores, pois a intervenção assenta numa expectativa de colaboração e ajuda aos responsáveis pelo desenvolvimento e implementação, não só do processo de avaliação a ser utilizado, como também compreender e identificar os elementos de entretenimento associados ao jogo e que contribuam para um ambiente favorável para os alunos procurando a excelência na aprendizagem. Aqui podemos detetar uma necessidade futura de aparecimento/ desenvolvimento de novas estruturas para apoiar os tutores/ professores/ instrutores para identificarem e utilizarem os jogos educativos da maneira mais eficaz na sua prática de ensino” (S. De Freitas & Oliver, 2006), bem como possibilitarem que estes se tornem os alunos mais participativos, de modo mais interativo, sendo os jogos integrante desse processo de aprendizagem, em diversos contextos.

Assim existe todo o interesse em avançar no desenvolvimento de novas abordagens que favoreçam não só a intervenção de vários intervenientes no processo, mas acima de tudo a interação entre si. A promoção de uma nova geração de sistemas de avaliação, validação e certificação de competências baseados em SG permitirá a aprendizagem, seja qual for o seu contexto, e acomodar todas as mudanças e impactos que os jogos impliquem. As certezas são ainda menores que as certezas em diversas áreas de investigação, porém o conjunto de situações já validadas revelam-se como uma oportunidade para se aprofundar o processo interativo entre o desenho dos jogos, a aprendizagem e ambos os domínios da avaliação e certificação.

2.4.5.3. Considerações finais sobre o desenho e avaliação da aprendizagem com jogos

Resumindo este tópico da revisão da literatura, observa-se que a avaliação é um elemento decisivo no processo de aprendizagem, sendo um dos maiores desafios para todos os estudiosos e teóricos da aprendizagem. No que concerne ao nosso trabalho de investigação, é importante sublinhar a forma e a substância da matéria a avaliar na aprendizagem com os jogos.

A análise realizada permitiu compreender os avanços sobre a integração do processo de avaliação no desenvolvimento dos jogos sérios, a partir da aplicação de

diversos *frameworks* que usam os elementos dos jogos para lhes associar componentes pedagógicos.

Entre as várias estruturas estudadas, algumas referem-se à necessidade de criar ambientes de fruição fortemente motivadores para o sucesso da aprendizagem, os quais, na sua maioria, têm como princípio de funcionamento a interligação e o equilíbrio entre componentes participantes no desenho de SG. No essencial, podemos afirmar que esta integração só é possível graças à boa comunicação entre os interlocutores do processo de desenho e ao facto de, não se desvalorizar nenhum componente envolvido nos modelos revistos. Isto porque, na aprendizagem tudo influencia os resultados esperados, desde os desafios, eventos, envolvimento, motivação, fluxo de experiência/ aprendizagem, *feedback*, contextos, ambientes virtuais, etc.

Por sua vez, a avaliação da aquisição e transferência de conhecimento obtido com os jogos, é colocado o foco na necessidade de hierarquizar a aprendizagem de maneira a atingir os resultados esperados. No entanto, a aprendizagem não é vista apenas como resultado de uma sequência de objetivos alcançados por meio de uma experiência de jogo. A avaliação, apesar de ainda ser realizada com alguma frequência de forma tradicional (i.e. testes sumativos), já leva em linha de conta os modelos de convergência. Outro aspeto importante e transversal à aprendizagem e ao jogo é a motivação, cuja promoção é a chave de sucesso para que o aluno atinja os resultados esperados. Os vários modelos apresentados destacam a promoção da motivação e o envolvimento como elemento fulcral na decisão da realização das atividades e correspondente aquisição de conhecimento.

Segundo Conole (2004; Conole & Warburton, 2005) e Wills (Wills et al., 2009), uma das ideias que se retira desta análise no domínio da avaliação aplicada a jogos é a procura, ou reivindicação de uma maior convergência entre o papel da tecnologia e a forma como esta pode ter impacto na avaliação, dado que ainda se encontra no começo. Assim, na aprendizagem com os jogos torna-se necessário avançar para o desenvolvimento de novos modelos que permitam explorar e retirar proveito dos benefícios do sucesso da experiência de aprendizagem com jogos.

Estas questões têm um importante significado para este trabalho, dado que nos indicam qual o melhor caminho para novos trabalhos de investigação, nomeadamente no domínio das metodologias para o desenho de jogos sérios. Tal como tratado neste capítulo, a utilização de uma metodologia para a conceção, desenho e implementação de jogos sérios é fundamental para o sucesso dos objetivos propostos. Sem uma interligação entre os diferentes aspetos (desenho, aprendizagem, avaliação, entre

outros) há uma elevada probabilidade de insucesso no desenho do jogo sério e do seu propósito de contribuir para a aprendizagem. Portanto, todo e qualquer processo de desenho de jogos sérios tem de assumir como objetivo principal a garantia do alinhamento total do desenho com as teorias de aprendizagem (Allen et al., 2009).

O analista Jim Brazel do *Digital Media Collaboratory* (DMC) no Instituto IC2 da Universidade do Texas, em Austin, aborda ainda outro tipo de método de avaliação que decorre dos jogos digitais: “o uso do desenvolvimento de jogos é ele próprio uma ferramenta de aprendizagem” (Chen & Michael, 2005). Ou seja, o *designer* para fazer um jogo eficaz tem de ser conhecedor do fenómeno ou informação detalhada a simular. Apesar da criação de cada jogo ter um potencial para novos conhecimentos e novas formas de concretizar através de comportamentos emergentes, não há conhecimento suficiente por parte dos *designers* sobre testes e outros métodos pedagógicos, para além dos métodos tradicionais de avaliação. Por isso, torna-se fulcral que ambos os intervenientes, *designer* e instrutor/treinador, possam trabalhar em conjunto para desenvolver SG como nova ferramenta de ensino.

Esta oportunidade de investigação pode aprofundar o saber sobre a temática conduzindo à definição de uma nova estratégia de desenho de jogos para o treino e certificação de competências pela combinação de vários elementos de medição do desempenho, tais como: número de tentativas para completar a missão, curva de aprendizagem (Wallner & Kriglstein, 2011), novas metodologias para avaliar a experiência individual obtida no contexto de jogo (i.e., a experiência de jogo (Nacke, Drachen, & Göbel, 2010)), e ainda a análise do fluxo das experiências realizadas durante o jogo (Boyan & Sherry, 2011).

Capítulo 3

Treino e certificação de competências

Este capítulo pretende explorar os conceitos associados ao treino de competências como um processo estruturado para a aquisição de conhecimento, atitudes e aptidões. Através da análise de vários métodos de treino em diferentes contextos propomos apresentar genericamente os conceitos associados à temática, bem como um conjunto de quadros de referência de certificação, aplicados a este trabalho de investigação.

Importa ainda referir que na explicação da temática ao longo deste capítulo, os termos competência e a atitude são usados como sinónimos porque a documentação do Quadro de Referência Europeu (EQF) tem os documentos base na língua inglesa e também em português, onde a tradução da palavra inglesa *competences* é atitudes. Tendo em atenção que o Quadro Nacional de Qualificações (QNQ), regulamentação que corresponde transposição do EQF em Portugal, não qualquer referência a competência, mas sim atitudes quando se refere a *competences* e aptidões quando se refere a *skills*. A contextualização desta temática leva a que muitas vezes utilizemos a expressão “aquisição de competências” na maioria das vezes designa o conjunto de conhecimento, aptidões e atitudes. A última nota que queremos referir é que como utilizamos referenciais internacionais que se referem sempre a *competences* ao conjunto de aptidões que têm na sua estrutura. Face à transcrição direta da palavra para competências corresponde a atitude, comportamento ou modo de proceder.

Por último, apresentam-se as definições dos conceitos do processo de certificação de competências, descrevendo-se a certificação como um processo de validação de resultados e metas, com a análise de vários *standards* de referência.

3.1. Conceitos básicos

O treino e a formação são conceitos iguais na definição, mas um pouco diferente no contexto. O treino e formação são compreendidos como uma ação associada à aquisição de competências (conhecimento, aptidões e atitudes), contudo a formação pode ser entendida como um treino relativo à atividade profissional onde a aprendizagem é desenvolvida preferencialmente no local de trabalho, para melhorar o rendimento dos colaboradores. Estes ganham prática com ferramentas, equipamentos e outros elementos de utilização no quotidiano profissional. Complementar ao conceito há outro conceito é a certificação. Uma definição inicial para este conceito é a validação das competências que o indivíduo alcançou após o programa de treino, sendo que esta questão será discutida ainda neste capítulo.

O treino encontra-se associado a muitos contextos sendo definido como uma experiência de aprendizagem planeada para assegurar a mudança permanente no conhecimento, atitudes ou aptidões individuais (J. J. Campbell, Dunnette, Lawler, & Weick, 1970). O significado desta aprendizagem corresponde à melhoria do desempenho do indivíduo para atingir um determinado nível de conhecimento ou aptidão (*skill*), através da transmissão organizada de informações e/ou instruções orientadas⁶.

O autor Michael Armstrong (2006) reforça a ideia do desempenho associada ao treino afirmando que é um desenvolvimento sistemático dos conhecimentos, aptidões e atitudes exigido a um indivíduo para desempenhar uma determinada tarefa ou trabalho. Na mesma ordem de ideias, Edwin Flippo (1992) afirma que o treino é um ato de incremento de conhecimento e das aptidões de um colaborador para que realize um trabalho específico ou em particular. Por último, o autor Aswathappa (2005) define o conceito como uma melhoria das aptidões, atitudes onde o treino funciona como uma contribuição na atualização de aptidões antigas e no desenvolvimento de novas.

⁶ Definição <http://www.businessdictionary.com/definition/training.html>

Por mera curiosidade na língua inglesa há uma diferença semântica que não há na língua portuguesa, entre os conceitos *competency* (competência) e *competencies* (competências), bem como as suas aplicações. O primeiro conceito corresponde à capacidade que o indivíduo tem para realizar escolhas deliberadas, tendo em conta um conjunto de comportamentos que possui para lidar com as situações e tarefas em contextos específicos da atividade profissional. Já o segundo conceito, *competencies*, é considerado mais próximo ou dependente do contexto, e não do indivíduo, implicando sempre a integração de conhecimentos, aptidões, tomadas de decisão (julgamento) e atitudes (Govaerts, 2008). Contudo não há qualquer distinção na forma de aquisição dessas capacidades, as quais são realizadas através de sessões ou programas de treino.

Para alguns tipos de competências/atitudes pode-se considerar que estão associadas a um âmbito específico de uma organização ou mero contexto particular, tais como: pessoais, funcionais e orientadas à tarefa. Estritamente em relação a esta tipificação, as competências/atitudes pessoais representam o núcleo de conhecimento, capacidade e atitude que cada pessoa deve ter para conseguir um desempenho elevado. Em relação às competências/atitudes funcionais, o segundo tipo, estas estão dependentes de uma determinada área ou profissão, sendo que estão fortemente relacionadas com os conhecimentos técnicos ou capacidades necessárias para o desempenho de funções numa dada área concreta. Por último, as competências/atitudes orientadas às tarefas estão implicitamente associadas à especificidade do desempenho de uma função.

A aquisição de competências baseada no treino vai enfatizar aquilo que o indivíduo tem de fazer no local de trabalho como resultado após a conclusão do treino. Estas competências incluem a capacidade de realizar tarefas individuais, a gestão de várias tarefas diferentes, a resposta às contingências, emergências ou avarias e, finalmente, a ocupação com as responsabilidades do trabalho.

É normal que os programas de treino sejam diferentes para distintos setores económicos, tal como entre as organizações. Daqui resulta que aquilo que os condiciona é a necessidade específica de treino para um perfil de função. Para responder a esta diversidade de potenciais necessidades através de programas de treino, segundo Kulkarni (2013) podemos categorizar o treino de competências em dois eixos: treino no trabalho e treino fora do trabalho. A Tabela 3.1 apresenta, para cada um dos eixos, que tipos de programas de treino podem ser utilizados:

O treino, enquanto o processo sistemático, deve ser dirigido de maneira a tirar os benefícios esperados. Basicamente, podemos caracterizar um sistema de treino

(programa) em quatro fases: 1) Avaliação das necessidades de treino/formação; 2) Desenho dos programas de treino; 3) Implementação do programa de treino; 4) Avaliação do programa de treino.

Tabela 3.1 - Tipos de treino segundo Kullkarni (2013)

Eixos	Programas de treino aplicáveis
Treino no trabalho	Instruções de trabalho Aprendizagem e monitoria Rotação de funções Comissão de serviço Estágio de formação
Treino fora do trabalho	Instruções programadas Palestra em Sala Exercícios de simulação <ul style="list-style-type: none"> - Jogos de negócios - Método de estudo de caso - Método audiovisual - Exercícios experimentais - Formação online - Modelação por computador - Modelação de comportamentos - Interpretação de papéis - Conferência/ método e discussão - “Workshops” /seminários

Por isso, podemos concluir que o treino de competências é suportado por um programa cuja abordagem estruturada corresponde a uma necessidade de formação de um indivíduo para alcançar determinados resultados. Decorrido o treino, a avaliação é feita *in loco*, no trabalho ou contexto em que se realiza a tarefa, isto no sentido da verificação ou não da aquisição dos conhecimentos, aptidões ou atitudes pretendidas.

Tendo como base esta conclusão, a certificação é o processo voluntário que precede a verificação das competências (avaliação) *in loco* tendo como objetivo o reconhecimento profissional de conhecimento, aptidões e outras práticas (Flarey, 2000). O ato de certificar ao pretender validar um nível mais avançado de conhecimento e prática (Byrne, Valentine, & Carter, 2004) é um procedimento formal pelo qual uma pessoa ou uma entidade credenciada/ autorizada avalia, verifica e atesta, por escrito e mediante a emissão de um certificado com os atributos, características, qualidade e/ou outros aspetos relacionados com o estado dos

indivíduos ou organizações, procedimentos ou pré-processos, que se encontram de acordo com os requisitos ou normas estabelecidos (Briggs, Brown, Kesten, & Heath, 2006; Kaplow, 2011).

A obtenção de uma certificação pode significar que essas competências/atitudes perduram nos indivíduos que as adquiriram, bem como poderá incluir benefícios tais como: desenvolvimento pessoal, progressão na carreira, recompensa financeira, reconhecimento profissional e capacitação apercebida (Aswathappa et al., 2015).

No contexto do treino poderemos referir, de forma resumida, alguns métodos que aplicados em situações concretas, resultam sempre da análise prévia das necessidades específicas, dos estilos de aprendizagem a utilizar face aos alunos, bem como quais os objetivos da formação.

Um dos métodos muito frequentes nas organizações é o treino em sala, pois apresenta vantagens quando realizado para novos colaboradores. Contudo, há que ter em atenção as diferentes necessidades e ritmos dos alunos ao longo da formação, ajustando-os com a disponibilização de uma variedade de situações de treino e, eventualmente, de ferramentas de software.

Outro método de treino frequente na área de negócios é o um para um (1:1), que corresponde a um aluno para um instrutor. Esta abordagem pode ser útil para a habituação rápida de novos colaboradores a um posto ou trabalho, ocorrendo desde logo no próprio local de trabalho. Por último, o método da autoformação pode também ser uma possibilidade de treino, mas que pressupõe o empenho do colaborador na realização de pesquisas para identificar aquilo que é necessário para realizar a tarefa.

No entanto, há outros modelos que podem ser referidos no desenho de treino quando se equaciona a sua utilização nos jogos. Como exemplo, podemos considerar o treino baseado nas tecnologias, que segundo Bell & Kozlowski (2007) dispõe de uma *framework* de desenho do treino suportado por tecnologias, a qual tira benefícios da grande evolução destas nos mais variados tipos de media, pois as tecnologias mais avançadas tornaram-se mais equilibradas no rácio custo/eficiência, bem como mais confiáveis e acessíveis. Hoje, as tecnologias de treino disponíveis são, entre outras: CD-ROM, DVD, sistemas de vídeo interativos, treinos baseados na Web, sistemas de apoio ao desempenho eletrónico (*Electronic Performance Support Systems - EPSS*), sistemas tutoriais inteligentes, simulação interativa distribuída (*Distributed Interactive Simulation - DIS*), ambientes de treino baseados em jogos e treino de missão distribuída (*Distributed Mission Training - DMT*).

O treino baseado nas tecnologias apresenta por sua vez três aspetos que contribuem significativamente para as boas práticas que são: alavancar as capacidades

únicas de aprendizagem/instrução a partir das tecnologias, adotar uma perspectiva centrada no aluno e, por último, criar um ambiente de aprendizagem.

3.2. Aptidões

No mundo do treino e da formação, a palavra mais usada para identificar uma nova aquisição é designada por aptidão/habilidade ou em inglês *skill* em detrimento da competência ou atitude. As aptidões podem ser definidas como determinadas capacidades pessoais que um indivíduo possui (Raybould & Sheedy, 2005) que permitem realizar qualquer coisa ou uma inclinação ou vocação que com treino se transforma em competência⁷. As aptidões são divididas em dois grupos principais, *hard* e *soft*. Esta categorização de aptidões tem sido corroborada por vários autores.

As aptidões do tipo *hard* são normalmente associadas às habilidades de especificidade técnica ou de sólidos conhecimentos factuais muito necessários em trabalhos ou funções relacionadas como o funcionamento do equipamento industrial, os protocolos de informática ou as normas de segurança (Babić & Slavković, 2011). Outros exemplos da mesma categoria podem ser as linguagens de programação, as competências num sistema operacional ou em redes e comunicações (Snyder, Rupp, & Thornton, 2006), os conhecimentos de línguas estrangeiras, as habilidades num procedimento, a velocidade de digitação, um diploma ou um certificado, a experiência de falar em público (não pode deve ser confundida com as aptidões de comunicação).

É importante referir que todas estas habilidades ou aptidões, palavra definida no dicionário Léxico como capacidade e inteligência para fazer as coisas⁸, têm em comum a característica de serem específicas, bem como poderem ser ensinadas e tipicamente fáceis de observar, quantificar e medir. Ainda outra característica associada a este leque de aptidões é a facilidade em treiná-los porque na maioria das vezes representam habilidades completamente novas para o aluno, não implicando o desaprender de algo (Azadegan, Riedel, & Baalsrud Hauge, 2012). Com o grande desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) tem ocorrido um impacto considerável nas necessidades deste tipo de aptidões porque os sucessivos lançamentos de equipamentos informáticos implicaram novas exigências e mudanças nos mercados cuja melhoria de competências se torna tanto uma prioridade como uma oportunidade.

⁷ Definição em Léxico - Dicionário de português online: <http://www.lexico.pt/aptidao/>

⁸ Definição em Léxico - Dicionário de português online: <http://www.lexico.pt/habilidade/>

Por outro lado, existem outras aptidões consideradas transversais, comumente chamadas de competências pessoais ou sociais, que são geralmente mais subjetivas, sendo associados às qualidades pessoais e caráter. O autor Rainsbury e outros (2002) define as aptidões *soft* como competências interpessoais, humanas ou comportamentais tidas como necessárias para a aplicação das habilidades técnicas e de conhecimento no local de trabalho. Esta definição também é sugerida por James & James (2004), como uma nova maneira de descrever um conjunto de habilidades ou talentos que um indivíduo pode levar para o local de trabalho. As pessoas nos seus locais de trabalho precisam de saber como se relacionam entre si através do comunicar, ouvir, envolver-se no diálogo, dar *feedback*, cooperar com um elemento da equipa, participar na resolução de problemas, contribuir nas reuniões e na resolução de conflitos, bem como possuir fortes habilidades de comunicação, de gestão do tempo e de capacidade de organização. Contudo em oposição às habilidades *hard*, as competências pessoais são geralmente mais difíceis de observar, quantificar e medir.

O autor Lei (2011) identificou as três principais diferenças entre aptidões *hard* e *soft*. Em primeiro lugar, as aptidões técnicas são inteligentes, ou relacionadas com o coeficiente de inteligência ou IQ (lado esquerdo do cérebro - o centro lógico), enquanto as aptidões sociais se relacionam com a inteligência emocional ou EQ (lado direito do cérebro - o centro emocional).

O segundo elemento chave deste entendimento refere-se ao contexto onde as competências mais técnicas correspondem a regras estabelecidas independentemente da empresa, circunstância ou das pessoas com quem se trabalha. Em contraste, as competências pessoais são as competências de autogestão e outras habilidades pessoais cujas mudanças de regras dependem fortemente da cultura da empresa e das pessoas com quem se trabalha.

Finalmente, o último elemento chave corresponde ao modo de como pode ser realizada a aprendizagem ou o treino dessas competências. No que se refere às competências *hard*, estas podem ser aprendidas na escola, nos livros que se enquadram no nível definido de competência e na forma direta para realizar com sucesso cada habilidade proposta. Contudo, não há um caminho ou forma simples de aprender as competências sociais, porque na sua maioria não são bem-ensinadas na escola e têm de voltar a ser aprendidas no trabalho através da tentativa e erro. No entanto, há vários livros e guias para ajudar a obter o melhor desempenho nas competências sociais, mas é preciso ter em atenção a necessária adaptabilidade na aplicação de dicas e instruções sugeridas.

Ainda há outros autores que abordam estas diferenças, entre os dois tipos de competências, em três ideias chave. A primeira corresponde ao facto da maioria das pessoas distinguir ambos com facilidades, sabendo que *hard* se refere a trabalho com equipamentos ou *software* e que *soft* refere-se ao foco nas características pessoais (interpessoal e intrapessoal); em segundo lugar, a existência de uma considerável diferença entre os elementos de transferência do conhecimento para cada uma das aptidões; e, por último, a maioria das funções profissionais numa organização requer não só a posse de aptidões técnicas para a execução bem-sucedida de tarefas do trabalho, mas também de proficiência na área das competências pessoais (Laker & Powell, 2011).

Esta dicotomia sobre as aptidões é normalmente aceitável e, como disse Hunt (2007), as *hard* podem ser definidas como “o que a pessoa sabe” enquanto as *soft* se definem a partir da forma “como a pessoa as utiliza”.

3.3. Estruturas de referência de aptidões e competências

Este tópico pretende apresentar um conjunto de quadros de referência (*framework*) utilizados para o enquadramento e reconhecimento da aprendizagem de aptidões. Em alguns casos como os quadros de referência utilizados são em inglês, volta a haver a referência a competências como conjunto de conhecimentos, atitudes e aptidões.

Esta seção está dividida em duas partes cujos tópicos apresentam algum detalhe sobre as matrizes de aptidões e os mapas de competência.

3.3.1. Matrizes de aptidões e competências

A primeira categoria que pretendemos apresentar é a matriz de aptidões, que é uma ferramenta para avaliar as capacidades necessárias para atingir o máximo de impacto e localizar onde essas capacidades podem ser encontradas. Desta forma, o quadro de aptidões é uma estrutura que estabelece e define cada aptidão individual (como por exemplo: a resolução de problemas ou gestão de pessoas) exigida às pessoas que trabalham ou fazem parte de uma organização.

Esta matriz/quadro pode ter várias abordagens possíveis, mais concretamente no recrutamento de colaboradores pelo padrão de aptidões e avaliação de desempenho, ou ainda quando aplicada para a identificação das aptidões necessárias para o desempenho com sucesso de uma atividade numa qualquer função. Por isso, uma

matriz pode ser considerada como um inventário de aptidões, categorizado por níveis, com um dado nível exigido/escolhido de aptidões. Esta matriz resulta no que pode ser aprendido (aptidões) e na quantificação (pontos) necessários para adquirir e melhorar uma aptidão.

Deste modo, a matriz de aptidões pode ser concebida de diversas maneiras, resultando muitas vezes das exigências duma organização ou contexto. Contudo, os resultados esperados têm de ser visíveis fora deste enquadramento. Estas matrizes seguem a formulação anterior sobre a categorização das aptidões, onde uma matriz é dividida em dois grupos: aptidões sociais e aptidões técnicas. No primeiro grupo, as sociais, as aptidões são agregadas em cinco subgrupos: comunicação, relação interpessoal, desenvolvimento pessoal e motivacional, trabalho administrativo e gestão. O outro grupo, correspondente às aptidões técnicas, contempla as aptidões necessárias para a realização de um trabalho específico, sendo este mais focado nas temáticas práticas, mecânicas ou científicas. Normalmente, as diferentes aptidões variam de acordo com a temática de um determinado campo de análise.

Para concluir esta explicação, pretendemos apresentar alguns quadros de referência de competências que utilizam, a partir de uma abordagem estruturada o seguinte conjunto de elementos: conhecimento, atitude e aptidões, cuja aplicação permite definir o treino para a aquisição de competências, a sua avaliação e consecução dos resultados esperados.

3.3.1.1. Quadro Europeu de Qualificações

O reconhecimento de qualificações na Europa, mais concretamente na União Europeia, é realizado através do Quadro Europeu de Qualificações (EQF) que funciona como um sistema de referência comum para ligar todos os sistemas nacionais de qualificações entre si. Para cada um dos 8 níveis definidos, há um conjunto de indicadores que especificam os resultados da aprendizagem esperados com correspondência às qualificações desse nível em qualquer sistema de qualificações, abrangendo todo o ensino (básico, secundário e superior, a formação profissional) (Coles, 2007) bem como os processos de reconhecimento, validação e certificação de competências obtidas, quer por via não formal quer informal.

Esta abordagem é baseada nos resultados da aprendizagem, com o total de oito níveis de referência, onde são definidos o necessário e o suficiente que cada aluno tem de saber, compreender e ser capaz de fazer após a conclusão do processo de aprendizagem. Estes critérios são definidos em termos do conhecimento como

resultado da assimilação de informação durante a aprendizagem; da aptidão, como a capacidade de aplicar os conhecimentos e o saber-fazer para concluir as tarefas e solucionar os problemas; e da atitude, como a capacidade comprovada de utilizar o conhecimento, capacidades e competências pessoais, sociais e/ou metodológicas, em contexto de trabalho ou estudo e no desenvolvimento profissional e pessoal (Directive, 2008).

No caso de Portugal, este referencial europeu foi regulamentado para a legislação nacional no desenho e estruturação do Quadro Nacional de Qualificações (QNQ) pela Portaria nº 782/2009, de 23 de Julho, onde a estruturação com 8 níveis de qualificação abarcam todas as qualificações atualmente produzidas no sistema educativo e de formação português.

Tabela 3.2 - Quadro Europeu de Qualificações⁹

Níveis de Qualificação	Resultados de aprendizagem esperados		
	Conhecimento	Aptidões	Atitudes
Nível 1	Conhecimentos gerais básicos	Aptidões básicas necessárias à realização de tarefas simples	Trabalhar ou estudar sob supervisão direta num contexto estruturado
Nível 2	Conhecimentos factuais básicos numa área de trabalho ou de estudo	Aptidões cognitivas e práticas básicas necessárias para a aplicação da informação adequada à realização de tarefas e à resolução de problemas correntes por meio de regras e instrumentos simples	Trabalhar ou estudar sob supervisão, com um certo grau de autonomia.
Nível 3	Conhecimentos de factos, princípios, processos e conceitos gerais numa área de estudo ou de trabalho.	Uma gama de aptidões cognitivas e práticas necessárias para a realização de tarefas e a resolução de problemas através da seleção e aplicação de métodos, instrumentos, materiais e informações básicas.	Assumir responsabilidades para executar tarefas numa área de estudo ou de trabalho. Adaptar o seu comportamento às circunstâncias para fins da resolução de problemas
Nível 4	Conhecimentos factuais e teóricos em contextos alargados numa área de estudo ou de trabalho.	Uma gama de aptidões cognitivas e práticas necessárias para conceber soluções para problemas específicos de uma área de estudo ou de trabalho.	Gerir a própria atividade no quadro de orientações estabelecidas em contextos de estudo ou de trabalho, geralmente previsíveis, mas suscetíveis de alteração. Supervisionar as atividades de rotina de terceiros, assumindo determinadas responsabilidades e matéria de avaliação e melhoria das atividades em contextos de estudo ou de trabalho.
Nível 5	Conhecimentos abrangentes, especializados, factuais e teóricos numa determinada área de estudo ou	Uma gama abrangente de aptidões cognitivas e práticas necessárias para conceber soluções criativas para problemas abstratos	Gerir e supervisionar em contextos de estudo ou de trabalho sujeitos a alterações imprevisíveis. Rever e desenvolver o seu desempenho e o de terceiros

⁹ http://www.dges.mctes.pt/NR/rdonlyres/90DBE647-5CB6-4846-B88F-101180D9E425/4890/TheEQFforlifelonglearning_brochure_PT.pdf

	de trabalho e consciência os limites desses conhecimentos		
Nível 6	Conhecimento aprofundado de uma determinada área de estudo ou de trabalho que implica uma compreensão crítica de teorias e princípios	Aptidões avançadas que relevam a mestria e inovação necessárias à resolução de problemas complexos e imprevisíveis numa área especializada de estudo ou de trabalho	Gerir atividades ou projetos técnicos ou profissionais complexos, assumindo a responsabilidade da tomada de decisões em contextos de estudo ou de trabalho imprevisíveis. Assumir responsabilidades em matérias de gestão do desenvolvimento profissional individual e coletivo
Nível 7	Conhecimentos altamente especializados, alguns dos quais se encontram na vanguarda do conhecimento numa determinada área de estudo ou de trabalho, que sustentam a capacidade de reflexão original e ou investigação. Consciência crítica das questões relativas aos conhecimentos numa área e nas interligações entre várias áreas	Aptidões especializadas para a resolução de problemas em matéria de investigação e/ou inovação, para desenvolver novos conhecimentos e procedimentos e integrar os conhecimentos de diferentes áreas	Gerir e transformar contextos de estudo ou de trabalho complexos, imprevisíveis e que exigem abordagens estratégicas novas. Assumir responsabilidades por forma a contribuir para os conhecimentos e as práticas profissionais e ou para rever o desempenho estratégico de equipas
Nível 8	Conhecimento de ponta na vanguarda de uma área de estudo ou de trabalho e na interligação entre áreas	As aptidões e as técnicas mais avançadas e especializadas, incluindo capacidade de síntese e de avaliação, necessárias para a resolução de problemas críticos na área da investigação e ou da inovação para o alargamento e a redefinição dos conhecimentos ou das práticas profissionais existentes	Demonstrar um nível considerável d autoridade, inovação, autonomia, integridade científica ou profissional e assumir um firme compromisso no que diz respeito ao desenvolvimento de novas ideias ou novos processos na vanguarda de contextos de estudo ou de trabalho, inclusive em matéria de investigação

3.3.1.2. Quadro de referência Australiano de Qualificações

À semelhança do quadro de referência apresentado anteriormente é importante referir um outro, o australiano, designado de *Australian Qualifications Framework* (AQF). Este quadro estabelece a validação das qualificações na Austrália, assumindo-se como a regulamentação nacional no sistema de educação e formação profissional. Composta por dez níveis de aplicação, o autor Wheelahan (Wheelahan, 2011) e Conselho do AQF (Council & others, 2013) afirma que esta estrutura engloba todas as qualificações asseguradas por cada sector da educação e formação profissional estabelecendo um único mapa nacional desde 1995 para o ensino superior, formação profissional e escolas.

O AQF corresponde a uma taxonomia de níveis e tipos de qualificação onde cada um é definido por uma taxonomia de resultados de aprendizagem. A utilização de uma abordagem deste tipo garante a consistência da descrição das qualificações, bem como a evidente demonstração das diferenças e as relações entre os vários tipos de qualificação. Cada um dos dez tipos de qualificações tem níveis de critérios que funcionam como resumos de aprendizagem através dos resultados expressos a partir dos eixos do conhecimento, habilidades e aplicação de ambos.

Segundo o autor Stanwick (2005), um dos principais objetivos do AQF é facilitar os percursos possíveis para e através das diversas qualificações formais, de maneira a contribuir para a eliminação das fronteiras entre os vários sectores da educação. A Figura 3.1 apresenta uma das componentes da AQF, as qualificações, que são distribuídas pelos vários polos educacionais desde a escola secundária ao ensino superior, passando ensino de formação profissional. Outra competente do AQF são os níveis e respetivos critérios que indicam a complexidade e profundidade necessária para concluir a meta colocada.

Australian Qualifications Framework (AQF)			
HIGH SCHOOL	TAFE NSW	UNIVERSITY	AQF Level
		Doctoral Degree	Level 10
		Master Degree	Level 9
	Graduate Diploma Graduate Certificate Bachelor Honours Degree		Level 8
	Bachelor Degree		Level 7
	Associate Degree Advance Diploma		Level 6
	Diploma		Level 5
	Certificate IV		Level 4
	Certificate III		Level 3
	Certificate II		Level 2
	Certificate I		Level 1
Senior Secondary Certificate of Education (HSC in NSW)			

Figura 3.1 - Quadro referencial australiano para as qualificações (origem: <http://www.aqf.edu.au/>)

3.3.1.3. Quadro de competências educacionais

Quando se avaliam as competências de um indivíduo, estas correspondem às aptidões funcionais e comportamentais que ele deve possuir para contribuir para alcançar o sucesso de uma organização. Na maioria das situações, cada função dentro de uma organização requer uma análise distintiva que resulta numa combinação de competências. Esta análise pressupõe a existência de uma matriz transversal de competências onde é possível identificar o perfil de cada função e avaliar o responsável pela realização da mesma.

Uma das matrizes de competências com vasta aplicação, designada de Leadership Architect Competences ou competências de Lominger (Lombardo & Eichinger, 2005), tornou-se num denominador comum em várias áreas profissionais para levar ao sucesso de uma tarefa.

Esta ferramenta de análise e avaliação de competências permite a composição de uma lista a partir do conjunto de sessenta e sete competências, aplicando um ou a combinação de vários modelos de competências existentes, encapsulando desta forma as competências necessárias para alcançar o sucesso (Stephen Town, Jantti, &

Greenhalgh, 2012). De acordo com os autores (Garman & Johnson, 2006), este conjunto de competências representa “um conjunto de competências associadas a um desempenho bem-sucedido”.

Fruto do sucesso desta matriz de competências, há alguns anos atrás, os autores Robert Eichinger e Michael Lombardo desenvolveram especificamente para a Microsoft um conjunto de competências para ajudar os gestores e colaboradores da empresa a construir uma organização de sucesso. Este mapa de competências entregue à Microsoft tornou-se na estrutura comum para o recrutamento e desenvolvimento profissional a partir de um perfil funcional que é descrito, discutido e implementado com exatidão em toda a empresa global.

Com o objetivo de aplicar esta abordagem ao contexto da Educação, os mesmos autores definiram juntamente com a Microsoft uma abordagem semelhante à qual chamaram de Competências Educacionais (Educational Competences Wheel) (Eichinger & Lombardo, 2006). Essa ferramenta é representativa dos atributos necessários entre o comportamento, as áreas de conhecimentos, as competências e aptidões para obter um desempenho bem-sucedido no contexto da educação. Este conjunto de competências foi criado em 2006, sendo imediatamente adaptado no conjunto de estratégias que suportam o desenvolvimento de ferramentas educacionais da Microsoft, que foram também pensadas para suportar o desafio das competências que se colocam no séc. XXI (Foreman, 2004).

O quadro das Competências Educacionais (Microsoft, 2006b; Murthy, 2011), apresentado na figura seguinte, tem uma característica genérica e agrupa um leque de aptidões que importa aprender porque são necessárias para fazer frente ao mercado de trabalho de hoje. O quadro é dividido em seis categorias principais de habilidades e características de personalidade, tais como: Excelência Individual (Individual Excellence), Capacidade de Organização (Organizational Skill), Coragem (Courage), Resultados (Results), Habilidades Estratégicas (Strategic Skills) e Habilidades Operacionais (Operational Skills).

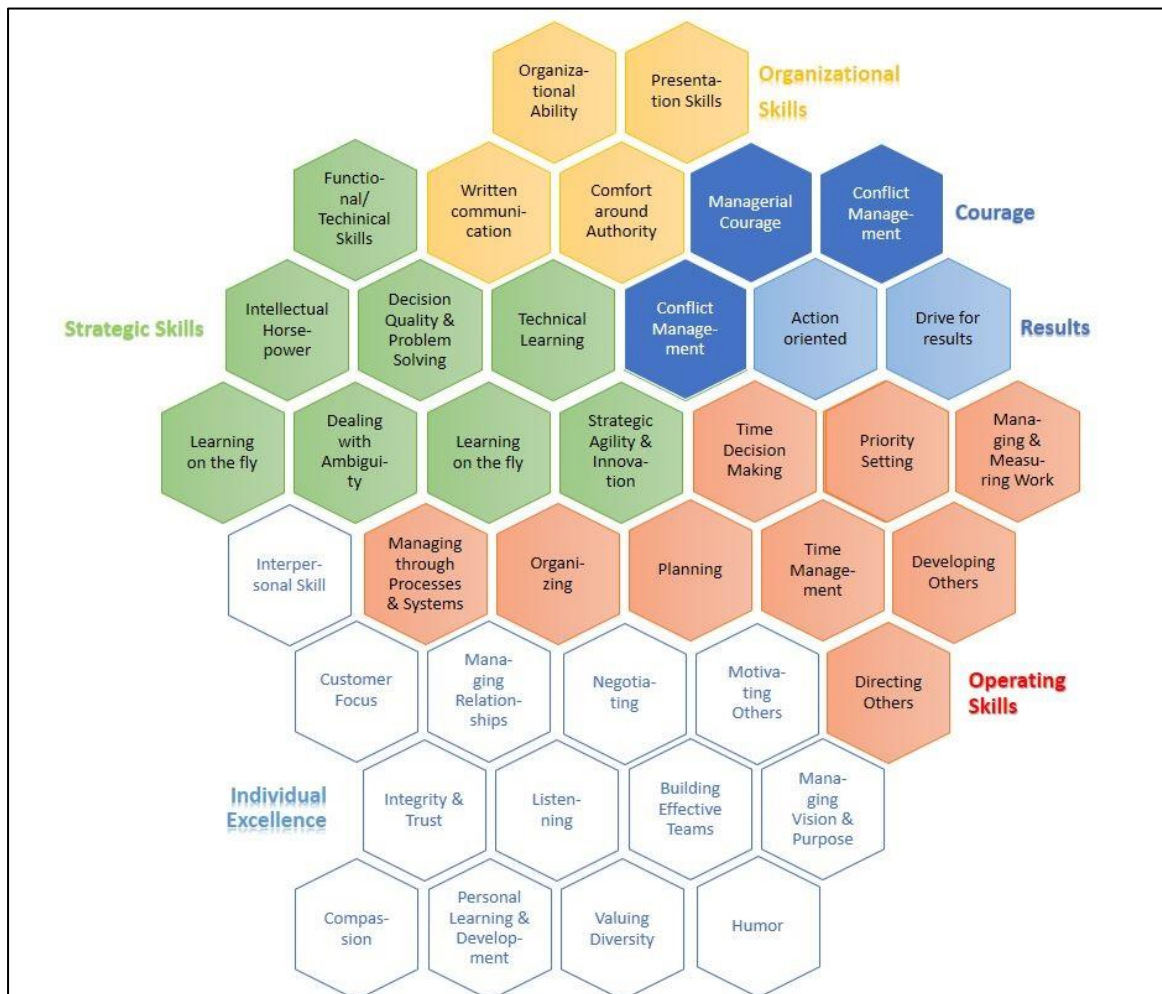


Figura 3.2 - Quadro de Competências Educacionais adaptado dos Fatores de sucesso educacionais da Microsoft (Microsoft, 2006b)

Este conjunto de categorias é composto por 37 competências referenciadas como fatores de sucesso, que apesar de estar na linha de atuação da matriz Lominger, possibilita a sua extensão para outras áreas, para além da educação formal, como o treino de competências e sendo muito semelhante a outros padrões de desempenho, tais como: *Baldrige Education Criteria for Performance Excellence*¹⁰, do definido pela Sociedade Internacional para as Tecnologia na Educação¹¹ e pelas Normas Nacionais da Tecnologia Educacional (Fletcher, 2010).

Esta roda de competências disponibiliza outros recursos úteis para identificar quais as competências essenciais que estão associados ao sucesso de uma organização (Garman & Johnson, 2006), tais como a definição, os quatro níveis de proficiência, as

¹⁰ http://www.nist.gov/baldrige/publications/archive/2013_2014_ed_about.cfm

¹¹ <http://www.iste.org/>

perguntas tipo para a entrevista de amostragem, as sugestões de tarefas, as atividades e recursos para desenvolver e melhorar a capacidade de habilidades, bem como alguns exemplos de superação da competência. Podemos considerar que uma das principais vantagens da utilização deste modelo é as definições das competências serem de forte pendor prático. Outro aspecto importante é que esta norma de competências tem o reconhecimento da UNESCO, cujas competências gerais estão integradas como competências relacionadas com as TIC (Ferrari, 2012; Hine, 2011) e de aplicação (Murthy, 2011).

A categorização das competências, já referido anteriormente, forma um núcleo base com seis conjuntos de aptidões que podem ser adequados ou enquadrados na dicotomia das aptidões técnicas e pessoais (*Hard* e *Soft*). No primeiro conjunto, as aptidões técnicas, onde são incluídas as Aptidões Operacionais, representam o conjunto de capacidades utilizadas para a gestão diária de tarefas e relacionamentos; e a Capacidade Organizacional como a capacidade de comunicar por vários meios em diferentes contextos organizacionais.

Em relação ao outro conjunto de competências, mais ligada à componente pessoal, correspondem a competências mais transversais, tais como: a Excelência Individual, como a capacidade de obter resultados trabalhando de forma eficaz com os outros em várias circunstâncias; a Coragem, como a capacidade de falar de forma direta, honesta e com respeito nas situações difíceis; os Resultados, com uma ênfase na ação orientada para o objetivo; e as Aptidões Estratégicas onde um conjunto de aptidões é utilizado para atingir objetivos focados, a longo prazo.

A Tabela 3.3 mostra os seis fatores de sucesso que formam os princípios de organização para a Educação de Competências, com as 37 competências repartidas por cada uma delas, integrada na dicotomia *hard* e *soft*.

Tabela 3.3 - Grelha de Competências Educacionais adaptado para português

<i>Soft</i>			<i>Hard</i>		
Excelência Individual	Coragem	Resultados	Aptidões Estratégicas	Aptidões Operacionais	Aptidões Organizacionais
Construção efetiva de equipas (IE1)	Avaliar talentos (C1)	Orientado para a ação (R1)	Criatividade (SS1)	Desenvolvimento dos outros (OpS1)	À vontade com a autoridade (OrS1)
Compaixão (IE2)	Gestão de conflitos (C2)	Mover para resultados (R2)	Abordar a ambiguidade (SS2)	Dirigir outros (OpS2)	Agilidade organizacional (OrS2)
Foco no cliente (IE3)	Gerir a ousadia (C3)		Qualidade de decisão e resolução de problemas (SS3)	Gerir e mensurar o trabalho (OpS3)	Habilidades de apresentação (OrS3)
Humor (IE4)			Habilidades funcionais/técnicas (SS4)	Gerir através dos processos e sistemas (OpS4)	Comunicações escritas (OrS4)
Integridade e confiança (IE5)			Perspicácia intelectual (SS5)	Organizar (OpS5)	
Habilidade interpessoal (IE6)			Aprender durante a viagem (SS6)	Planeamento (OpS6)	
Escuta (IE7)			Agilidade estratégica e gestão da inovação (SS7)	Definição de prioridades (OpS7)	
Gerir as relações (IE8)			Aprendizagem técnica (SS8)	Gestão do tempo (OpS8)	
Gerir a visão e propósito (IE9)				Tomada de decisão em tempo útil (OpS9)	
Motivar os outros (IE10)					
Negociação (IE11)					
Desenvolvimento e aprendizagem pessoal (IE12)					
Valorizar a diversidade (IE13)					

Com este número restrito e adequado de competências essenciais, o mapeamento é concretizado em linha com as necessidades de competências técnicas e pessoais baseadas nos resultados esperados.

3.3.2. Mapa de competências

A segunda categoria de ferramentas de análise e avaliação de competências é o mapa de Competência. Independentemente do desempenho especificado e dos efeitos da forma como os colaboradores utilizam as suas aptidões nas funções, o mapa de Competência corresponde ao estudo sistemático da análise e avaliação das aptidões necessárias para as realizar.

Para atingir esta meta, o mapa de competência determina quais são os níveis atuais dos colaboradores, a fim de identificar as lacunas de competências existentes. Esta ferramenta é muito útil na identificação das competências que o colaborador tem de adquirir, aprimorar e, finalmente, dominar ao longo de sua carreira naquela função.

O processo que decorre do mapeamento das competências essenciais para uma função particular numa organização, torna possível a sua utilização como estrutura para concretizar vários exercícios ou atividades, tais como: avaliação da função, recrutamento, treino ou gestão do desempenho. Uma das contribuições mais importantes é a identificação dos comportamentos e capacidades pessoais que distinguem o desempenho excelente e excepcional em relação à média.

Por isso, este mapeamento tem diferentes etapas, entre as quais destacamos a compreensão e definição da função e do seu significado em relação às competências. Desta maneira, o mapeamento vai permitir obter o conjunto de competências necessárias para executar uma determinada função onde cada competência terá ainda associado um conjunto de aptidões e conhecimento.

Ambas as ferramentas e a lista de competências juntamente com o mapeamento, providenciam um referencial de avaliação da melhoria do desempenho dos colaboradores, em primeiro lugar através da especificação de um conjunto de resultados esperados e em segundo lugar, pelo facto de conferir a aferição do sucesso dos mesmos pelas realizações, e não dos colaboradores.

3.4. Certificação

A certificação é um conceito relacionado com o processo de avaliação pois é obtida pela verificação e aprovação de determinadas características ou aptidões relacionadas

com o desempenho e competência demonstrada por um indivíduo principalmente através de uma prova ou exame ou de outra forma de examinação. Quando um indivíduo é considerado certificado, significa que foi validada a capacidade de completar um trabalho ou tarefa. Dai podermos concluir que a certificação será sempre um resultado de um processo de avaliação.

Após esta definição é pertinente destacar em primeiro lugar, a distinção entre a certificação e a qualificação, porque as suas definições não significam a mesma coisa. No que se refere à qualificação, baseado no que é definido pelo Quadro Europeu de Qualificações (EQF), é entendido como o resultado formal duma avaliação enquanto a certificação é definida como um processo de validação conferido por um organismo competente que avalia se um indivíduo alcançou os resultados de aprendizagem esperados de acordo com uma determinada norma. Contudo, diferentes dicionários online de referência apresentam estes conceitos como sendo complementares, definindo-os como forma para se obter um propósito pelo cumprimento duma condição necessária¹², mas que não implica necessariamente competência¹³.

Quando se aplica a certificação em contexto profissional há um conjunto diversificado de normas internacionais e nacionais, em particular destacamos ISO/IEC 17024 da “*International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission*”, que especifica quais os requisitos necessários para os organismos de certificação, independentemente de qual seja a área de especialização¹⁴. No contexto da União Europeia, também foi adotada esta norma, enquanto nos EUA, o organismo nacional *National Organization for Competency Assurance*¹⁵ estabelece um conjunto de normas, bem como um processo de acreditação para os programas de certificação que está em vigor desde o final de 1970 (Naveda & Seidman, 2005).

A aposta na certificação profissional tem subjacentes três dimensões relativamente independentes:

- A caracterização da função profissional (profissão) a ser certificada,
- Uma lista das aptidões e competências necessárias para um profissional nessa função,
- Uma descrição do processo de certificação e respetiva organização.

¹² <http://oxforddictionaries.com/definition/english/qualification>

¹³ <http://www.businessdictionary.com/definition/qualification.html>

¹⁴ <http://www.moldreporter.org/vol2no6/isoStandard>

¹⁵ <http://www.noca.org>

A norma ISO/IEC 17024 corresponde ao padrão de certificação de indivíduos e “pode servir como base para o reconhecimento dos organismos de certificação de indivíduos e de outros sistemas de certificação onde os indivíduos são certificados, a fim de facilitar a sua aceitação/reconhecimento a nível nacional e internacional” (ISO/IEC, 2012). Assim, o processo de certificação é definido como “abrangente de todas as atividades onde através dum organismo de certificação é estabelecido que um individuo cumpriu os requisitos das competências especificadas”.

Normalmente, o certificado de competência é definido como sendo: “um documento emitido por um organismo com autoridade reconhecida afirmando que o colaborador indicado cumpriu os requisitos ou os padrões para executar o trabalho ou função em particular”.

Por isso, a certificação de competências significa um sistema de avaliação que permite aos profissionais, preferencialmente já no mercado de trabalho serem reconhecidos, desde que atinjam as qualificações de acordo com os parâmetros especificados. Como resultado, a certificação serve para garantir a qualidade da formação ou do treino realizado. Por exemplo, no EQF, a validação do processo que um indivíduo adquiriu os resultados de aprendizagem baseia-se na sua medição em comparação com uma norma relevante. Nesta estrutura, a validação de conhecimentos e aptidões consiste em quatro fases distintas:

1. Identificação, através do diálogo, das experiências particulares de um indivíduo;
2. Tornar visíveis experiências do indivíduo na documentação produzida;
3. Proceder à avaliação formal dessas experiências;
4. Reconhecimento que conduza a uma certificação seja para uma qualificação parcial ou total.

Agora quando se fala de processo de certificação de competências, é preciso entendê-lo dividido em duas fases distintas. A primeira relaciona-se com a análise de todas as competências necessárias para executar uma determinada tarefa ou função. Por esse facto, é preciso determinar qual o modelo de competência, a sua categorização de maneira a identificar quais as competências nucleares para ser bem-sucedido em qualquer ambiente de trabalho.

A organização das competências pode ser realizada de vários modos, sendo um deles o perfil de competências. Este é definido como um conjunto de competências, incluindo os comportamentos associados que apontam diretamente para as tarefas a serem realizadas, bem como os níveis de proficiência para cada um desses

comportamentos. Normalmente são escolhidas várias competências, entre 5 e 10 no máximo, para uma qualquer tarefa específica. Através destes perfis de competências validados, os desempenhos individuais no treino podem ser analisados e aferidos com a identificação dos pontos fortes e fracos.

A segunda fase do processo é a avaliação de competências adquiridas. Esta parte corresponde à avaliação a partir dum conjunto específico de resultados, gerais e específicos, que contribuem decisivamente para os julgamentos dos resultados alcançados ou não pelos alunos.

A avaliação e conseqüente certificação, que possam ser obtidas, serão sempre efetuadas a partir dos resultados demonstrados e o foco deste processo é baseado nas aptidões reais e conhecimentos que o aluno demonstra na realização duma tarefa específica, verificando desta forma se ele possui a competência e a aplica à tarefa.

Nesta última fase, a da avaliação, há cinco passos que devem ser verificados, como é apresentado na Figura 3.3.

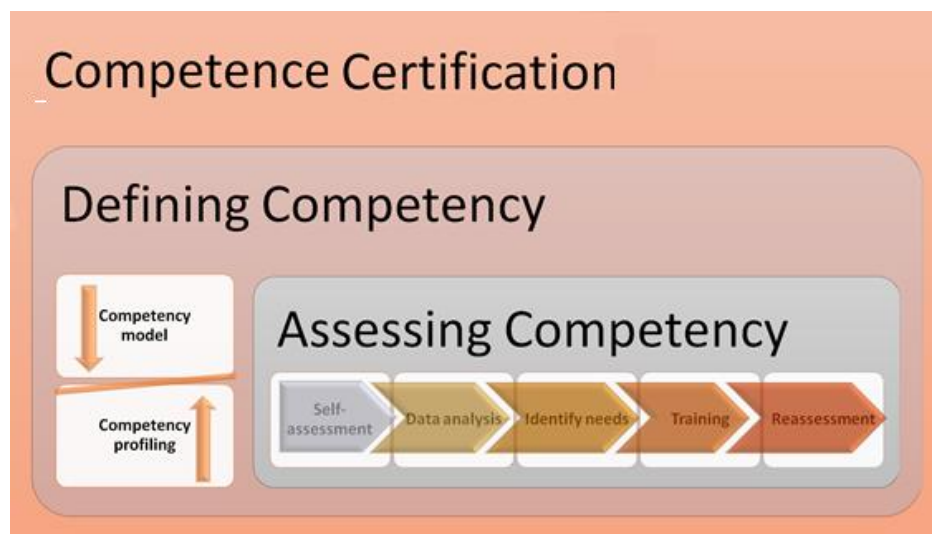


Figura 3.3 - O processo de certificação de competências.

O primeiro passo corresponde à autoavaliação das competências pelo aluno. Com base nas aptidões e conhecimentos identificados, os dados do desempenho são recolhidos para serem utilizados no próximo passo. O segundo passo, a análise de dados, está associado à verificação desses dados, com o propósito de proceder a uma avaliação qualitativa. Esta tarefa pode ser realizada com ou sem supervisão de um responsável.

O terceiro passo passa pela identificação das necessidades dos alunos com base nas aptidões e conhecimentos necessários, onde são sugeridos diversos tipos de treino

(formação) possíveis. No quarto passo é realizado o próprio treino baseado nas necessidades identificadas com a aplicação dentro e fora do contexto de trabalho. Por último, e após a conclusão deste período de treino, há uma reavaliação que define qual o novo nível de competência através da comparação do nível inicial com o novo estado do aluno. Só após concluídos estes passos há uma tomada de decisão quanto à certificação da aquisição ou não da competência.

Capítulo 4

Método de certificação triádica

A criação de ambientes virtuais propícios à aprendizagem através dos jogos, marca definitivamente uma etapa porque torna-os bem-sucedidos para a aquisição de conhecimentos e experiências proporcionada aos jogadores/alunos pelos inúmeros elementos de motivação e envolvimento. A literatura revista nos capítulos anteriores demonstrou quais as características e as estratégias dos jogos que pronunciam este sucesso da aprendizagem.

Atualmente são inúmeras as situações e contextos onde podem ser treinados indivíduos para serem bem-sucedidos nos resultados esperados, contudo também foi identificado que há ainda um caminho por trilhar quanto às questões da avaliação das aptidões, e mais propriamente, da certificação dos conhecimentos e as competências adquiridas no percurso de aprendizagem quando realizado através dos SG.

Este trabalho de investigação corresponde em larga medida ao repto de avançar com o desenvolvimento de novos métodos para explorar e obter o máximo de benefícios do sucesso de aprendizagem com jogos. Nesse sentido, foi procurada uma convergência com a certificação do treino de competências, que mais do que avaliar a aprendizagem, valida os conhecimentos e aptidões adquiridas no treino para uma função ou atividade profissional.

Neste capítulo apresentamos um novo método, o método de certificação triádica, cujo maior objetivo é incorporar o processo de certificação no próprio desenvolvimento do SG (conceção, desenho e implementação). O método é caracterizado por quatro passos que influenciarão decisivamente o desenho do jogo

com os elementos necessários ao sucesso da certificação. Outra questão destacada é que o conjunto de decisões fundamentais para o funcionamento do SG é garantido pela comunicação entre os principais interlocutores do jogo de treino e certificação de competências: o professor/instrutor/treinador e o *designer*.

As potencialidades deste método são várias porque não está restrito a qualquer taxonomia de jogo em concreto, pode ser considerado para qualquer contexto de treino, bem como a evolução das competências adquiridas ao longo dos níveis de treino serão sempre enquadradas num nível de perfil de competências, indicativo da situação/estado da aprendizagem realizada, sendo que a certificação só ocorre quando o treino de todas as competências definidas foram bem-sucedidas.

Nas seções iniciais do capítulo são apresentados alguns aspetos fundamentais do *design* de jogos para a compreensão do papel do *design* e do *designer* no todo do processo de desenvolvimento de SG. Ainda antes da apresentação do método quanto ao seu algoritmo, há uma seção onde é descrita a relação entre a taxonomia de jogos e o desenvolvimento de competências. Com a realização deste estudo, procurou-se perceber quais as competências referenciadas que os jogos de um determinado tipo favorecem o treino. Das conclusões deste estudo, foi conseguido uma das ferramentas essenciais do método (passo 3) onde se identifica qual o tipo e jogo mais indicado para treinar um determinado tipo de competências.

Nas restantes seções são descritos todos os passos da certificação *in-game* com as explicações funcionais, estratégias e ferramentas a utilizar para a construção do modelo final de certificação triádica onde é mapeada a aprendizagem das competências pelos níveis de treino e pelas mecânicas do jogo. Associado ao quarto passo, Modelo de Certificação Triádica, é apresentado um exemplo relativo ao treino de guias turísticos locais onde pode ser verificado o desenvolvimento do algoritmo. Por último, há uma seção relativa às métricas de aprendizagem (*Learning Analytics*) que explica o modo como a análise do desempenho é definido, tendo como objetivo principal a análise das tarefas propostas e respetivo desempenho.

4.1. Design do jogo: o mapa e o explorador

Para introduzirmos este capítulo, pretendemos descrever sucintamente o papel do *design* de jogos no ciclo de desenvolvimento. Segundo os autores McCarthy, Curran (2005) a maioria dos videojogos partilham a mesma abordagem no que se refere ao ciclo de desenvolvimento. Este ciclo é constituído por três grandes fases: pré-produção, produção e pós-produção, às quais se associam uma vasta equipa

multidisciplinar de desenvolvimento. Quanto à organização desta equipa é largamente aceite em toda a indústria uma divisão por áreas: *design*, arte, programação e testes. Contudo, entre os vários tipos de equipas interessa-nos focar para o nosso trabalho de investigação na equipa do *design* e mais concretamente na relevância dos seus atores, os *designers*, que criam a arquitetura global das missões ou níveis, que estruturam um mapa a explorar pelo jogador para alcançar os objetivos pretendidos. Salen & Zimmerman (2004) definem o desenho do jogo como o processo pelo qual o *game designer* cria o jogo, para ser encontrado pelo jogador de onde emerge uma experiência significativa, sendo esta baseada na relação entre a ação e resultado do sistema.

Desta forma, podemos concluir que o processo de *design* do jogo consiste num roteiro para o desenvolvimento desde o seu início até ao fim, sendo liderado pelos *game designers*. Por outras palavras, Schell define o *design* do jogo como "...o ato de decidir o que um jogo deve ser." (Schell, 2014). O *designer* deveria ser aquele que tem o conhecimento técnico suficiente para saber o que é possível implementar pela restante equipa de desenvolvimento para alcançar a conclusão do jogo no tempo estabelecido (Curran & McCarthy, 2005), participando ativamente em todas as fases do ciclo assumindo diferentes papéis em cada uma delas.

A grande parte do esforço do *designer* decorre no início do processo, cujas prioridades são discutir e criar o conceito do jogo, e estabelecer com o resto da equipa um documento inicial de game design, Game Concept Document, sendo posteriormente redefinindo como o *Game Design document (GDD)*. No entanto, ao longo da sua participação nas outras fases, ocorre a redefinição do plano inicialmente estabelecido, de forma iterativa, pelas contribuições dadas pelos restantes artistas, equipa de programação, *feedback* dos testes realizados ou mesmo de produtores ou gestores do projeto. O *design* não é um fim em si mesmo, mas sim uma ferramenta que possibilita a um grupo de indivíduos qualificados criar um jogo (Schuytema, 2007). Por esta razão, a maioria dos intervenientes no desenvolvimento tomam ou participam em algumas das decisões sobre o que o jogo vai ser, mesmo que seja pela criação de conteúdos para o mesmo. Ainda relativamente ao papel do *designer*, Schell (2014) refere que ele assume o papel principal de decisão porque há muitas decisões envolvidas no processo, tais como: a história, as regras, o tempo, a estética, o ritmo, a assunção de riscos, recompensas, punições e tudo quanto se refere à experiência do jogador.

Voltando ao *design* do jogo, este é reafirmado como crucial para o processo de desenvolvimento porque acrescenta a participação de cada um dos elementos ao longo

do tempo pela construção gradual de um sistema complexo de relações entre o designer, jogador, jogo, equipas de desenvolvimento e até mesmo o cliente se aplicável. Se o considerarmos como um mapa em construção, o *design* não é um percurso linear dentro do desenvolvimento, mas sim uma aprendizagem dos vários elementos e relações por tentativa e erro.

Naturalmente, o processo de *design* cria documentação necessária para explicar o funcionamento do jogo e suportar o desenvolvimento deste em equipa. Esta documentação de suporte ao fluxo de *design*, designada por GDD (*Game Design Document*) vai contribuir para a criação do jogo e transformá-lo do conceito à realidade. Bergeron (2006) refere-se a este documento como um veículo de comunicação entre toda a equipa de desenvolvimento, transversal a todas as fases do *pipeline* de desenvolvimento de jogos que determinará quais as áreas do documento que exigem um tratamento mais abrangente e/ou complexos devido à complexidade e foco dos jogos.

Para respondermos à inquietação lançada pela pergunta de investigação deste trabalho, a integração da certificação no desenvolvimento de jogos, é neste fluxo do *design* que deve ser incluído o contexto do treino e certificação de competências. A inclusão deste contributo torna necessário repensar o encadeamento de todo o processo, bem como compreender e agregar a intervenção de mais um interveniente na equipa: o instrutor/ professor/ treinador. Tendo este a responsabilidade da definição do treino de competências e aptidões, é quem vai participar ativamente na especificação dos elementos do contexto específico: as características, as missões, os objetivos específicos e determinar quais os resultados esperados de aprendizagem.

4.2. Relação entre a taxonomia de jogos e o desenvolvimento de competências

Um dos principais contributos deste trabalho de investigação é a definição da matriz de correlação entre a taxonomia de jogos e as competências. Os jogos, em particular os jogos sérios, proporcionam desafios para a aprendizagem: colocam objetivos, adaptam-se e/ou permitem a repetição (permitindo o processo de tentativa-erro) de acordo com o nível do aluno. Este aspeto no treino é decisivo para a aquisição de conhecimento, experiência e aptidões profissionais. A eficácia de jogos baseados no treino está diretamente relacionada com o sucesso dos desafios promoverem a aquisição de competências, contudo não há uma metodologia de *design* ideal que a suporte.

Este estudo/pesquisa que identifica os gêneros de jogos mais apropriados para desenvolver competências e aptidões específicas pode ser utilizado para proporcionar soluções iniciais no *design* de jogos sérios.

O objetivo principal deste estudo é contribuir com orientações práticas para um processo de design que promova o treino e a certificação de aptidões específicas.

A metodologia usada neste estudo inclui duas referências principais: a taxonomia de jogos (Ação, Estratégia, “*Role-Playing*”, Desportos, Simulação, Aventura, Puzzle e Questionários) e a sua relação com um referencial *standard* de competências e aptidões (Competências Educacionais).

Os jogos podem ser organizados nestas categorias supra definidas ou noutras quaisquer porque estas são definidas pela semelhança no tipo de interação suportada entre o jogador e o jogo (Pinelle et al., 2008). Contudo, o autor Sellers (2006) chama a atenção que as classificações de jogos podem ser encaradas como uma prática subjetiva tendo em conta que o número de gêneros reconhecidos tem aumentado nos últimos anos porque as mecânicas tornaram-se mais sofisticadas e diversas.

Com o intuito de ajudar o *designer* do jogo na adaptação de mecânicas para o treino e certificação efetiva através de jogos sérios, a definição de género de jogo é um dos pontos-chave. Por esta razão, o estudo desenvolvido analisa as mais comuns opções utilizadas nos desafios de acordo com o conjunto de competências (Baptista, Gonçalves, Coelho, & de Carvalho, 2013).

Baseado na avaliação de várias taxonomias de jogos (Adams & Rollings (2006), Bateman & Boon (2005), Stahl (2005), Adams & Dormans (2012), Entertainment Software Association (2011), Wolf (2002)) porque não há uma taxonomia *standard* ou consensual, definimos como aceitável que a lista tenha entre cinco e nove categorias, e também inclua alguns subgêneros para contemplar alguns tipos específicos de jogos.

A taxonomia que usamos é composta por 8 categorias subdivididas em 22 subcategorias.

No que se refere ao modelo de competência, Garman & Johnson (2006) definem-no como uma coleção de competências para o desempenho bem-sucedido de uma função. O modelo de competências escolhido é o das Competências Educacionais desenvolvido pela Microsoft (2006a). Este conjunto de competências está alinhado com várias referências atuais de competências consideradas úteis e necessárias para ser bem-sucedido no desempenho de funções no futuro, já mencionados anteriormente

nos relatórios: “Competências de Aprendizagem para o séc. XXI”¹⁶ e “*The Future of Jobs*”¹⁷.

Como é apresentado na Tabela 3.3, O Quadro de Competências Educacionais é composto por seis categorias de aptidões técnicas e pessoais: excelência individual, aptidões organizacionais, coragem, resultados, aptidões estratégicas e aptidões operacionais. As seis categorias que têm no total 44 competências podem ser divididas em dois grupos: “*hard skills*” e “*soft skills*”, conceitos já referenciados no capítulo sobre Treino e certificação de competências. As aptidões “*soft*” são as seguintes: Excelência Individual, Coragem, Resultados e Aptidões Estratégicas; enquanto as restantes são aptidões “*hard*”: Aptidões Operacionais e Organizacionais.

O trabalho de pesquisa teve como base a análise de 116 jogos sérios, cuja lista é apresentada no Anexo I - Lista de jogos sérios utilizados no estudo entre taxonomia de jogos e competências, referenciados em diferentes *sites*¹⁸ e repositórios abertos de jogos sérios. Para cada jogo, obtiveram-se as seguintes informações: descrição, classificação, áreas de domínio, género de jogo, tópicos, público-alvo e tipo de realismo. A análise dos dados disponíveis sobre cada jogo, juntamente com a possibilidade jogá-lo quando disponível, permitiu identificar mais claramente quais as competências envolvidas.

A Tabela 4.1 apresenta o resumo quantitativo, agregado por género e subgénero dos jogos analisados, onde o género que tem uma maior quantidade de jogos sérios analisados é a Simulação, seguido por jogos do tipo Puzzle e Aventura. A soma destes últimos géneros perfaz a mesma quantidade do género com maior número. Sendo uma análise baseada em catálogos de jogos e repositórios online, indica uma tendência do desenvolvimento e utilização dos jogos sérios com determinadas características para alcançar os resultados esperados.

¹⁶

¹⁷ Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

¹⁸ Sites utilizados na pesquisa: <http://www.gamespot.com/>, <http://www.healthgamesresearch.org/db> e <http://www.gamesforchange.org/>

Tabela 4.1 - Resumo dos jogos analisados por gênero e subgênero

Gênero	Subgênero	Subtotal	Total
Ação	“Beat ’em ups”	2	8
	Jogos de 1ª/3ª pessoa	1	
	Jogos de Plataforma	5	
Estratégia	4X (eXplorar, eXpandir, eXaminar, eXtremar)	1	8
	Estratégia em tempo real	1	
	Táticas em tempo real	1	
	Estratégia baseado em turnos	4	
	Jogos de guerra	1	
“Role Playing”	RPGs de ação	2	4
	MMORPGs	2	
Desportos	Jogos de exercício	2	3
	Jogos de desportivos ou de gestão	1	
Simulação	Veículos e jogos de corridas	6	41
	Mundos virtuais /fantasia/animais	24	
	Negócios	8	
	Jogos sociais e simulações de vivências	3	
Aventura	Aventuras gráficas	17	19
	Aventura em puzzle	2	
Puzzle	Puzzle Arcade/ Ação (cronometrado)	14	22
	Jogos físicos	4	
	Jogos de relevação de imagens	2	
	Jogos tradicionais	2	
Questionários (quizzes)		11	11

Com os resultados quantitativos obtidos, a abordagem foi aplicada em dois passos. Em primeiro lugar, escolheu-se o mais relevante subgênero de cada um dos gêneros principais para que a sua comparação com outros os resultados permitisse compreender qual a distância entre eles proporcionalmente.

No segundo passo, a análise recaiu na escolha de cada gênero em comparação com todas as competências da referência *standard*, Competências Educacionais. Os resultados mostram quais os impactos de cada gênero de jogo no treino de aptidões e atitudes e pode ser utilizado como conhecimento para melhorar o *design* dos jogos sérios com as competências ou categorias de competências privilegiadas para os diferentes gêneros.

Outro aspeto que destacamos é a existência de um pequeno grupo de subgêneros que não têm qualquer correspondência com os jogos retirados de vários catálogos

online de jogos sérios. O género da lista que tem mais subgéneros não identificados é Ação com três (luta, “*maze*” jogos de ação rítmica) e Aventura com apenas dois (aventura em texto e novela visual).

Os resultados do estudo realizado proporcionaram o cruzamento das categorias de géneros com um conjunto de competências numa matriz, apresentada no Anexo II - Matriz de correlação entre taxonomia de géneros de jogos e referencial de competências, cujos resultados desta amostra permite identificar algumas áreas com significativas de interseções para atingir os resultados de aprendizagem (Baptista, Coelho, & de Carvalho, 2015), (Baptista, Coelho, & de Carvalho, 2016). Importa ainda referir que a análise realizada aos jogos não foi medida a real eficácia do jogo quanto os seus propósitos de aprendizagem, mas sim pela identificação dos propósitos e desafios existentes.

O potencial de muitos dos géneros para suportar a aprendizagem de aptidões é extremamente importante e contribui de igual maneira para o desenvolvimento de larga variedade de estratégias para o *design* de jogos. A contribuição deste estudo resulta na mistura/combinção de géneros ou o reforço de desafios para alcançar habilidades tais como: Qualidade de decisão e resolução de problemas (SS3) e Aprendizagem técnica (SS8); Organização (OpS5) e Tomada de decisão em tempo útil (OpS9); tal como ambas as competências da categoria Resultados (Orientado à ação (R1) e Orientado para resultados (R2)) cuja sincronização em diferentes estratégias pode alcançar melhores desempenhos do aluno.

Infelizmente, as outras categorias de competências não têm resultados relevantes, tal como a Excelência Individual, o que mostra que as questões do desenvolvimento de competências pessoais (*soft skills*) são mais difíceis quer de treinar ou de medir, quando se trata de melhorar uma nova competência. Excepcionalmente, a categoria *Role Playing* apresenta várias contribuições no trabalho cooperativo (Construção efetiva de equipas (IE1), Motivação dos outros (IE10) ou Gestão de conflitos (C2)).

A Tabela 4.2 apresenta as competências por categorias, *soft* e *hard*, mais apropriadas por género. Cada uma das colunas da categoria mostra as mais relevantes aptidões, e em alguns casos, uma ou mais aptidões são distintivas quanto ao género aplicável. De referir também que em algumas das combinações género/subgénero apresentadas no sumário de aptidões não têm quaisquer aptidões *hard* identificadas (Ação, “*Role Playing*” e Questionários), condicionando a sua utilização como género de jogo mais apropriado.

Tabela 4.2 - Sumário de aptidões privilegiadas por género e subgénero

Género	Subgénero	Aptidões “hard”	Aptidões “soft”
Ação	Jogos de Plataforma		R1-Orientado para a ação; SS3-Qualidade de decisão e resolução de problemas; SS7-Agilidade estratégica e gestão da inovação;
Estratégia	Estratégia baseado em turnos	OrS2-Agilidade organizacional; OpS-Aptidões Operacionais;	SS-Aptidões Estratégicas; R-Resultados;
“Role Playing”	MMORPGs		R-Resultados; C-Coragem; IE10-Motivar os outros; E11-Negociação; SS2-Abordar a ambiguidade; SS3-Qualidade de decisão e resolução de problemas; SS4-Habilidades funcionais/ técnicas;
Desportos	Jogos de desportivos ou de gestão	OpS5-Organizar; OpS6-Planeamento; OpS3-Gerir e mensurar o trabalho; OrS2-Agilidade organizacional;	C3-Gerir a ousadia; SS3-Qualidade de decisão e resolução de problemas; R-Resultados;
Simulação	Mundos virtuais/ fantasia/ animais	OrS2-Agilidade organizacional; OpS-Aptidões Estratégicas;	SS-Aptidões Estratégicas; R-Resultados;
Aventura	Aventuras gráficas	OpS5-Organizar;	SS3-Qualidade de decisão e resolução de problemas; SS5-Perspicácia intelectual; SS8-Aprendizagem Técnica; R-Resultados;
Puzzle	Puzzle Arcade/Ação (cronometrado)	OpS9-Tomada de decisão em tempo útil;	SS3-Qualidade de decisão e resolução de problemas; SS5-Perspicácia intelectual; SS8-Aprendizagem Técnica;
Questionários (Quizzes)			SS8-Aprendizagem Técnica;

Um conjunto de análises mais detalhadas que estão publicadas (Baptista et al., 2015) demonstram uma grande correlação e impacto entre alguns géneros, tais como aventura, desportos, estratégia e simulação, e algumas competências *hard* (organizacionais e operacionais) e *soft* (estratégicas e resultados). Um resultado talvez considerado inesperado foi o baixo impacto na maioria dos géneros do conjunto de competências da categoria Excelência individual, com o género RPG.

O estudo pretende responder à questão de identificar os benefícios para a aprendizagem e treino de competências que podem ser alcançadas pela implementação de SG. Pelo estudo realizado, os benefícios identificados são a experiência, que é o aspeto mais importante dos SG, e o desempenho pode ser melhorado através de um conjunto de desafios.

Frequentemente, e com já foi referido anteriormente relativamente à ausência de aptidões em alguns dos géneros, a utilização das mecânicas de um único género não é suficiente para suportar as metas do treino de competências, contudo através deste estudo demonstramos que os *designers* de jogo têm variadas escolhas para conseguir a melhor aquisição de competências.

A implementação de jogos sérios para o treino de competências pode conseguir um novo impulso se a experiência do treino for definida a partir da estrutura do jogo (ações e desafios), bem como se cada desafio definido for usado independentemente, ou não, para a melhoria de diferentes aptidões.

Para finalizar, outras conclusões destes resultados são que estes podem ser aplicados como referencial para diferentes contextos de treino ou domínios, bem como pela utilidade de compreender a experiência anterior para dar dicas aos *designers* no desenvolvimento de novos SG. No futuro, o inquérito deverá ter uma atualização contínua através de novas análises de SG, porque só desta maneira pode ser refinada a sua eficácia.

Com este resultado conseguimos propor um conjunto de orientações para os *designers* para desenvolverem jogos para a certificação de competências, que passam a integrar na *framework* de certificação: o método de certificação triádica.

4.3. Arquitetura do Método de Certificação Triádica

Nesta seção propõe-se a arquitetura do método de certificação integrada para jogos sérios, por nós designada de *In-game Triadic Certification Method* (TCM). O método desenvolvido tem uma arquitetura de quatro passos distintos cujo resultado permite avaliar a progressão da aquisição de competências e a sua certificação. A arquitetura apresentada na Figura 4.1 expressa toda a sua amplitude e apresenta genericamente os objetivos e as ferramentas aplicadas em cada um dos passos.

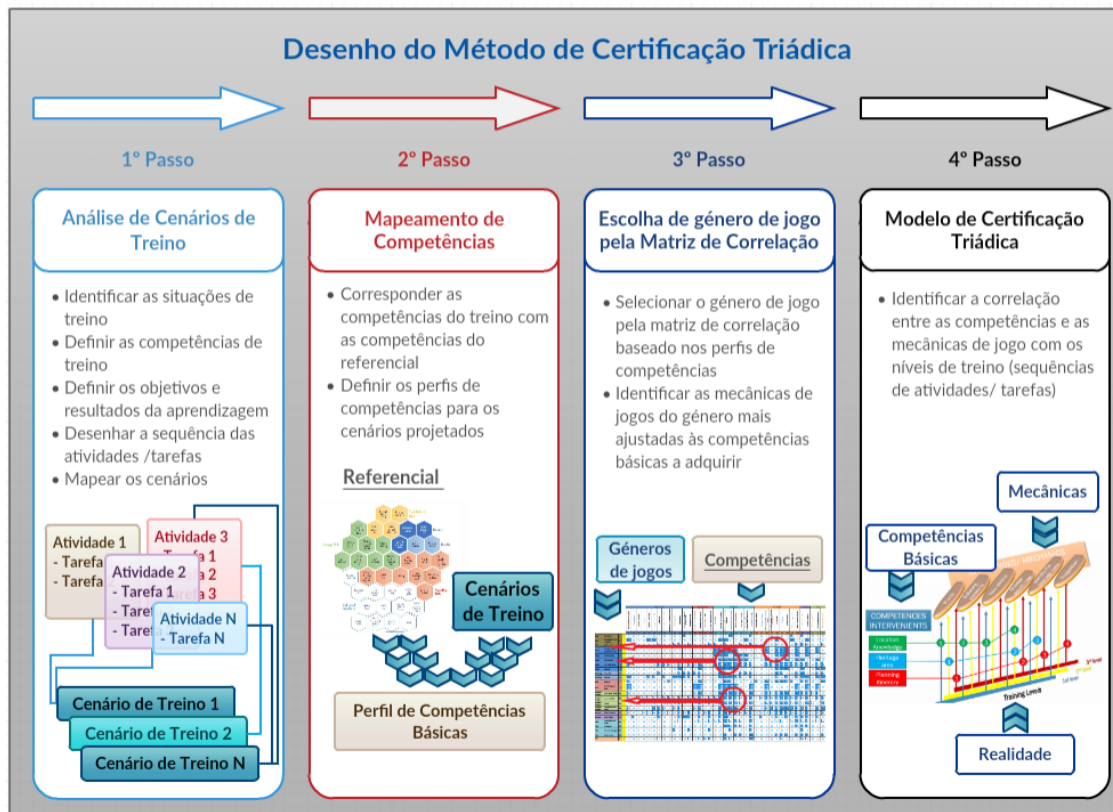


Figura 4.1 - Representação da arquitetura do método triádico de certificação com a representação das ferramentas utilizadas e objetivos definidos

De forma sintética, no primeiro passo, a tarefa principal é obter o diagnóstico do contexto de formação/treino pela identificação das situações concretas e cenários, bem como dos objetivos a alcançar como resultados de aprendizagem.

O segundo passo passa pelo mapeamento das competências definidas para o treino dos grupos-alvo com o referencial *standard* de competências definido de maneira a obtermos os perfis de competências básicas dos cenários planejados.

Neste passo, o referencial de competências para a certificação é o das Competências Educacionais (*Educational Competences*) (Microsoft, 2006a). Esta matriz serve de referencial para identificar qual o conjunto (ou a combinação) de competências necessário para a obtenção dos resultados mais corretos em cada cenário (competências essenciais). Estes dois primeiros passos têm como principal interveniente o professor/instrutor/treinador.

No terceiro passo, o *designer* do jogo recebe o mapeamento de competências juntamente com os cenários definidos e baseando-se no estudo comparativo entre os gêneros de jogos e as competências (já apresentado no tópico 4.2. Relação entre a taxonomia de jogos e o desenvolvimento de competências), seleciona o gênero de jogo cujas mecânicas sejam mais convenientes através da análise da matriz de correlação

e a lista de competências designada no passo anterior. O estudo desenvolvido também está explicado com maior detalhe na seção 4.2.

Por último, no quarto passo é construído o modelo de certificação triádica onde são dispostos os três eixos: as aptidões e atitudes identificadas (competências básicas), as mecânicas com base nos gêneros de jogos (mecânicas) e os vários níveis de treino (realidade), é possível representar o processo de treino e avaliação de competências ao longo do jogo sério.

4.3.1. Método de certificação triádica

O Método de Certificação Triádica (TCM) aproveita as vantagens da utilização dos jogos, anteriormente apresentadas, acrescentando novas contribuições para a certificação de competências e aptidões onde as diretrizes do treino são incorporadas no *design* do SG permitindo a medição do desempenho durante o treino/missão.

O desenho deste método baseia-se nos quatro passos já enunciados, para obter a avaliação do desempenho dos jogadores no jogo através de métricas derivadas de parâmetros internos (*in-game*), e não apenas através dos métodos tradicionais como os questionários (Baptista, Coelho, & de Carvalho, 2013). Com esta abordagem torna-se possível disponibilizar um conjunto de diretrizes à equipa de desenvolvimento, principalmente aos *designers*, para incluir a certificação de competências na própria construção do jogo associada a um mapa de avaliação.

Outro objetivo pretendido com o método é contribuir para a participação dos intervenientes no processo de *design* a favor da dialética entre o(s) treinador(es)/instrutor(es) e o(s) *designer*(s) do jogo sério, podendo mesmo ser considerada como uma ferramenta de suporte à comunicação. A base triádica proposta tem como pressuposto o equilíbrio de três intervenientes no *design* do jogo, além dos dois já referidos, há um terceiro que é a realidade que o ambiente virtual cria para o treino, o próprio jogo.

Cada um dos pilares da metodologia tem elementos relacionados com estes intervenientes para promover o equilíbrio entre as mecânicas de jogo associadas à taxonomia de jogos sérios, a matriz referência de certificação de competências e os próprios elementos do jogo.

Tendo como base a abordagem do modelo *Triadic Game Design* de Harteveld (Harteveld, 2011), o equilíbrio entre os três componentes é a chave do sucesso do processo de certificação, que em última instância é suportado pelo *Analytics* na análise dos dados recolhidos dos jogadores.

Um dos grandes desafios colocados neste processo de inclusão da avaliação e certificação no jogo esteve no modo como relacionar as competências relativas a serem treinadas (nativas ao contexto de treino) e o mapa de avaliação das competências baseado nas ações no próprio jogo. Por isso, pensamos que um meio de o conseguir foi construir uma correlação entre a taxonomia de jogos e as competências a certificar que identifique qual(is) o(s) géneros mais adequados cujas mecânicas são mais ajustadas à especificidade do treino.

Sendo um método composta por quatro passos, inicialmente apresentamos o diagrama de casos de uso representativo do mesmo e respetivos atores:

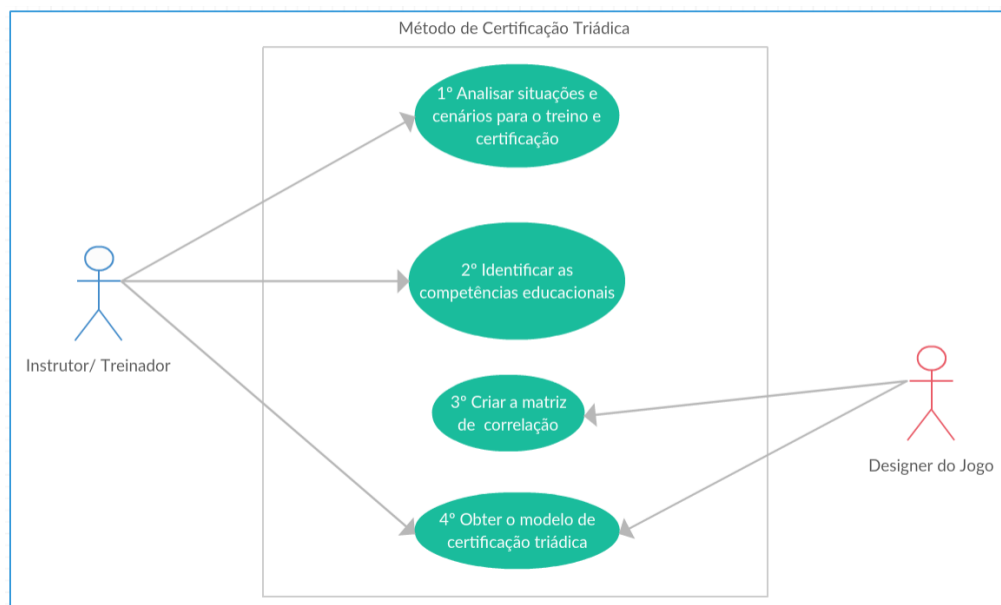


Figura 4.2 - Diagrama caso de uso demonstrativo dos passos da metodologia e respetivos atores

Descreve-se em seguida cada um dos passos, detalhando os objetivos, as ferramentas e os métodos ou as referências que suportam a sua posição na tríade, bem como a identificação dos resultados esperados e respetivas ligações com os passos seguintes.

4.3.2. Passo 1: Analisar situações e cenários para o treino e certificação

Iniciando a incursão pelo método, o primeiro passo corresponde à análise/diagnóstico do contexto de treino onde o especialista e interlocutor do contexto na equipa de desenvolvimento, é o professor/instrutor/treinador. Esta etapa permite a

caracterização das necessidades ou requisitos do treino, onde concretamente são identificadas as competências que devem ser aprendidas com o treino para tornar o “jogador/aluno” num especialista certificado em determinados objetivos de aprendizagem.

O diagnóstico de treino ou aprendizagem permite identificar as situações, cenários, objetivos específicos e respetivos resultados de aprendizagem pretendidos. Neste sentido, é preciso em primeiro lugar, pormenorizar os detalhes das situações necessárias a serem treinadas, com base nas seguintes três componentes: conhecimentos, atitudes e aptidões. A utilização deste referencial tripartido é em tudo semelhante com outras estruturas de qualificação e de certificação já referidas na seção 3.3.1 (ex. EOF, AOF, ...), acrescido da quantificação dos resultados de aprendizagem quanto aos objetivos de cada um deles.

Após identificadas todas as situações necessárias, estas são agrupadas e combinadas em cenários hipotéticos de treino, e ambos (situações e cenários) são caracterizados com as metas pretendidas através da quantificação dos resultados a atingir.

A explicação detalhada de cada cenário de treino e a certificação tem uma grande utilidade porque agrega as diferentes atividades e tarefas nos contextos/ambientes que representam as competências, aptidões e conhecimentos necessários para a sua concretização com sucesso nas situações reais. No contexto da aprendizagem, este passo pode-se chamar de planificação ou plano de treino sempre associado à componente contextual dos cenários.

4.3.2.1. Ferramentas a utilizar

Alguns dos estudos realizados no domínio do treino e da certificação têm forte aplicação no meio militar (Fyfe & Johnson, 2005; A. H. Myers, 2002; Sostak, 2012), entre outros meios (Munro & Mavin, 2012; Redkar, 2012; Wiese et al., 2007). Esta área tem uma profunda tradição no treino dos seus operacionais para contextos muito diferenciados onde além do conjunto diversificado de requisitos envolvidos, há as restrições impostas por diversos domínios tais como: territoriais, temporais e humanos. Tendo em conta a experiência acumulada neste domínio, identificamos um conjunto de metodologias militares que permitem ir com algum detalhe e maior rigor à especificação das atividades agregadoras de tarefas simples até à realização com sucesso de uma determinada função.

No nosso trabalho queremos destacar duas metodologias ou abordagens identificadas como úteis para o procedimento de identificação de atividades e tarefas que são: Army' *CRAWL - WALK - RUN* e *Mission Essential Task List* (METL).

Cada uma destas abordagens permitem uma execução muito precisa de tarefas específicas quanto à ordem de execução, bem como apresenta consistentemente a progressão das mesmas para os patamares seguintes. Esta questão da progressão é fulcral para que se consiga fazer uma análise do desempenho do aluno, não só tendo em atenção as atividades previstas, mas também o seu desempenho total. Como estas metodologias militares se ajustam plenamente a contextos de aprendizagem mais genéricos, pretende-se aplicar os seus conceitos para construir a planificação dos treinos.

Segundo Sharp (1996) e Davis (1996), a metodologia *CRAWL - WALK - RUN* tem como princípio o fenómeno da aprendizagem motora humana, metaforicamente apresentada com a imagem de um bebé a iniciar os movimentos de andar: primeiro rasteja, segundo anda e em terceiro corre. Sendo uma estratégia de treino muito comum, como as características já referidas indicam, apresenta aos alunos uma instrução simples inicialmente e depois promove sucessivamente lições mais complexas conforme vão sendo dominados os conteúdos propostos. No sentido desta abordagem quando se é proposta uma tarefa mais complexa ou mais simples, há dois riscos para os alunos. Um deles é que os alunos se tornem facilmente diminuídos ou incapazes perante o resultado esperado: aprenderem uma tarefa inteira de uma só vez. O risco pela tentativa de aprender uma tarefa maior ao mesmo tempo, aumenta, segundo Wickens (2015), a carga de trabalho mental que pode interferir com a compreensão dos conceitos subjacentes e, assim, interferir com a aprendizagem. Por outro lado, o segundo risco é que os alunos também possam perder o interesse e a motivação se, ao contrário, as lições são demasiado simples. Portanto, a aplicação da estratégia "*CRAWL-WALK-RUN*" permite que os alunos aprendam os conteúdos sucessivamente mais complexos na medida em que os seus conhecimentos e aptidões aumentam.

Desta forma, a sua utilização torna possível a construção de uma tabela de referência onde em cada uma das etapas do treino há uma sequência de tarefas com objetivos concretos que sistematicamente é demonstrada, praticada e por último alcançado o melhor desempenho na mesma. Assim com o contributo deste método simples e declarativo encadeamos um conjunto de tarefas evolutivas para alcançar um determinado nível de conhecimento, competências ou aptidões. Como se mostra na Tabela 4.3, cada uma das etapas assume uma componente do treino e certificação.

Tabela 4.3 – Estratégia de "CRAWL-WALK-RUN".

CRAWL (Explicação e Demonstração)	WALK (Prática)	RUN (Performance)
<i>Tarefas iniciais e básicas</i>	<i>Aumento do nível de dificuldade através do aumento do realismo e sequências de tarefas</i>	<i>É necessário a prática com sucesso das fases anteriores de simulação das tarefas e atividades para um bom desempenho ambiente real</i>
- Treino de cada passo da tarefa	- Treino até atingir o nível definido	- Treino coletivo até alcançar a proficiência
- Treino de cada tarefa na ordem estabelecida	- Treino com mais realismo	- Treino nas mesmas condições de simulação da missão
- Treino de todas as tarefas até a atividade estar bem realizada	- Aprender a ordem das tarefas	

Pode ocorrer em algumas circunstâncias a necessidade de uma maior ponderação por parte do professor/instrutor/treinador quanto à planificação do treino porque pode ser pretendido alargar a uma diversidade maior de destinatários do treino. Com esta situação, o processo de análise terá de ser mais abrangente e por vezes complexo, pois há uma componente de intersecção das tarefas e atividades partilhadas que exige uma análise das inter-relações. Sendo uma vantagem, pois cada aluno vai treinar as suas tarefas e atividades no mesmo cenário de treino, pode ser uma desvantagem devido ao seu desempenho ficar dependente do contexto colaborativo desenhado do treino.

O resultado deste diagnóstico/análise do contexto de treino que conta com diferentes variáveis (participantes e a integração de tarefas progressivas nas atividades delineadas), resulta numa tabela final de tarefas/atividades relacionadas com os cenários projetados para o treino tendo em conta as referências *standard* de certificação.

As tarefas podem estar associadas em diferentes atividades, possibilitando desta forma que a medição da evolução seja mensurada através das variáveis definidas, bem como pelo desempenho entre o número de repetições com sucesso e as falhadas.

A outra metodologia militar referida, METL, será aplicada como modelo de construção das missões cujo objetivo é capacitar os vários alunos para responderem às situações simuladas de treino. Segundo vários autores Grimaila (2010), List (List, 2002) e Sheehan (2004), METL é uma lista de tarefas essenciais que junta as necessidades operacionais das missões militares com o necessário treino prévio e a mais brevidade na disponibilidade dos operacionais tendo em conta esses requisitos.

Esta lista pode conter simplesmente uma descrição em formato de itens abrangendo as tarefas específicas necessárias para uma unidade ou grupo. Um aspeto fundamental para o cumprimento e sucesso da missão delineada está em quem assume a liderança da missão porque assume a responsabilidade de reunir, para determinar objetivamente e realisticamente quais as missões que os operacionais vão realizar e o desempenho pretendido, e só então determinar as tarefas necessárias para alcançar o sucesso do treino pelo bom desempenho conseguido na missão.

No contexto militar das Forças do Exército dos EUA, foi desenvolvida uma lista que já é hierarquicamente organizada com um elevado número de grupos de tarefas chamada de *Universal Joint Task List* (UJTL), entretanto já adotado por vários outros países e organizações militares internacionais (Staff, 2011). Esta ferramenta permite que o planeamento operacional possa ser dividido em diferentes níveis: estratégico, operacional e tático. É com base nesta lista hierárquica que todos os planos de missão são desenhados, como afirma Staff (2011) com o objetivo principal de os alunos obterem um conjunto de competências a fim de alcançar a melhor combinação entre o desempenho, segurança e confiança. Uma lista METL quando aplicada no contexto militar é o reflexo da escolha do conjunto de tarefas essenciais pelo comandante para o sucesso da missão, circunscrevendo explicitamente quais as condições e padrões de desempenho que assegurem o cumprimento da missão (Grimaila et al., 2010). A

Tabela 4.4 mostra quais os benefícios de desenvolvimento de listas METL (Army, 2002):

Tabela 4.4 – Benefícios do desenvolvimento com a METL.

Definição
- Reduz e prioriza o número de tarefas que a organização deve treinar
- Concentra-se no treino de grupo nas tarefas essenciais.
- Proporciona um fórum de discussão profissional entre os comandantes relativamente à ligação entre a missão e treino da mesma.
- Conduz ao compromisso dos líderes de grupo com o plano de treinos das organizações

Resumidamente, o primeiro passo do método TCA é a análise do contexto específico de treino, beneficiando da convergência das duas metodologias. Em primeiro lugar, beneficia pelo METL com o contributo da hierarquização da lista de tarefas e atividades incluídas em cada missão de treino. Assim na mesma missão poderá haver várias orientações quanto ao desempenho esperado, fazendo-o depender

das escolhas da lista de tarefas fundamentais para completar o treino, cabendo essa decisão sempre ao professor/instrutor/ treinador.

Em segundo lugar, beneficia com a abordagem *CRAWL-WALK-RUN* pela definição da sequência das tarefas que favorecem o alcance dos níveis de desempenho face à aprendizagem progressiva proposta, quer seja a tarefa realizada individualmente quer seja realizada numa sequência de tarefas (atividade). Deste modo conseguimos mensurar qual o desempenho ao longo dos vários níveis de aprendizagem que são definidos na planificação do treino.

Um dos resultados deste passo é a construção da tabela de planificação dos cenários de treino, onde são definidas todas as missões associadas às atividades que listam as tarefas essenciais, que devidamente sequenciadas promovem o sucesso do treino pelo cumprimento dos níveis de desempenho esperados.

Para a visualização dos cenários, poder-se-á utilizar um conceito semelhante aos diagramas de casos de utilização (através da nomenclatura de modelação *Unified Modeling Language* - UML (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, n.d.)) para ajudar a referenciar os atores dos cenários de treino.

4.3.3. Passo 2: Mapeamento de competências

O segundo passo do método corresponde ao mapeamento das competências educacionais que se enquadram com a lista de tarefas e atividades definidas no passo anterior, cujo ator continua a ser o professor/instrutor/treinador.

Nesta segunda etapa, procedemos à definição das competências básicas de cada perfil dos grupos-alvo que serão adquiridas com o treino. Esta definição resulta do mapeamento das competências do treino com o referencial de Competências Educacionais (Microsoft, 2006a). Este exercício de mapeamento da competência ou da combinação de competências requeridas permite o enquadramento do contexto específico de treino com um referencial *standard*, onde os resultados de aprendizagem irão comprovar as competências adquiridas para proceder corretamente num determinado cenário.

Com a criação da tabela de planificação é necessário correlacionar a lista de atividades agregadas com tarefas simples ou combinações de tarefas (a lista essencial de tarefas) com um referencial que torne universal a sua incorporação no desenvolvimento do jogo. Mas pode-se colocar a questão do porquê da necessidade desta ligação?

Em primeiro lugar, como afirmam vários autores Boyatzis (1982), Le Deist (2005) & Chyung (2006), as competências também são de contexto específico. Cada contexto analisado desencadeia cenários com missões a realizar. Contudo, a especificidade de cada um dos contextos que serão implementados nos SG é ímpar sendo necessários vários cenários específicos para o treino e certificação de competências. Tal situação impõe a realização de uma ligação das atividades/tarefas específicas com um referencial de competências para que o contexto do treino fique devidamente enquadrado com um *standard* de competências.

Tendo em conta que algumas das competências podem ser mais relevantes ou essenciais do que outras para uma determinada função a treinar, os níveis de quantificação dos resultados quanto ao que é necessário demonstrar pode variar muito, dependendo diretamente das tarefas requeridas por essa função. Por isso, para distinguir o impacto de cada uma das competências os diferentes níveis de proficiência são associados com as várias descrições dos resultados a atingir, e que já estão incluídos no referencial de competências.

Dreyfus e Dreyfus (1987) descrevem os níveis de competência através da seguinte escala: novato, novato experiente, praticante, praticante experiente, perito, virtuoso, e mestre. Esta escala de níveis inclui diversos tipos de intervenientes desde o iniciante que está mais focado no cumprimento das regras com um comportamento mais limitado até ao indivíduo que está disposto a quebrar as regras para fornecer soluções criativas e inovadoras para os problemas colocados. Contudo como esta escala é muito larga e de difícil enquadramento em algumas das situações, uma adaptação à escala foi realizada por Benner (2001), categorizando os níveis de desempenho da seguinte forma: 1) não qualificado ou não relevante; 2) principiante; 3) aprendiz; 4) competente; 5) proficiente; e 6) perito.

No caso em particular das Competências Educacionais, a ferramenta que utilizamos no nosso trabalho, os níveis de proficiência são quatro: 1) Básico; 2) Intermédio; 3) Avançado; e 4) Perito. Sendo assim a cada competência é definido um conjunto de tarefas cujo encadeamento permite aplicar as competências nos vários níveis de proficiência.

Este processo, que se pretende que seja interativo, combinando as competências (metas, atividades e níveis de proficiência) e os cenários (objetivos, situações e resultados), é um exercício muito útil para obter dois elementos distintos: primeiro o perfil de competências que depois dá origem ao conjunto de ações/eventos que será desenvolvido no SG.

A matriz de Competências Educacionais é uma abordagem baseada num conjunto de fatores de sucesso que podem ser mapeados para corresponderem a atributos, comportamentos, áreas de conhecimentos, competências e aptidões associadas a contextos de aprendizagem e treino.

A matriz *standard* que se propõe utilizar contém um conjunto de competências dividido em seis categorias de fatores de sucesso, sendo cada uma destas ainda subdivididas entre competências técnicas e pessoais, “*hard and soft skills*”. Estas competências têm detalhes que descrevem o que o aluno deve aprender, compreender e ser capaz de fazer após a conclusão do processo de aprendizagem.

A escolha deste referencial de competências baseia-se em primeiro lugar nos objetivos subjacentes ao desenvolvimento do mesmo: o referencial ser pensado com o foco aplicacional na área da educação tendo em consideração muitas das especificidades relacionadas com a aprendizagem. Em segundo lugar, por encontramos uma grande semelhança entre os fatores educacionais e as competências mais procuradas na próxima década segundo o relatório lançado em 2016 no âmbito do Fórum Económico Mundial em Davos, na Suíça, “*The Future of Jobs*”¹⁹. Neste relatório são indicadas as competências consideradas necessárias para os indivíduos estarem preparados para os desafios do emprego e força de trabalho em 2020. O Top 10 das competências para o ano 2020, apresentado na Figura 4.3, resulta da análise de diretores de recursos humanos e responsáveis de estratégia dos principais empregadores mundiais.



Figura 4.3 - Comparativo do Top 10 de competências de 2020 e de 2015 apresentado no relatório “*Future of Jobs Report*” - *World Economic Forum*

¹⁹ Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

O destaque desta classificação está no maior peso que as competências sociais e comportamentais (“*soft skills*”) têm em detrimento das competências técnicas fundamentais (“*hard skills*”).

Neste comparativo há uma tendência dos fatores decisivos para o sucesso da educação. Nessa lista de fatores decisivos que sustentam a visão predominante para o mercado de trabalho nos próximos anos, há uma forte correspondência tanto nas competências como nos objetivos com o referencial das competências educacionais (Microsoft, 2006a).

Baseado nestes dois motivos, parece a escolha certa alicerçar o método com o referencial das Competências Educacionais porque o quadro de competências está adequado às competências mais relevantes a curto e médio prazo.

Após este passo na definição das competências equiparadas com as pretendidas nos cenários de treino propostos, o próximo passo é delinear os resultados esperados da aprendizagem.

4.3.3.1. Ferramentas a utilizar

A matriz de referência que vai ser utilizada neste passo foi desenvolvida por Lombardo e Eichinger (2006) em colaboração com a Microsoft. Tendo como base a matriz de *Lominger*, eles desenvolveram uma abordagem semelhante com o foco exclusivo na educação e aprendizagem: Competências Educacionais.

O ponto de partida para a realização desta etapa do método é utilizar a matriz de referência escolhida como um modelo de competência para identificar as competências básicas para operar/treinar uma função específica em quaisquer contextos: emprego, ocupação, organização ou indústria. Desta forma, pretende-se elaborar a descrição comportamental representativa da função a executar ou realizar baseada, conforme afirma Fogg (1999), na definição das competências associadas a cada função ocupacional. Esta descrição embora seja muito dependente do tipo de trabalho e ambiente organizacional em concreto, é de considerar que a composição da lista de competências de uma determinada função tenha um número de competências entre cinco e oito competências distintas.

A matriz de referência apresenta um leque de competências variadas, onde cada uma das categorias corresponde a objetivos e propósitos diferenciados baseado nas competências educacionais para ser bem-sucedido no século XXI. A lista seguinte apresenta as categorias existentes no referencial que abrangem as competências técnicas e comportamentais onde é procurada uma correspondência com a função:

1. **Excelência individual:** Capacidade para obter resultados trabalhando eficazmente com os outros em diversas circunstâncias.
2. **Capacidade de organização:** Capacidade de comunicar por vários meios em diferentes contextos organizacionais.
3. **Coragem:** Capacidade de falar diretamente, de forma honesta e com respeito nas situações difíceis.
4. **Resultados:** A ênfase está na ação orientada ao objetivo.
5. **Habilidades estratégicas:** Um conjunto de habilidades usadas para atingir objetivos bem focados e a longo prazo.
6. **Habilidades operacionais:** Um conjunto de habilidades usadas para a gestão diária de tarefas e relacionamentos.

Conseguida a lista de competências a partir da matriz de referência para uma tarefa específica ou cargo (competências), pode-se identificar qual a ação mais adequada no jogo para conseguir a sua aprendizagem (mecânica de jogo).

Com a definição dos níveis de proficiência, após a identificação das competências necessárias, ficam determinados à partida o número de níveis de treino indispensáveis no jogo sério. Tendo em conta que uma competência, é adquirida, maioritariamente, com o desempenho bem-sucedido em vários níveis de treino, só a conclusão destes níveis dir-nos-á sobre a evolução da aprendizagem ao longo do treino. Com esta tarefa do método, é da responsabilidade do professor/instrutor/treinador definir a aprendizagem da competência ao longo de vários níveis de treino.

Com a conclusão deste passo do método, a definição do perfil de competências básicas, transitamos para o próximo passo: a escolha do género de jogos baseado na matriz de correlação entre as mecânicas de jogo e as competências básicas.

4.3.4. Passo 3: Selecionar o género de jogo

O terceiro passo do método é a escolha do género de jogo sério que mais se adequa ao perfil de competências básicas definido anteriormente. Um género de jogo é definido pelo conjunto de mecânicas que apresenta/disponibiliza durante o jogo. Para se conseguir realizar este passo na metodologia foi necessário realizar uma pesquisa entre um conjunto diversificado de jogos sérios para se compreender melhor quais são as contribuições dos géneros de jogos na aquisição de competências. Dado ser muito mais difícil ir ao pormenor de identificar a mecânica de jogo mais ajustada para a aquisição de competências, a nossa opção pela análise a partir do género de jogo tem

o objetivo conseguir verificar padrões combinatórios de competências que um determinado gênero de jogo consegue abranger.

Após a conclusão da análise dos jogos construiu-se uma matriz, conforme mostramos no Anexo II - Matriz de correlação entre taxonomia de gêneros de jogos e referencial de competências, que correlaciona os grupos de competências com uma taxonomia expandida de jogos (oito gêneros e vinte e dois subgêneros) (Baptista et al., 2015, 2016). Esta é uma ferramenta de extrema utilidade para identificar os gêneros de jogo que garantam a aprendizagem de competências específicas.

Com esta análise de alto nível às mecânicas de um conjunto de jogos sérios, é possível encontrar as prováveis opções mais acertadas de mecânicas de jogo para a aquisição de determinadas competências.

Este passo do método é da responsabilidade do *designer* que passa a utilizar esta ferramenta como uma boa prática orientadora para o *design* do jogo, sem que ela se constitua como uma restrição ou limitação à criatividade, sempre essencial a este tipo de processo. Há que ter em atenção dois aspetos fundamentais para a concretização deste passo. Em primeiro lugar é preciso conhecer o tipo de ações ou tarefas definidas nos vários de níveis de proficiência de cada competência básica, e da respetiva correspondência com os conceitos/comportamentos semelhantes para a correta transposição para o jogo como mecânica ou desafio. Em segundo lugar, é necessário especificar quais as métricas que servirão para mensurar o jogo porque a aquisição da competência, e conseqüente certificação, depende da aplicação de fórmulas sobre essas medidas.

A matriz de correlação é a peça-chave para conseguirmos uma correta e eficiente implementação de um jogo sério com capacidades de avaliar e certificar as competências adquiridas para o desempenho com sucesso de uma determinada função/trabalho. Contudo em algumas situações, a escolha do gênero pode não ser unívoca, mas sim uma combinação de gêneros onde a partir das orientações obtidas da matriz se combinam mecânicas e desafios de vários gêneros para garantir as competências a treinar.

Uma das conclusões que se pode tirar com esta matriz de correlação é ser possível agregar numa única ferramenta a análise da experiência prévia bem-sucedida na aplicação de jogos sérios na aprendizagem e aquisição de competências, onde estes padrões reconhecidos no passado são orientadores para o desenvolvimento futuro.

4.3.4.1. Ferramentas a utilizar

A ferramenta principal é a matriz de correlação resultante da pesquisa de 116 jogos sérios, agrupados em oito categorias de gêneros de jogos: Ação, Estratégia, “*Role Play Games*”, Desporto, Simulação, Aventura, Puzzle e Questionários, acrescido ainda das suas subcategorias. Tendo em atenção os jogos analisados para o trabalho, a distribuição por género de jogo é a seguinte: Ação - 8, Estratégia - 8, “*Role Play Games*” - 4, Desporto - 3, Simulação - 41, Aventura - 19, Puzzle - 22 e Questionários - 11. Contudo, não tendo em alguns dos géneros um número muito relevante e muitas vezes disperso entre os subgéneros, propomos que haja uma atenção redobrada na análise e escolha desses géneros especificamente.

A ferramenta desenvolvida serve de guia de orientação para o *designer* escolher o género através da correspondência do perfil de competências básicas com as definidas na matriz de correlação. O resultado da amostragem permite identificar as áreas cuja intersecção é mais significativa (Baptista, 2014).

O designer como arquiteto do jogo tem um papel decisivo na definição do género de jogo porque é pelas mecânicas que se descreve o modo de como o jogador interage e influencia os estados de jogo para concluir um objetivo (Järvinen, 2008). A definição do género também corresponde à escolha das mecânicas.

Através das mecânicas especificam-se os vários tipos de relações subjacentes entre as entidades de jogo: comportamental, *feedback* e progressão que representam o quadro geral da experiência desejada para atingir os objetivos do jogo. O ajustamento dos vários tipos de mecânica permite a orientação dos jogadores para a melhoria de processos, através da sincronização entre os aspetos humanos (comportamentos), o *feedback* completo no jogo (interação) e a organização da estrutura de competências adquiridas (progressão).

Neste passo do método, deve ser considerada uma correspondência entre as mecânicas e as tarefas definidas em níveis de proficiência de competências. Em segundo lugar, é necessário quantificar a medição com a especificação da mecânica no contexto do jogo e do cenário de treino, porque a medição do desempenho de certificação depende desta quantificação. De forma semelhante aos níveis de proficiência do perfil de competências básicas, associado à matriz de mecânicas deve ser criada uma escala de quantificação de resultados, muitas vezes baseada nos índices de desempenho do contexto/domínio de treino.

Com este passo concluído, temos uma correlação entre o perfil de competências básicas e um género de jogo, e respetivas mecânicas, o que permite avançar para a

implementação de um jogo sério com capacidade de avaliar e certificar a aquisição de competências.

4.3.5. Passo 4: Modelo de Certificação Triádica

O quarto e último passo do método é a integração das contribuições anteriores do *design* na implementação do jogo. Com a sequência apresentada conseguimos estabelecer uma forte ligação entre o contexto de treino e o *design* do jogo através da correspondência entre as competências desejadas e mecânicas de jogos que as providenciam para o treino. Deste modo, implementamos as várias orientações anteriores sobre as ações, os desafios e as mecânicas no *play*, suportando as diferentes situações apresentadas pelos cenários definidos na primeira etapa da metodologia.

Para medir as competências de treino e progressão da aprendizagem num jogo, há um componente em programação para a avaliação/certificação que será desenvolvido. Este módulo tem como objetivo principal permitir configuração e personalização do processo de treino e correspondente avaliação/certificação a incorporar no jogo sério.

Neste passo final, há dois intervenientes que colaboram na configuração dos parâmetros da certificação, professor/instrutor/treinador e *game designer*, para assegurar e quantificar a aquisição de competências do outro interveniente, o aluno. A configuração consiste no detalhe das tarefas e atividades concretas, bem como as respetivas métricas de desempenho, procurando desta maneira corresponder com as competências educacionais e os resultados esperados já quantificados anteriormente.

A finalidade deste modelo é conseguirmos assegurar o *design* de um jogo sério para o treino de competências, mantendo-o autónomo no seu funcionamento e configuração, mas dependente da receção dos valores/elementos relacionados com a atuação do jogador nas mecânicas e desafios estabelecidos. Além do desenvolvimento deste componente, este passo do método concretiza o que chamamos de Modelo de Certificação Triádica (TCMod).

O conceito do TCMod para além de funcionar como uma ferramenta de comunicação entre os vários intervenientes, pretende convencionar o desenho de jogos para a aquisição de competências providenciando um equilíbrio entre as três componentes: aptidões e competências identificadas (competências básicas), as mecânicas e desafios baseados no género de jogo (mecânicas) e os níveis de treino (realidade). Seguindo o TCMod, mantém-se cada uma das partes do processo de treino e avaliação/certificação de competências totalmente independente com os respetivos intervenientes a cumprirem os seus papéis:

- **Professor/Instrutor/Treinador:** quem define as competências de treino e os níveis de treino;
- **Designer do jogo:** quem define os elementos de jogo para os SG;

Além dos papéis dos intervenientes é importante referir que obtemos neste passo o TCMd para o contexto de treino específico. Este modelo mostra graficamente a construção do equilíbrio entre os eixos: as competências básicas, as mecânicas e a realidade, descrevendo a progressão da aquisição de uma competência ao longo dos vários níveis de treino. A componente de avaliação/certificação está presente na análise do desempenho nas diferentes interações que foram montadas no jogo para serem objeto de medição e verificadas segundo as escalas de resultados específicos do treino em particular.

A Figura 4.4 mostra como a aquisição de uma competência não ocorre num único momento ou ação, mas sim por um conjunto de ações sucessivas e bem-sucedidas ao longo do cenário de treino encaixadas em vários níveis. O sucesso da aquisição da competência decorre de conseguir passar o itinerário de treino proposto.

Com o método de certificação triádica *in-game* (TCM) pretende-se definir, certificar e validar as contribuições do *design* e assegurar que os jogos são capazes de proporcionar verdadeiras experiências de aprendizagem.

O sucesso desta prova de conceito é definido pelos resultados do desempenho nos diferentes planos de treino.

O modelo apresenta três eixos de referência: vertical, horizontal e oblíquo. Cada um dos eixos assume uma funcionalidade conjugando-se entre si para atingir as competências definidas.

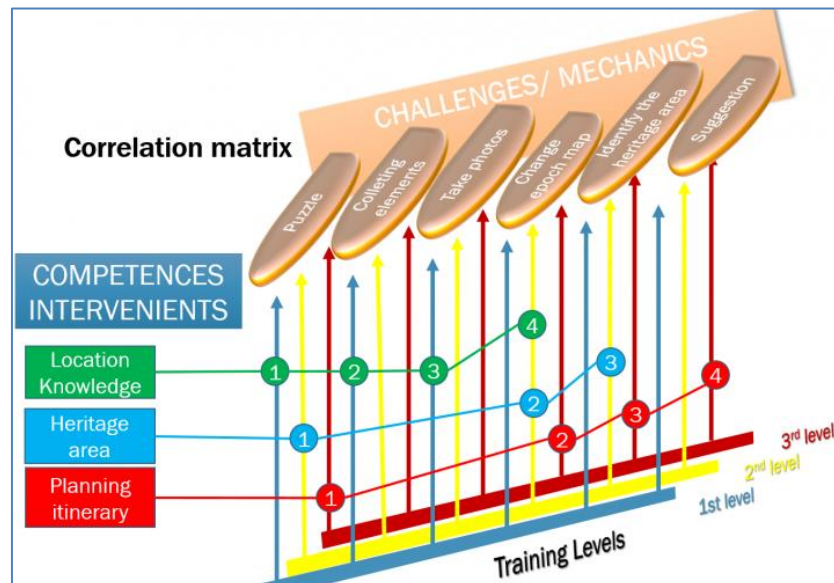


Figura 4.4 Modelo de certificação triádica para o treino de guias turísticos locais

Para compreendermos melhor o modelo apresentado, passamos a explicar cada um dos eixos, começando pelo eixo vertical. Este contém as competências enquadradas nos vários perfis (1 - Básico, 2 - Intermédio, 3 - Avançado, 4 - Perito) que se distribuem pelo quadro de mecânicas cuja articulação e progressão bem-sucedida ao longo das várias jornadas de treino, têm um significado pela atribuição do perfil atingido.

Todas as competências são divididas neste conjunto de perfis, onde a partir da avaliação das ações realizadas no jogo é-lhes atribuída uma classificação. Por último, a distribuição dos perfis por competência ao longo das jornadas de treino representa a aprendizagem em particular de cada uma delas através da progressão numa única mecânica ou na combinação de várias mecânicas. Esta distribuição tem uma maior complexidade de análise e configuração quando há diversas mecânicas que beneficiam a progressão da aprendizagem das competências.

Em segundo lugar, o eixo horizontal consiste na indicação das mecânicas que implica a aquisição das competências. Não há uma ordem propriamente dita na apresentação destas, contudo a sua aplicação é transversal, tal como as competências. Este percurso de aprendizagem decorre de uma forma linear com a acumulação das tarefas bem-sucedidas porque quanto mais elevado for o perfil da competência atribuído a uma mecânica de jogo, esta já terá sido bem-sucedida anteriormente pela acumulação dos perfis anteriores.

Esta questão da acumulação de perfis da competência reporta-nos para o terceiro e último eixo, jornadas ou níveis de treino, representado na Figura 4.4 como oblíquo ou de profundidade.

Com este eixo obtemos a percepção de gradação ou progressão das várias competências desde o perfil mais baixo (básico) ao mais alto (perito). O raciocínio base da progressão implementada nos vários níveis de treino é que cada nível subsequente integra os resultados do nível anterior numa lógica de acumulação nos perfis de competências.

Apesar desta natureza progressiva e acumulativa, isso não significa que uma determinada competência não dependa somente de uma única mecânica, ou mesmo que um único nível de treino combine várias mecânicas.

Na construção deste modelo triádico, queremos referir que poderá ocorrer alguma continuidade/descontinuidade nos objetivos de aprendizagem entre vários níveis de treino porque nem todos os resultados de aprendizagem são diferentes de um perfil para outro. A ocorrência desta sobreposição de resultados num determinado contexto equivale em manter o mesmo nível em mais de um perfil.

Como último aspeto a destacar, referimos que os níveis de treino devem ser entendidos globalmente e não cada um por um por si. Este compromisso é essencial ter em conta na configuração do método porque os resultados de aprendizagem são o resultado da mobilização e combinação das mecânicas aplicáveis à competência.

Para tornar mais clara a compreensão do método de certificação triádica pretende-se explicar com maior detalhe o algoritmo que resultou no modelo apresentado na Figura 4.4 referente ao treino de guias turísticos locais, um dos principais actores do sector do turismo que podem tirar vantagens das aplicações interativas de turismo para a aprendizagem e certificação de guia turístico local.

A explicação mais detalhada do algoritmo começa pelo contexto do guia turístico. Para esta análise devemos considerar qualquer área geográfica urbana que seja reconhecida como região turística, tal como por exemplo o Porto. Sobre a região turística é normal existir um elevado número de recursos turísticos que contribuem para uma variedade de experiências turísticas: Pontos de Interesse (POIs) de património cultural, gastronómico e de tradições. Por isso, estas experiências podem contemplar um local (monumento, museu ou outro património de relevância histórica) ou um conjunto de locais (centros históricos).

Com esta variedade de recursos turísticos, os cenários de treino que representam a certificação de competências para um guia turístico local têm de possibilitar o treino de requisitos com base no do perfil de sucesso previamente caracterizado (Baptista, Gonçalves, et al., 2013). Para o desempenho desta profissão são essenciais diferentes domínios de conhecimentos e competências, tais como: vasto conhecimento da geografia do turismo, da história e do património cultural, bem como cultura e

tradições das regiões, vários tipos de comunicação (oral, escrita e escuta ativa) facilitador de grupo, domínio de várias línguas e planeamento e organização de rotas e circuitos turísticos.

Conforme já publicado por Baptista (2015) foram definidos os vários passos do método: cenários de treino, identificação das competências educacionais de suporte à certificação e ainda, identificação das correlação das competências esperadas com o género de jogo e respetivas mecânicas mais apropriadas.

Tendo em conta que foram definidos cenários de exploração da região turística são definidas as seguintes competências:

- Planeamento (*OpS6*), Organização (*OpS5*) e Gestão do tempo (*OpS8*)
- Comunicações escritas (*OrS4*) e Habilidades de apresentação (*OrS3*)
- Orientado para a ação (*R1*)
- Qualidade da decisão e resolução de problemas (*SS3*), Aprendizagem técnica (*SS8*) e Agilidade estratégica e gestão da inovação (*SS8*)

Estas competências correspondem a várias tarefas que estarão relacionadas com a aquisição e demonstração de conhecimentos nos seguintes aspetos: monumentos e património cultural e arquitetónico (histórias e tradições centenárias e específicas) e compreender as tradições das populações como chave para organizar e planear diferentes itinerários temáticos e turísticos para diferentes público-alvo. Como já publicado (Baptista et al., 2015), o género de jogo mais adequado é uma mistura de ambos os géneros de aventura: gráfica e puzzle.

O objetivo é usar um avatar para a exploração de uma história interativa e que conjuntamente ganha desafios mentais em minijogo (enigmas e desafios) sobre os recursos turísticos. Para demonstrar a construção do algoritmo, vamos aplicar sobre três níveis de treino: navegação, conhecimento e recomendação sobre uma região turística urbana.

Começando por explicar o primeiro nível de treino: navegação, o jogador andarà pela região seguindo um mapa monitorizado com um dispositivo GPS cujo percurso realizado entre dois pontos ajudará a definir se a escolha das rotas foram as mais convenientes ao nível dos POIs identificados, tempo e distância percorrida. Este nível também serve para garantir o reconhecimento físico de percursos e seus POIs.

O segundo nível de treino, a aquisição de conhecimento, decorre da identificação do POI e na resposta a questionários e outros desafios em várias situações in loco. As perguntas realizadas serão do tipo trívia sobre os locais de forma aleatória, do local de destino ou outro contexto mais específico referente a eventos atuais ou do passado.

O terceiro e último nível, a recomendação, tem um duplo sentido: primeiro uma motivação extra para o jogador partilhar opiniões e classificações in loco dos vários recursos encontrados, segundo recolher outras informações úteis por parte de outros participantes que serão fundamentais para a componente de planeamento dos itinerários temáticos e outros mais específicos que deverão ser treinados. A classificação final do planeamento de uma rota depende do conhecimento já adquirido dos POIs incluídos na rota, bem como das recomendações realizadas aos mesmos.

O algoritmo do modelo apresentado na tabela seguinte representa as ações (baseado nas mecânicas) a desempenhar em cada nível do treino, contudo teremos que ter em conta que os níveis são cumulativos, sendo necessário recolher vários percursos de navegação entre pontos turísticos fundamentais e respetivos POIs encontrados, garantido que todas as outras ações de aquisição de conhecimento. O nível três, a definição de itinerários, implica que já tenham sido realizadas navegações e conhecimento de POI com sucesso de aprendizagem.

Tabela 4.5 – Mapeamento dos níveis de treino para o modelo de certificação triádica

Níveis de Treino	Mecânicas					Recomendação
	Puzzle	Recolha de recursos	Tirar fotos	Troca de época	Identificar áreas patrimoniais	
1º Nível - Navegação		X			X	
2º Nível - Conhecimento do POI	X		X	X		X
3º Nível - Definição de itinerário	X			X	X	X

Tendo em conta o mapeamento apresentado é definido o peso de cada uma das ações que têm de ser realizadas cuja validação da aquisição da competência está dependente do sucesso de um determinado número de vezes. Esta validação ocorrerá pela definição de métricas (*Analytics*), apresentada no subcapítulo 4.3.6.

A ordem dos níveis de treino apresentados é muito importante para as precedências das atividades comuns em vários níveis, pois a fórmula de aquisição da competência é acumulativa para beneficiar em níveis superiores de menor número de repetições.

4.3.5.1. Ferramentas a utilizar

Nesta etapa da metodologia as ferramentas a utilizar são: o módulo de programação da certificação e construção do modelo TCM. O módulo de programação é a aplicação que configura os planos de treino com o jogo através da receção de informação, em tempo real preferencialmente, para que a análise da informação seja validada.

A aplicação desenvolvida possibilita o desenho de vários planos de treino para que se consiga incorporar a progressão da aquisição de uma competência em sucessivas tarefas bem-sucedidas. Conforme é apresentado na Figura 4.5, o plano de treino agrupa um leque de resultados esperados relacionando-os com as aptidões que são objeto da aprendizagem do treino. Ao definirmos quais as aptidões a adquirir no treino, nós escolhemos a competência correspondente entre o referencial *standard*, Competências Educacionais, bem como associamos as tarefas ou grupo de tarefas (tarefas mais complexas) necessárias para medir o desempenho e obter através da aplicação a quantificação da progressão no plano de treino.

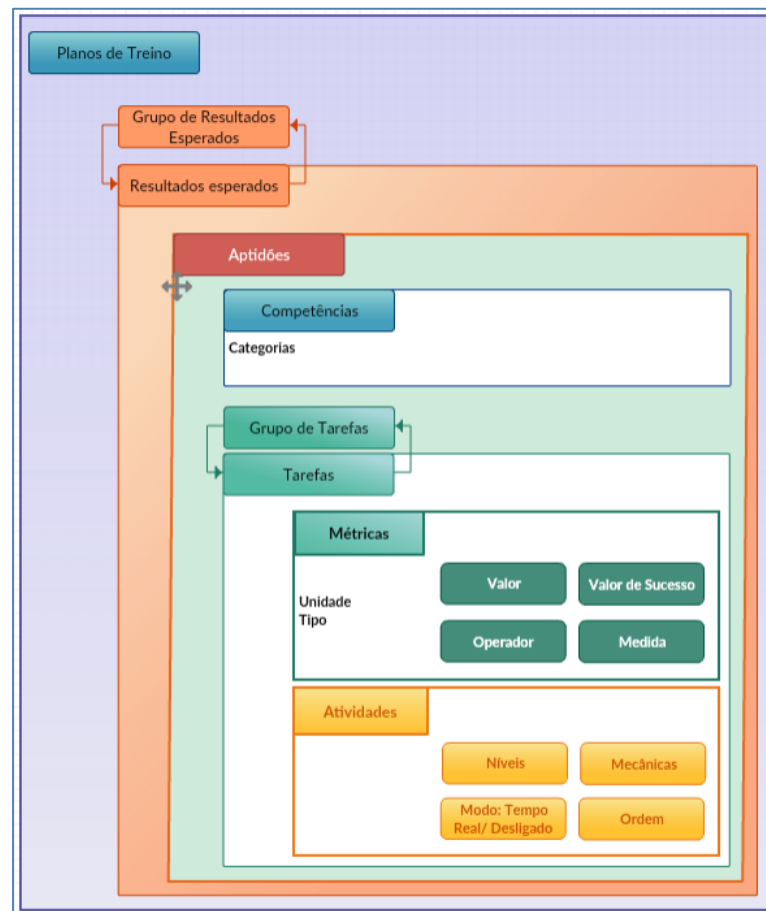


Figura 4.5 - Estrutura de configuração do módulo aplicativo de certificação

Esta parte da configuração reflete a ligação entre as ações do aluno no jogo e o referencial de competências que já foram definidas anteriormente a quando a criação da lista de desafios e ações por parte do *designer* no terceiro passo da metodologia.

A tarefa corresponde ao elemento mais básico desta estrutura porque é através dela que se procede à ligação com a informação que o módulo de programação recebe do jogo. A tarefa é caracterizada pelas métricas que permitem a verificação do desempenho da mesma, quantificando esse valor.

Outro aspeto importante relacionado com a tarefa é ela estar associada a um tipo de mapa do jogo que, através de atividades, se relaciona com aspetos do jogo quanto à sua caracterização de mecânicas, ordem de prioridade e nível de aprendizagem.

A estrutura de configuração do plano de treino é reproduzida na aplicação desenvolvida, refletindo de igual modo a forma de conceção da metodologia de certificação, permitindo que ambos os intervenientes - instrutor/treinador e *designer* - possam trabalhar em colaboração no design do jogo.

4.3.6. Métricas (Analytics) do modelo de certificação triádica

A aplicação da avaliação nos jogos sérios tem como ponto de partida a recolha de informação da interação do aluno com o jogo, isto é, a experiência de jogo realizada. Há uma oportunidade no âmbito dos jogos digitais, porque estes geram grandes quantidades de dados sobre as interações realizadas pelo jogador que na sua maioria não são nem aproveitados e muito menos interpretados.

Com a aplicação do método dos quatro passos no desenvolvimento do jogo com características de treino de competências, conseguiu-se assegurar que uma determinada interação tem uma correspondência/ impacto no desempenho do aluno. Face a esta dificuldade em aproveitar muitos dos dados das interações por falta de uma correspondência, com a nossa proposta de avaliação *in-game* poder-se-á definir soluções preliminares para a análise analítica da aprendizagem.

4.3.6.1. Métricas de Aprendizagem

De acordo com Siemens & Long (George Siemens & Long, 2011), o conceito de métricas de aprendizagem, “*Learning Analytics*” (LA) é “a medição, coleção, análise e comunicação de dados sobre os alunos e seus contextos, para fins de compreensão e

otimização da aprendizagem e dos ambientes onde ela ocorre”. Apesar de ser um conceito muito recente, já começa ter alguma implantação nas instituições de ensino superior através dos grandes conjuntos de dados (“*big data*”), e estas organizações têm armazenado uma vasta quantidade de informação relacionada com os alunos e o processo educativo. Hoje as instituições têm sistemas de informação sobre os alunos, bem como as respectivas interações de aprendizagem ao longo do seu percurso académico baseados nos sistemas de gestão de aprendizagem, “*Learning Management Systems*” mais vulgar “LMS” ou “*Personal Learning Environments*” mais vulgar “PLE”, bem como outras bases de dados com informações de admissão, ficheiros submetidos, etc. Segundo os autores Atif & Richards (n.d.), a extração de informação a partir destes recursos tecnológicos tem despertado um maior interesse junto de vários responsáveis quer institucionais, de investigação, ou mesmo governamentais, para o potencial de minerar os dados e analisá-los com a preocupação de promover melhorias em vários aspetos do funcionamento das instituições quanto à educação.

Campbell & Oblinger desenvolveram um modelo de cinco etapas da aprendizagem analítica (Capturar (“*Capture*”), Reportar (“*Report*”), Prever (“*Predict*”), Agir (“*Act*”) e Redefinir (“*Refine*”)) para melhorar a aprendizagem e a educação baseando-se em ferramentas analíticas sofisticadas (John P Campbell, Oblinger, & others, 2007). Esta abordagem que está muito direcionada para o papel da administração de uma instituição de ensino, apresenta como principais objetivos a seleção, captura e processamento de dados que apresentam úteis e necessários para os estudantes e instrutores analisarem o desempenho quer ao nível do curso quer ao nível individual (Lias & Elias, 2011). LA utiliza vários elementos desde os dados, a análise estatística e os modelos explicativos e preditivos para obter a melhor perceção e agir em questões complexas, que segundo Brown (2012) são métodos para atingir um melhor desempenho na aprendizagem dos alunos, permitindo a maior personalização de ambiente de aprendizagem.

Embora o ponto de partida da aplicação de sistemas de LA ocorram em âmbitos académicos e educacionais, nos tempos mais recentes eles tornaram-se mais usuais em outras áreas tais como: “*Business Intelligence*”, “*Web Analytic*” ou “*Action Analytic*”. G. Siemens (2010) afirma que o crescente interesse neste tipo de abordagens mais sistemáticas e metodológicas permitem entender e otimizar melhorias nas aprendizagens e respetivos ambientes onde ocorre, bem como afirma Campbell, deBlois & Oblinger (n.d.) acrescenta aos dados produzidos uma condição de “*inteligência prática*”, cujas informações utilizáveis são o suporte à ação do trabalho analítico e a chave do sucesso da aprendizagem.

De acordo com Clow (2012), o Ciclo do LA considera várias maneiras de tornar os seus projetos mais eficazes devido à sua fundamentação teórica. O princípio do processo analítico encontra-se associado a vários autores relacionados com a teoria de aprendizagem definida como ciclo de Aprendizagem Experiencial de Kolb (“*Kolb’s Experiential Learning Cycle*”) de Kolb (2014) e de Donald Schön (1983, 1991) e também no princípio da estrutura de conversação (“*Conversational Framework*”) de Diana Laurillard (2013).

O processo analítico do LA funciona num ciclo de quatro etapas, incorporando em algumas dessas etapas as respostas às questões: o quê?, porquê?, quem?, e como?. Estas questões suportam o modelo referencial do “*Learning Analytics*” de 4 dimensões (Chatti et al., 2014) onde cada uma destas interrogações corresponde a uma das dimensões:

- **quem?** - os intervenientes, que podem ser alunos, professores, tutores, etc.;
- **o quê?** - a geração de dados, correspondente aos contextos e ambientes de aprendizagem disponibilizados pelas tecnologias (ex.: “LMS” ou “PLE”);
- **porquê?** - a produção de métricas baseada em objetivos definidos com indicadores, com a possibilidade de proporcionar diferentes provas de conceitos como: monitorização/ análise/ predicação/ intervenção, ou tutoria/ mentoria/ avaliação/ *feedback*, entre outras;
- **como?** - os métodos que permitem as análises, as visualizações, a mineração de dados e as estatísticas para compreender conceitos como a integração, o desempenho, a escalabilidade, entre outros.

Contudo, embora estas dimensões estejam ligadas entre si através do fluxo do ciclo LA, há um último passo no ciclo que funciona como gatilho de fecho deste: as intervenções. Esta última etapa representa a chave para finalizar o ciclo analítico ou retomar novamente o ciclo, podendo a mesma ser usada para conduzir uma ou mais intervenções para conseguir outras novas perceções ou visões sobre o processo de aprendizagem em análise. A Figura 4.6 mostra a ordem dos passos cuja repetição define o ciclo do LA.

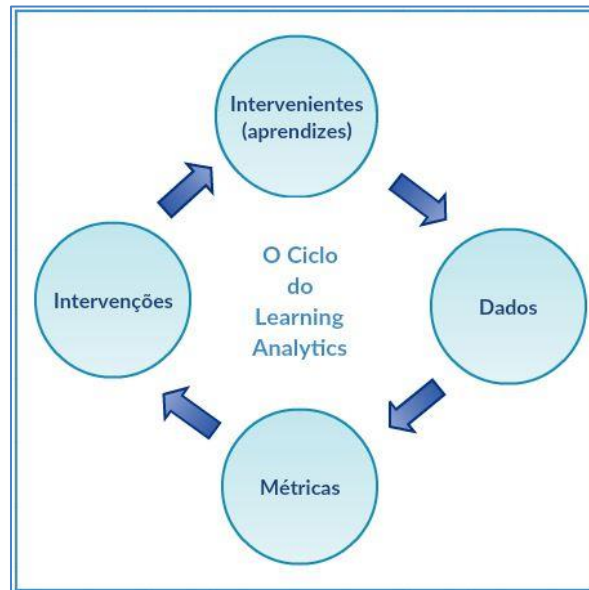


Figura 4.6 - Ciclo de “Learning Analytics” (adaptado de Clow (2012))

Usando este modelo de análise de dados para validar os provenientes das interações do jogador no jogo, abre a possibilidade integrar a avaliação no próprio jogo e assim certifi-cá-lo também. A utilização do LA nos jogos sérios já encarado como perfeito para capturar todas as interações do jogador para uma melhor compreensão ou melhorias na aprendizagem (Alonso-Fernandez, Calvo, Freire, Martinez-Ortiz, & Fernandez-Manjon, 2017). Desta forma, o LA utiliza dados e informações inteligentes sobre o desempenho do jogador, cuja análise do modelo possibilita a descoberta de como os jogadores aprendem e melhoraram a sua experiência.

A evolução do *Game Analytics* na convergência com os jogos tem tido vários contributos nos últimos anos com o aprofundamento da combinação entre os SG e LA, potenciando soluções de LA para a aprendizagem em jogos sérios através da investigação em projetos europeus do quadro FP7: ICARUS²⁰ e do quadro H2020: BEACONING²¹ / RAGE²², bem como metodologias.

4.3.6.2. Métricas para a avaliação do desempenho

O treino de competências está definido através de um conjunto de tarefas e atividades que se relacionam com os eventos/ações que são realizadas durante a

²⁰ ICARUS FP7/2007-2013 -Disponível em <http://www.fp7-icarus.eu/>

²¹ BEACONING H2020-ICT-2015-687676 - Disponível em: <http://beaconing.eu/>

²² RAGE H2020-ICT-2014-1-644187- Disponível em: <http://rageproject.eu/>

experiência do jogo. A informação sobre os dados a recolher já fica especificado na configuração dos planos de treino, tendo em conta o número das variáveis a partir do jogo.

Toda esta informação é recolhida como séries temporais, onde as observações da execução das tarefas são realizadas ao longo do tempo. Uma das características fundamentais destas séries é que as observações vizinhas são dependentes, tornando interessante a análise e modelação dessa dependência como o desempenho na aprendizagem.

Para a definição das métricas, temos como ponto de partida a identificação do tipo de dados que são disponibilizados pelo jogo que sejam relevantes para a avaliação do desempenho. A partir da catalogação dos dados recebidos, é simultaneamente definida a lista de mecânicas desenvolvidas no jogo, tendo como base o método triádico apresentado, que são os eventos monitorizados pela ferramenta de avaliação do desempenho do jogador. Esta definição baseia-se no mapeamento das tarefas que foram desenhadas para o cenário de treino associando-lhes assim a informação enviada pelo jogo (dados recebidos) com a quantificação dos valores de sucesso e respetiva fórmula de cálculo (soma, média, desvio padrão, ou outras) do desempenho. Ainda no contexto do mapeamento, a atividade definida na ferramenta estabelece a ligação com o conjunto de uma ou mais mecânicas contribuintes para a execução da tarefa designada.

Em suma, o processo de avaliação dependerá do conjunto de resultados esperados obtidos em cada missão. O método de cálculo é obtido da multiplicação de cada resultado contribuinte (atividade) na tarefa (VRi) pelo seu peso específico (Pi) na avaliação no seu todo. Finalmente, o resultado da soma é dividido pelo número de resultados contribuintes.

Assim o sucesso ou não da conclusão da tarefa verifica-se pela seguinte equação:

$$F(Ti) = \sum \frac{(VRi \cdot Pi)}{nVR}$$

Equação 4.1 - Cálculo do sucesso de uma tarefa

A cada tarefa está configurado um valor de sucesso que é validado pelo resultado de $F(Ti)$. Se este valor for superior ao indicado na tarefa, a tarefa é considerada bem-sucedida. O resultado da cada atividade (VRi) da tarefa é mensurado com valor entre $[0,1]$, sendo 0 para o mau desempenho e 1 para o melhor.

Dado que um plano de treino para a aquisição de competência conjuga atividades de treino necessárias com resultados esperados, para obtermos o resultado final do desempenho do jogador tem de ser tido em conta todo o conjunto de resultados.

A situação de ser bem-sucedido no plano de treino significa que os resultados esperados foram alcançados pela verificação das tarefas realizadas entre três hipóteses distintas: nº de falhas permitidas, intervalos de valores [Min., Max.], ou percentagem de sucesso.

Tendo em conta que na utilização de séries de dados temporais é relevante poder-se analisar não só o desempenho final do jogo (se obteve a certificação ou não), mas também a verificação da própria evolução do desempenho nos intervalos temporais da métrica específica para conferir a sua variação (crescente e/ou decrescente).

Para conseguir fazer esta análise evolutiva teremos de utilizar uma métrica de desempenho Score (S) para conseguir avaliar passo a passo o desempenho obtido face às tarefas realizadas e conseqüente resultado global de sucesso ou insucesso quanto à aquisição de competências pelo treino.

O principal objetivo do jogador é conseguir realizar a(s) tarefa(s) proposta(s) que integram o resultado esperado, por isso definimos o perfil de desempenho do jogo l com a série temporal Score: $S(l, t)$. Em relação ao momento do jogo t , cada momento t é obtido pelo tempo decorrido entre o instante entre o início do jogo que começa a 0.

Baseado nesta descrição, o Score total corresponde ao produtório dos resultados esperados como apresenta a definição:

$$S(l, t) = \prod t |LO(l, t)|$$

Equação 4.2 - Cálculo da aquisição de competência segundo o sucesso dos resultados esperados

onde $tLO(l, t)$ representa o conjunto de todos os resultados esperados envolvidos no plano de treino no tempo t . Detalhando o significado de resultado esperado $LO(l, t)$ definimos como uma função somatória de todas as tarefas que lhe estão associadas:

$$LO(l, t) = \sum \frac{t |F(Ti, l, t)|}{L(l)}$$

Equação 4.3 - Cálculo do resultado esperado pelas tarefas realizadas

onde $t|F(Ti, l, t)|$ e $L(l)$ referem-se às tarefas bem-sucedidas e ao total das tarefas incluídas no resultado esperado respetivamente no instante t .

Em relação à definição do Score total $S(l, t)$ queremos destacar que ter sucesso no plano de treino significa que tenha sido bem-sucedido em todos, e sem exceção, os resultados esperados.

O processo de análise e validação de desempenho, Score, baseado no sucesso da realização de várias tarefas associadas a uma competência tem como ponto de partida a recolha de dados do SG onde vão armazenados várias métricas em tempo real. Conforme mostra a Figura 4.7, toda a arquitetura é centrada nos resultados esperados estabelecidos.

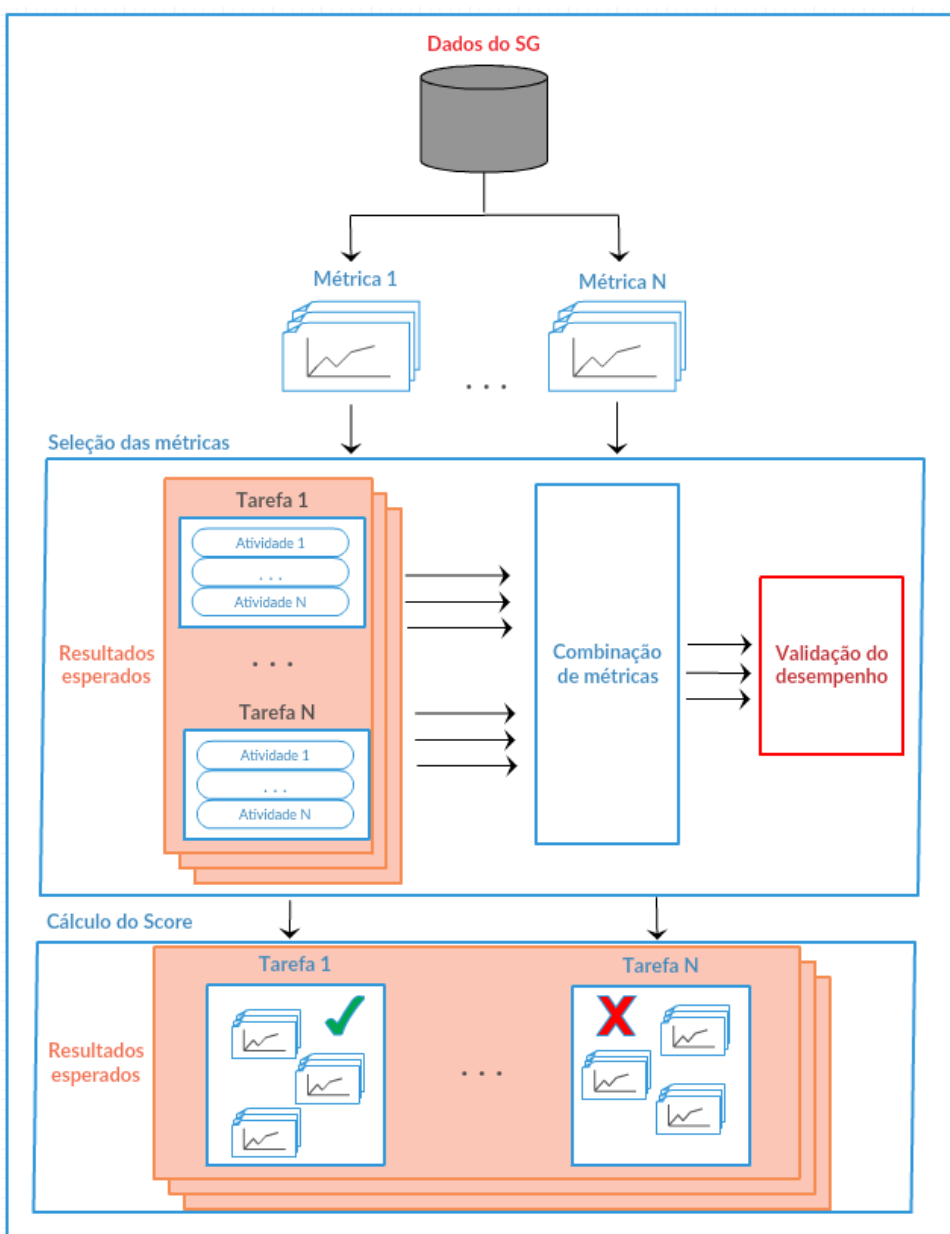


Figura 4.7 - Arquitetura da validação de desempenho baseado no Score

Face ao conjunto de tarefas definidas em cada um deles são combinadas as métricas cujos valores instantâneos são importantes e necessários para a validação da Equação 4.1 anteriormente apresentada referente a cada tarefa realizada.

O cálculo do Score é a combinação das várias tarefas realizadas na parte de seleção das métricas confrontando os parâmetros das métricas tarefa a tarefa até a verificação de sucesso de todas para obter o resultado esperado. O desempenho do jogador na aquisição de competências está na coleção de todos os resultados esperados como bem-sucedidos.

Capítulo 5

Caso de estudo

Para testarmos a hipótese de investigação (Q13 - *possibilidade de identificar um método para a certificação de competências utilizando SG a partir do game design*) procedemos ao desenvolvimento aplicacional de jogos, mais concretamente protótipos, para suportar o caso de estudo da aquisição e treino de competências para a licença de condução automóvel.

Nos subcapítulos seguintes são explicados todos os passos do método de certificação triádica para obter o *design* do jogo sério para esta aprendizagem específica. Além da explicação e demonstração do método, também será apresentado o desenho da analítica do desempenho implementado que avaliará os conhecimentos e as competências adquiridas durante o percurso de aprendizagem.

Por último, serão apresentados os resultados obtidos com os testes realizados no protótipo por utilizadores caracterizados como público-alvo.

5.1. Aquisição de licença de condução automóvel

O presente caso de estudo tem a temática da segurança rodoviária que se mantém como uma prioridade que nunca passa de moda. A utilização dos jogos como uma ferramenta de aprendizagem possibilita os meios para uma maior escalabilidade dos resultados, para uma redução de custos, bem como uma sólida consolidação da aprendizagem.

Tendo como objetivo final o fomento do treino e formação de condutores mais seguros e responsáveis, podem ser utilizadas novas ferramentas de aprendizagem baseadas em jogos sérios que proporcionem um reforço da qualidade na aquisição e treino de competências de condução.

A tarefa de aquisição de competências em condução considera-se complexa e dinâmica porque envolve, entre outros, vários processos psicológicos por parte do condutor. Esta complexidade pode ser descomposta em três etapas de aquisição: recolha de informação, tratamento de informação e ação. Por esse motivo, a complexidade da tarefa da condução reside no facto de exigir por parte do condutor uma adaptação sensoriomotora contínua, para controlar o veículo e tomar as decisões adequadas, tendo como base as ações dos diferentes elementos que compõem o sistema rodoviário (Homem, veículo e via).

Desde o início da década de 70, a aquisição de competências para conduzir um automóvel, segundo afirma Inger Engström (2003) contempla a aprendizagem de cerca de 40 tarefas principais e o saber desenvolver cerca de 1500 subtarefas relacionadas com a atividade. A execução desta lista extensa de tarefas implica um elevado nível de atenção e concentração que deverá ser mantido durante todo o período de condução. O foco da atenção do condutor deve permitir reagir a imprevistos e acima de tudo antecipar incidentes e acidentes que possam estar expostos constantemente através da recolha e tratamento de uma quantidade elevada de informação provenientes do ambiente rodoviário.

Este fator crítico de gestão dos recursos sensório- motores leva a que estes tenham de ser treinados e orientados para alcançar o destino pretendido com a condução de um veículo.

O caso de estudo proposto foi testado num contexto de aprendizagem de condução automóvel providenciado pelo simulador virtual em automóvel real existente (DriS) no Laboratório de análise de Tráfego do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O simulador virtual foi configurado com um ambiente de treino para obtermos a evolução do desempenho do aluno em tempo real e a correspondente validação segundo os planos/missões pré-definidos e os objetivos de aprendizagem.

Com a utilização do DriS, pretende-se testar a aplicação do conceito de validação de competências de controlo e domínio da viatura (operacional), bem como de adaptação às constantes alterações ocorridas no ambiente rodoviário (tático) baseado na matriz de suporte à aprendizagem de condução: *GDE - Goals for Driver Education*

(Objetivos para a educação rodoviária) (Engström et al., 2003; Keskinen, 2007; Peräaho, Keskinen, & Hatakka, 2003a).

5.2. Contexto do caso de estudo

Segundo os dados da OCDE²³, os acidentes rodoviários foram uma das maiores causas de morte em pessoas entre os 15 e os 24 anos de idade. Por isso, as mortes e os outros danos graves, associados à ocorrência de acidentes rodoviários, tornam esta questão num problema de saúde pública, onde os condutores mais jovens contribuem largamente para este número fatal.

No caso específico de Portugal, os cenários não são diferentes, contudo entre 2001 e 2006 o maior número de vítimas mortais por milhão de habitantes verifica-se no grupo etário dos 20 aos 29 anos. Tendo como base os estudos realizados e a análise da frequência com que ocorrem podemos afirmar que os recém-encartados se envolvem em diversos tipos de acidentes. A tipificação dos acidentes enquadra-se numa correlação de falhas como por exemplo: a perda de controlo e domínio do carro, na realização de manobras de marcha atrás, de estacionamento, de abordagem às curvas ou quando o condutor muda de direção.

Segundo alguns estudos alemães desta problemática de 2005²⁴, são referidos motivos semelhantes para a sinistralidade entre os jovens, tais como: velocidade inadequada, falhas na cedência de passagem, falhas na manutenção da distância de segurança e apresentação de dificuldades na mudança de direção. A frequência com que surgem nos dados estatísticos dos acidentes relacionados com os jovens condutores permite-nos identificar este conjunto de fatores ou motivações para acidentes:

- Perda de controlo e domínio do veículo
- Manobra de marcha atrás, durante o estacionamento, durante a abordagem e a realização de curvas, ou quando o condutor muda de direção;
- Velocidade inadequada;
- Falha na cedência de passagem;
- Falha na manutenção da distância de segurança;
- Dificuldades na mudança de direção;
- Falhas durante a realização de curvas;

²³ Young Drivers - The Road to Safety: Conference of Ministers of Transport (ECMT):OCDE 2006

²⁴ HASTE - Human Machine Interface and Safety-Related Driver Performance: Brussels 2005

- Acidentes relacionados com ultrapassagens;
- Adormecimento ao volante (períodos noturnos)

Há dois outros fatores que influenciam de forma agravada estes padrões de sinistralidade neste escalão etário: a idade e a falta de experiência. Em primeiro lugar, a idade representa um fator preponderante, pois associa-se à imaturidade dos jovens cujas necessidades e motivações podem levá-los a assumir comportamentos que comprometam a sua segurança, levando a que tenham uma propensão a correr mais riscos. O segundo fator é precisamente a falta de experiência e da interiorização dos riscos envolvidos na tarefa de condução. Isto reflete-se por exemplo nos tempos de reação mais longos e nos padrões de exploração visual menos eficazes que resultam num maior trabalho mental na resolução de problemas, bem como nos condutores distraírem-se com maior facilidade.

De forma inversa, a aquisição de comportamentos automáticos em relação às tarefas que envolvem o controlo do veículo permitirá que as aptidões dos condutores sejam gradualmente aumentadas e os recursos mentais libertados para as tarefas relacionadas com a segurança na condução. Os alunos na aquisição de licença de condução devem entrar num ciclo de aprendizagem e compreensão do contexto da condução de automóveis.

Tendo em conta a caracterização de uma tarefa de condução (recolha e tratamento de informação e ação), o aluno na aprendizagem de condução deve aprender um conjunto de competências que permitam exercer uma condução em segurança. Tais competências são agrupadas em quatro distintos níveis de desempenho baseados na matriz *Goals for Driver Education* (GDE): comportamental, estratégico, tático e operacional. A matriz GDE define de forma hierarquizada a tarefa de condução, sublinhando as características individuais de cada condutor com impacto na condução, incluído a experiência, atitudes, aptidões, motivações, decisões e comportamentos.

A Matriz GDE é baseada no pressuposto que uma tarefa de condução pode ser descrita por uma hierarquia. Esta hierarquização da aprendizagem das competências de condução permite afirmar que as habilidades e pré-condições num nível superior influenciam as decisões e comportamentos num nível inferior. Além desta característica, qualquer estrutura hierárquica genérica apresenta cada nível como mais complexo e mais específico que o anterior. A matriz apresentada na Tabela 5.1 é constituída pelos elementos essenciais e níveis de desempenho, onde estão associadas duas colunas de objetivos de aprendizagem teóricos e práticos para cada um dos níveis.

Tabela 5.1 - Matriz GDE adaptada com objetivos teóricos e práticos de aprendizagem

Níveis GDE	Elementos Essenciais do Ensino da Condução				
	Conhecimento e habilidades	Fatores de risco acrescido	Autoavaliação	Objetivos teóricos	Objetivos práticos
4º Nível - Características Pessoais, Ambições e Competências (Nível Comportamental)	Conhecimento e controlo das ambições gerais de vida, valores e normas e tendências pessoais que influenciem o comportamento ao volante: Estilo de vida, normas de grupo, motivações de vida, autocontrolo, valores pessoais	Tendências de Risco: Aceitação do risco, sensação de autovalor ao volante, adaptação à pressão social, consumo de álcool e drogas	Autoconsciência em relação a: controlo dos impulsos, tendências de risco, motivos pessoais de insegurança, características pessoais de risco	<i>Conhecimentos básicos de segurança rodoviária</i>	<i>Fatores de risco e condução defensiva</i>
3º Nível - Contexto e Considerações relacionadas com a viagem (Nível Estratégico)	Conhecimento e habilidade em: definir e escolher a rota, estimar o tempo de viagem, estimar a urgência da viagem	Riscos relacionados com: condição fisiológica do condutor, tipo de estrada (urbano/rural), contexto social e companhia no veículo, outros motivos como competição no tráfego	Autoconsciência em relação a: habilidades pessoais relativas ao planeamento de uma viagem, motivos de risco típicos quando conduz	<i>Planificação e preparação de viagens</i>	<i>Noções de manutenção do veículo</i>
2º Nível - Domínio de Situações de Tráfego (Nível Tático)	Conhecimentos e habilidades relacionados com: Regras de trânsito, observação e utilização de sinalização, antecipação, adaptação da velocidade, comunicação, distâncias de segurança	Riscos causados por: Fraco poder de decisão, estilo de condução de risco (por exemplo, agressivo), excesso de velocidade, infração de regras de trânsito, comportamento imprevisível, excesso de informação, más condições de circulação (escuridão, mau tempo), automatismos insuficientes	Autoconsciência em relação a: Forças e fraquezas relacionadas com a habilidade ao volante, estilo pessoal de condução, forças e fraquezas perante situações de perigo, avaliação realística das próprias capacidades	<i>Regras de trânsito, sinais e comportamento dinâmico do veículo</i>	<i>Domínio das situações de trânsito</i>
1º Nível - Controlo Básico do Veículo (Nível Operacional)	Conhecimentos e habilidades relacionados com: Controlo da direção e da posição do veículo, controlo da pressão dos pneus, perceção correta das dimensões do veículo, aspetos técnicos do veículo	Riscos relacionados com: automatismos insuficientes das habilidades básicas, más condições de circulação, utilização imprópria do cinto de segurança, posição de condução incorreta	Autoconsciência em relação a: Forças e fraquezas relacionadas com o controlo básico do veículo, forças e fraquezas ao manobrar em situações perigosas, avaliação realística das próprias capacidades	<i>Componentes e manutenção do veículo, noções mecânicas e procedimentos em caso de acidente</i>	<i>Controlo do veículo</i>

Como ferramenta de trabalho para a definição das competências necessárias para tornar um condutor seguro, a utilização desta matriz permite a definição dos objetivos educacionais, bem como, os índices de desempenho no treino de condução. Para garantir a formação eficiente da tarefa de condução, o mapeamento dos objetivos deve cobrir o maior número de itens da matriz que não se baseie apenas nos níveis mais baixos, como os programas de formação mais tradicionais costumam fazer (Mayhew, Simpson, Singhal, & Desmond, 2006; Peräaho et al., 2003a). O foco destes programas tem um mapeamento mais relacionado aos níveis inferiores: 1º e 2º, onde a contribuição recai na formação de um condutor habilidoso. Contudo, o objetivo de formar um condutor seguro é também um condutor consciente dos riscos, das suas características e capacidades como pessoa.

O conteúdo de cada uma das células da tabela anterior pode ser chamado de lista de competências, pois são todas requeridas para uma condução segura (Hernetkoski & Keskinen, 2003). Embora todos os conteúdos devam integrar a formação da tarefa de condução, devido à limitação de recursos disponíveis na formação e prática de condução, a estrutura e a ordem de aprendizagem destas competências têm de se adequar sem prejuízo do que é considerado importante.

Nesse sentido, a percepção da linha orientadora da aprendizagem é vital para a compreensão que algumas das áreas têm de ser aprendidas antes de outras avançarem, bem como o desenvolvimento de diferentes componentes demoram também diferentes “*timings*”. Um caso prático desta situação relaciona-se com os dois níveis inferiores (Controlo Básico do Veículo e Domínio de Situações de Tráfego) onde é necessário aprender o controlo do carro antes da aprendizagem efetiva em situações de tráfego. No entanto, a aprendizagem dos níveis mais altos das competências GDE, num tempo limitado, deve ser abordada imediatamente desde o início da prática de condução.

Um aspeto importante na aprendizagem da tarefa de condução está no papel do *feedback* da aprendizagem que pode providenciar às práticas de condução quer em fatores de ordem superior quer de ordem inferior. No primeiro caso, o *feedback* funciona como regulador e motivador comportamental, enquanto no segundo está mais ativo no formando pois acompanha toda a tarefa de condução por estar ligado aos automatismos e procedimentos necessários. A quantidade de *feedback* percebida na tarefa de condução neste nível inferior é maior, daí a conclusão que as competências dos níveis mais baixos são aprendidas mais rapidamente que as competências de alto nível. No entanto, os fatores culturais e sociais, os objetivos para a vida e os objetivos e os contextos de condução nunca poderão ser aprendidos e entendidos como

requisitos importantes para um comportamento de condução seguro se não forem abordados na prática de condução (Keskinen, E., Peräaho, 2009).

O ensino de condução em Portugal tem como base esta matriz que permite estruturar os vários níveis de aprendizagem para os candidatos a condutor. Tanto a responsabilidade legislativa, como reguladora do ensino de condução cabe ao Estado Português através do Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT, IP). Ao longo das últimas décadas, a legislação portuguesa sido sucessivamente alterada no que diz respeito ao código de estrada desde a sua primeira aprovação em 1994 através do decreto de lei 114/1994 ²⁵. O código de estrada vigente é datado de 2013, regulamentado pela lei 72/2013 ²⁶. Em larga medida, estas alterações decorrem dos necessários enquadramentos legislativos recorrentes da transposição para a legislação nacional das normas e diretivas da União Europeia.

Não menos importante têm sido as alterações curriculares nos programas de aprendizagem do ensino de condução que têm procurado a articulação com os níveis da Matriz GDE. Os conteúdos programáticos atuais refletem os diversos níveis em cada uma das fases da formação (teórica e prática), que são posteriormente avaliados na prova teórica e na prova de aptidões e do comportamento.

Os conteúdos programáticos apresentam diferentes objetivos por nível quer na componente teórica quer na prática, como pode ser verificado na Tabela 5.2. Para além dos níveis o ensino de condução considera ainda um conjunto de temas transversais que lhes são associados. A principal característica deste conjunto de temas é a possibilidade de estarem presentes em quaisquer conteúdos consoante a sua pertinência no ensino da condução. Esses temas são:

1. Conhecimento de si próprio como condutor
2. Atitudes e comportamentos
3. Preparação e planeamento
4. Condução económica e ecológica
5. Conhecimento das regras de trânsito
6. Domínio das situações de trânsito
7. Controlo do veículo

²⁵ Disponível em <https://dre.pt/application/file/250679>

²⁶ Disponível em <http://www.dre.pt/util/getpdf.asp?s=diad&serie=1&iddr=2013.169&iddip=20131585>

Tabela 5.2 - Especificação dos objetivos por componentes de ensino e níveis GDE

Níveis GDE	Objetivos teóricos	Objetivos práticos
4º Nível - Características Pessoais, Ambições e Competências (Nível Comportamental)	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar o perfil do condutor e a forma como contribui para a segurança rodoviária - Identificar o comportamento cívico e sua interligação com a segurança rodoviária - Conhecer os fatores de risco inerentes ao condutor e suas consequências - Compreender o conceito de condução defensiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Prevenir os fatores de risco inerentes ao condutor - Saber aplicar no trânsito o conceito de condução defensiva
3º Nível - Contexto e Considerações relacionadas com a viagem (Nível Estratégico)	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar e preparar viagens de forma social, económica e ecologicamente adequada - Conhecer os procedimentos a adotar em caso de acidente 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar e preparar viagens de forma social, económica e ecologicamente adequada - Adquirir noções práticas elementares de mecânica e de manutenção do veículo
2º Nível - Domínio de Situações de Tráfego (Nível Tático)	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer as regras de trânsito - Refletir sobre o comportamento dinâmico do veículo - Adquirir conhecimentos técnicos e normas necessários à operação e controlo do veículo para inserção no trânsito 	<ul style="list-style-type: none"> - Adquirir conhecimentos técnicos e normas necessários à operação e controlo do veículo para inserção no trânsito - Executar manobras necessárias ao domínio das situações de trânsito - Aplicar técnicas de eco condução - Conduzir, de forma independente e autónoma no trânsito rodoviário, adaptando-se à sua complexidade - Conhecer os procedimentos a adotar em caso de acidente - Identificar sistemas de segurança ativa e passiva e de apoio à condução
1º Nível - Controlo Básico do Veículo (Nível Operacional)	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer os principais componentes do veículo - Conhecer as técnicas básicas de manutenção do veículo - Adquirir noções de mecânica e de boa conservação 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptar-se ao veículo e seu comportamento dinâmico - Compreender os sistemas de monitorização do veículo - Usar sistemas de segurança ativa e passiva

Com esta estrutura hierarquizada, níveis da Matriz GDE interligada com os temas transversais, suportada pelos objetivos de aprendizagem teóricos e práticos surge um programa de ensino que visa orientar o candidato a condutor para tornar-se mais seguro e responsável na condução, mais conhecedor dos fatores de risco e por último mais capaz de evitar acidentes.

Por último, é de referir que o ensino de condução já permite a utilização de métodos que resultam da combinação do ensino com a ajuda das novas tecnologias. Para além da utilização do e-Learning como um método de aprendizagem relativo à aquisição de conhecimentos teóricos, já se encontra legalizada a utilização de simuladores de condução. Este tipo de ferramentas de aprendizagem de condução proporciona um conjunto de benefícios para o candidato a condutor quer ao nível de adaptação inicial ao contexto rodoviário quer em treinar em todas situações, tais como: condução no gelo, na neve, de noite e noutras condições atmosféricas extremas.

5.3. Descrição do Método de Certificação Triádica

O presente tópico pretende apresentar a aplicação do método de certificação triádica para o caso do treino e ensino de condução através de ambientes virtuais. O processo de aprendizagem do ensino de condução implica como já foi referido anteriormente, uma componente teórica e uma componente prática. O enfoque da aplicação do método vai recair sobre a componente prática do treino de competências de condução.

5.3.1. Passo 1: Analisar situações e cenário de treino e certificação

O primeiro passo do método é a análise de cenários de treino. Para proceder a este diagnóstico das competências foi necessário recorrer ao código de estrada e aos manuais de ensino de condução, onde estão organizadas as várias temáticas teóricas de segurança rodoviária, regras de trânsito, sinais de trânsito (entre outras), como também às fichas técnicas já desenvolvidas pelo IMT que esquematizam o conjunto de informações articuladas dos temas transversais com a matriz GDE e os conteúdos programáticos propriamente ditos para serem operacionalizados com diversos métodos de ensino e recursos pedagógicos. Para além da análise da bibliografia existente, foi

recolhido um depoimento de instrutor profissional que explicou os procedimentos da iniciação da prática de condução de um candidato de categoria B (automóveis ligeiros).

A descrição seguinte é um breve resumo da transcrição da conversa apresentada no Anexo III - Transcrição da conversa com instrutor de condução, que apresenta um conjunto de procedimentos, objetivos e preocupações iniciais, e não só, que os instrutores devem ter atenção na formação prática, que ao mesmo tempo permite-nos identificar as situações de treino. O relato obtido permite o conhecimento e enquadramento dos conteúdos programáticos na formação prática na primeira pessoa onde de uma forma prática são identificados os níveis GDE, os temas transversais e objetivos de aprendizagem.

O instrutor descreveu quais são os procedimentos tidos com o aluno durante as primeiras aulas, destacando quais os pormenores mais relevantes da informação a transmitir inicialmente para a compreensão e aprofundamento da interação com o veículo nas suas várias vertentes (componentes, movimento, segurança entre outras). Esta aprendizagem é apresentada em três fases, pois como foi dito pelo profissional de instrução, o número de aulas mínimas previstas para a componente prática é de 32. Como a evolução da aprendizagem depende muito do aluno, não há uma fórmula exata de estabelecer a divisão das fases, pois podem ocorrer rápidos avanços ou mesmo retrocessos na confiança na realização da tarefa de condução, bem como no aprofundamento da relação/ interação com o veículo, aspeto fundamental para uma aprendizagem bem-sucedida.

A fase inicial da aprendizagem é marcada fortemente pela explicação em modo motor desligado, pois é necessário haver uma adaptação funcional aos vários componentes do veículo, e quando passa para modo motor ligado a adaptação o instrutor mantém o controlo do veículo (pedais, velocidade) para garantir a segurança. Conforme a evolução do aluno, esse controlo vai passando gradualmente para o aluno, que assume a responsabilidade da tarefa de condução.

A Tabela 5.3 apresenta o resumo das fases apresentadas pelo instrutor, correspondentes aos conteúdos programáticos do ensino de condução, bem como, quais os objetivos principais e secundários relativos a cada uma delas.

Tendo como base esta informação recolhida relativa à aprendizagem prática da tarefa de condução, foi desenvolvido um conjunto de quadros estruturantes das referidas fases de aprendizagem baseada na informação disponível no sistema educacional de condução em Portugal.

Tabela 5.3 Resumo das fases de aprendizagem apresentadas pelo instrutor

Fase de aprendizagem	Objetivo Principal	Objetivos específicos
Velocidade e adaptação ao veículo	- <i>Conhecimento e interação com veículo</i>	- <i>Identificar os elementos constituintes do veículo</i> - <i>Efetuar uma verificação de segurança antes de arrancar o veículo</i> - <i>Arranque do veículo em plano</i>
Controlo Total do veículo	- <i>Automatização de controlo</i>	- <i>Circular em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas</i> - <i>Incremento de complexidade, nos obstáculos, tipos de estradas e adversidades</i> - <i>Incrementar a velocidade de circulação.</i> - <i>Arranque do carro em inclinação</i> - <i>Criar automatismos para executar várias tarefas simples em simultâneo</i>
Resolução de situações de trânsito	- <i>Contornar obstáculos</i> - <i>Sinalização</i>	- <i>Começar a andar de marcha atrás em vias retas</i> - <i>Circular em vias com curvas com maior dificuldade</i>

No primeiro passo deste método triádico pretende-se analisar as tarefas e competências da situação específica e desenhar os diversos níveis de treino necessários para a aquisição das competências que no caso em particular é a condução de veículos ligeiros.

Neste sentido definimos que as competências-mestras dos cenários de treino a desenhar seriam as seguintes: *velocidade e adaptação ao veículo*, *controlo total do veículo* e *resolução de situações de trânsito*. Para cada uma das competências foram mapeados os tópicos de aprendizagem (aptidões) aos quais foram associadas tarefas que necessitam de ser realizadas/ treinadas para o aluno aprender a competência. O mapeamento dos tópicos de aprendizagem é mostrado na seguinte estrutura hierárquica por competência-mestra:

1. Velocidade e adaptação ao veículo

- 1.1. Identificar os elementos constituintes do veículo
- 1.2. Identificar a caixa de velocidade e pedal de embraiagem
- 1.3. Verificar elementos para arranque em segurança
- 1.4. Iniciar a marcha do carro (plano reto)
- 1.5. Iniciar a marcha do carro (inclinado)

1.6. Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)

1.7. Controlar o ponto de embraiagem (plano)

1.8. Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)

1.9. Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)

1.10. Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (inclinação)

1.11. Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1.12. Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais) 1.13. Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista) 1.14. Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista) 1.15. Controlo de paragem de marcha do veículo (não prevista) 1.16. Verificação de imobilização em segurança | <ul style="list-style-type: none"> 2.9. Mudança de faixa 2.10. Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas 2.11. Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas 2.12. Inversão de marcha |
| <p>2. Controlo total do veículo</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Circulação em curvas largas 2.2. Circulação em curvas apertadas 2.3. Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano 2.4. Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas 2.5. Mudança de direção para a esquerda 2.6. Mudança de direção para a direita 2.7. Circular em vias com curvas de maior dificuldade 2.8. Ultrapassagem | |
| <p>3. Resolução de situações de trânsito</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Condução em cruzamentos e entroncamentos 3.2. Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados 3.3. Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados 3.4. Condução em filas paralelas 3.5. Incrementar a velocidade de circulação 3.6. Cedência de passagem 3.7. Controlo de velocidade 3.8. Contornar obstáculos/sinalização 3.9. Incremento de complexidade, nos obstáculos, tipos de estradas e adversidade | |

A aplicabilidade desta estrutura pode ser demonstrada através da explicação da maneira de como um ou mais tópicos específicos relacionam-se entre si, como por exemplo para a aquisição de competência de circulação em vias planas com curvas pouco acentuadas. Identificado o tópico de aprendizagem, formulamos a seguinte estrutura da competência a adquirir: competência mestra: *Controlo total do veículo* [2], *Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas* [2][4], *Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)* [2][4][11], *Circulação em curvas largas* [2][4][16], *Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)* [2][4][12].

Em diversas situações desta estrutura existem tópicos de aprendizagem como os seguintes: *Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)* [1][11] e *Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)* [1][12], que podem assumir papéis distintos: como constituintes de um tópico ou agregados a um tópico.

No primeiro papel temos o exemplo já apresentado: estes dois tópicos são constituintes do tópico *Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas*. Ainda os mesmos tópicos podem assumir um papel de agregados no tópico *Circulação em curvas largas* [2][1]. Assim as mesmas tarefas podem ter diferentes impactos na aprendizagem do tópico resultante da sua integração nos níveis de treino respetivos.

Analisando esta situação de treino da competência de *controlo de total de veículo em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas*, temos a seguinte estrutura de tópicos e tarefas associadas. Cada tarefa é caracterizada pelo seu número, ordem e nível de treino na aprendizagem do tópico correspondente, bem como pelo modo de operação (ON - com ignição ligada, OFF - sem ignição ligada). Tomando como exemplo {T;12;1;1;ON}: *é a tarefa 12, para realizar em primeiro lugar(1) no nível de treino 1, sendo executada com a ignição ligada*. Caso seja um tópico, conjunto de tarefas constituintes do mesmo, a identificação é a seguinte: {L;12;2;1;ON}.

A estrutura do tópico *Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas* [2][4] é o seguinte:

- ***Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)*** [2][4][11]
 - Redução do andamento (pedal de travagem) {T;23;1;1;ON}
 - Usar o pedal de embraiagem {T;4;2;1;ON}
 - Mudança de velocidade descendente {T;12;3;1;ON}
 - Incremento do andamento (pedal de aceleração) {T;18;4;1;ON}
- ***Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)*** [2][4][12]
 - Usar o pedal de embraiagem {T;4;1;1;ON}
 - Mudança de velocidade ascendente {T;11;2;1;ON}
 - Incremento da aceleração (controlo pedais) {T;26;3;1;ON}
 - Incremento do andamento (pedal de aceleração) {T;18;4;1;ON}
- ***Circulação em curvas largas*** [2][4][16]
 - Colocar a viatura numa posição mais à direita da via/fila/limite lateral {T;31;1;2;ON}
 - Posicionamento correto das mãos no volante {T;39;2;1;ON}
 - Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais) {L;11;3;1;ON}
 - Redução do andamento (pedal de aceleração/travagem) {T;25;4;1;ON}
 - Manobrar o volante no sentido da curva {T;51;5;1;ON}
 - Manobrar o volante no sentido da curva (desfazer a manobra) {T;53;6;1;ON}
 - Incremento do andamento (pedal de aceleração) {T;18;7;1;ON}

- Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais) {L;11;8;1;ON}

A descrição dos tópicos de aprendizagem conforme os níveis de aprendizagem exige outro tipo de elementos tais como: condições (c) e sinalização (s). Estes elementos já correspondem a fase de treino de competências de treino mais avançadas pois já implicam decisões do formando perante situações de regras de trânsito ou sinalização, terceira competência mestra: Resolução de situações de trânsito. Quando acresce na identificação da tarefa os elementos de condição ou sinalização acresce à caracterização da tarefa um novo parâmetro facultativo a estes elementos, a decisão, {c;100;1;3;ON;4.1}.

Para descrever uma situação relativa a esta competência mestra utilizamos o tópico *Condução em cruzamentos e entroncamentos* [3][28]:

- **Verificação da existência de sinalização** {c;100;1;3;ON;0}
 - **Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados** {L;29;2;2;ON;1}
 - Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano {L; 18;2;ON;1}
 - Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista) {L;13;3;ON;3}
 - Verificar a regra de apresentação pela direita {c;101;4;ON;2}
 - Efetuar a manobra no cruzamento ou entroncamento {T; 52; 3, 5, ON}
 - Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais) {L; 11; 3; 6; ON}
 - **Verificar a regra da sinalização apresentada** {c; 102; 2; 1; ON; 2}
 - **Verificar qual o sinal luminoso ligado (Sinalização Semáforo)** {c; 105; 3; 2; ON; 4}
 - Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais) {L; 11; 1; 3; ON}
 - Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista) {L; 13; 2; 4; ON}
 - Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista) {L; 13; 2; 5; ON; 4.1}
 - Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista) {L; 13; 2; 6; ON; 4.2}
 - Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano {L; 18; 2; 7; ON; 1}
 - Cedência de passagem {L; 33; ; 8; ON; 5}
 - **Sinalização de Perda de Prioridade** {s; 200; 3; 9; ON; 5}
 - **Sinalização Placa Stop** {s; 201; 3; 10; ON; 3}

- Sinalização Semáforo {s; 202; 3; 11; ON; 4}
- Efetuar a manobra no cruzamento ou entroncamento {t; 52; 2; 12; ON; 3}
- Efetuar a manobra no cruzamento ou entroncamento {L; 30; 2; 4.3; 13; ON; 3}

Analisando os tópicos apresentados, podemos constatar que a definição do treino de competências assume vários tópicos de aprendizagem que podem ser sequenciados em vários níveis de treino quer diretamente para a aquisição do tópico propriamente dito, quer na articulação com outros tópicos cujo encadeamento ocorre em vários níveis de treino.

Com esta articulação entre eixos a funcionar, algumas tarefas transformam-se em transversais ao treino de competências que permite dizer que quando executada, a tarefa pode ser verificada em vários momentos do treino e em outros momentos anteriores da aprendizagem. Por esse motivo, uma determinada aptidão pode ser considerada válida num treino de novos tópicos caso já tenha sido verificada com sucesso na aprendizagem do mesmo.

Toda esta análise que é apresentada no Anexo IV - Mapeamento dos tópicos de competências, de aprendizagem e tarefas do treino prático de condução é o resultado de referência que se baseia nas estratégias *Crawl - Walk - Run*. A forma de apresentação do quadro de treino tem já uma estrutura de tarefas iniciais e básicas (CRAWL) que aumenta o nível de dificuldade através do aumento de realismo e sequências de tarefas (WALK), e por último a prática com sucesso das fases anteriores de treino de tarefas para alcançar um bom desempenho em ambiente real (RUN).

Na definição da missão para o treino segundo a metodologia Mission Essential Task List (METL), procuramos uma hierarquização da lista de tarefas a atividades incluídas em cada missão de treino. A planificação dos cenários de treino agrega as atividades que listam as tarefas essenciais, que sendo devidamente sequenciadas para que possam aprender conteúdos sucessivamente mais complexos, na medida que os conhecimentos e prática aumentam.

O cenário considerado para o presente caso de estudo tem as seguintes competências: controlo de velocidade, aproximação e cedência de passagem em cruzamentos definido e circulação em vias planas e curvas largas. Segundo METL, a planificação das atividades deve favorecer a criação de automatismos que permita à partida a execução de várias tarefas simples em simultâneo. Para a análise de progressão do desempenho do treino, as tarefas específicas são:

- Arranque em segurança do veículo, com o objetivo de criar automatismo de início de marcha
- Paragem em segurança do veículo, com o objetivo de criar automatismo de fim de marcha
- Mudança de velocidade, com o objetivo de criar automatismo entre caixa de velocidades e pedais (andamento e embraiagem)
- Condução ligeira, com a circulação em linhas retas em vias de perfis, traçadas e em curvas largas
- Tomada de decisões perante a sinalização existente na via com o objetivo da condução defensiva (definida como a atitude e posição tomada pelo condutor no ato da condução, conduzindo de modo a prevenir acidentes)

Contudo, há alguma autonomia do professor/instrutor/treinador para proceder com várias orientações relativo ao desempenho esperado, de modo a estabelecer uma ordem/seleção distinta das tarefas para completar o treino.

Para visualizar os cenários de treino, utilizamos os diagramas de casos de uso para definir um conjunto de competências de alto nível a treinar pelos atores. A Figura 5.1 especifica quais as diversas tarefas que o ator tem de executar no treino segundo o método de certificação triádica.

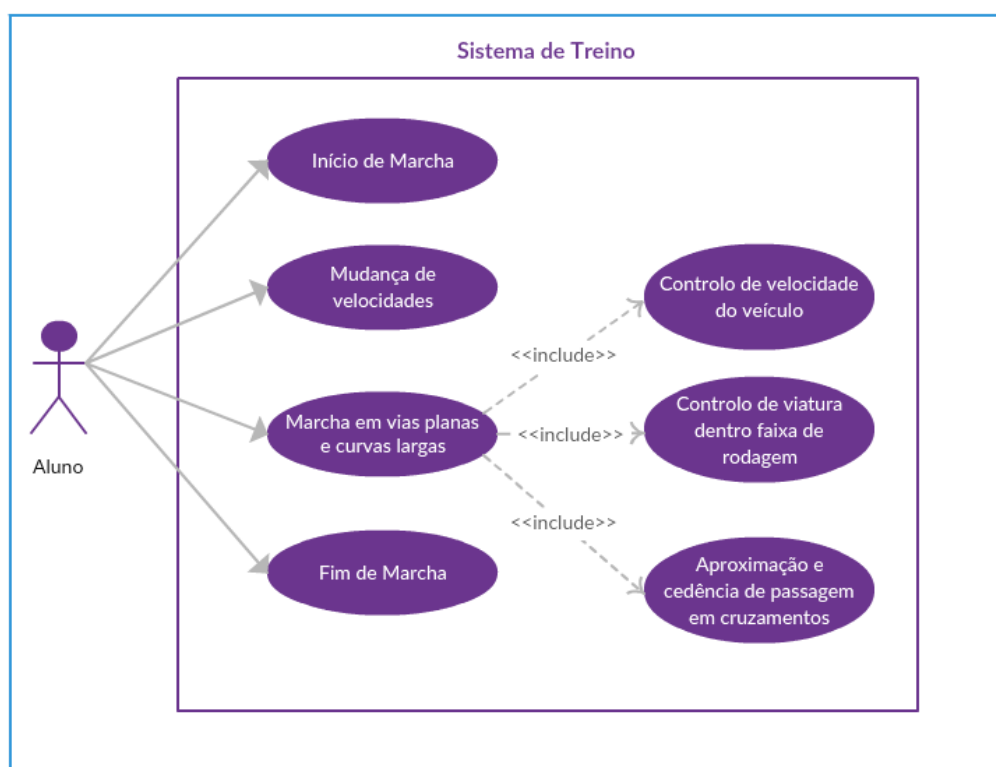


Figura 5.1 - Diagrama de caso de uso em UML aplicado ao treino de competências

Após a definição dos casos de uso relacionados com o treino pretendido, passamos a representar o diagrama de atividades dos respetivos casos de uso. A utilização de um diagrama deste tipo é pertinente para a compreensão do fluxo de tarefas que podem ser executadas pelo(s) autor(es) dos casos de uso.

Com este tipo de gráficos que apresentam os fluxos de ações, pretendemos demonstrar como os casos de estudo podem ser desmontados num conjunto de tarefas que no seu todo representam a desempenho com ou sem sucesso de uma tarefa de condução. Como exemplo, analisamos com mais detalhe o caso de aprendizagem: Marcha em vias planas e curvas largas, integrado no tópico de competência: Controlo Total do Veículo.

Esta aprendizagem é composta por três conjuntos de tarefas, também eles tópicos de aprendizagem, cujo desempenho no seu conjunto permitirá garantir o sucesso do treino realizado. Esta lista de tarefas é considerada como as tarefas essenciais de treino (METL) que por si só já contemplam outro ou outros grupos de tarefas que poderiam ser realizadas quer individualmente quer associadas.

Neste tópico de aprendizagem, a METL é a seguinte:

- Controlo de velocidade do veículo
- Aproximação e cedência de passagem em cruzamentos
- Controlo da viatura dentro da faixa de rodagem

Na perspetiva do desenvolvimento do plano de treino, a partir desta lista podem ser identificadas as tarefas que estão presentes nos vários tópicos e catalogá-los como interdependentes, facultado a verificação do desempenho tido da tarefa em distintos momentos e circunstâncias de maneira a garantir que a competência/ aprendizagem/ tarefa foi treinada e adquirida em vários níveis de treino.

As tarefas relacionadas com o controlo de velocidade estão fortemente ligadas em primeiro lugar com a velocidade e adaptação do veículo. Tem como principal aprendizagem a utilização da caixa de velocidades para proceder às mudanças quer ascendente quer descendente, onde se associa outros tópicos de aprendizagem: início e fim de marcha. Quando falamos de tarefas relativas a tópicos de competências de nível mais baixo, estabelecemos que as mesmas têm de ser treinadas como automatismos, para de futuro ser realizadas complementarmente em tarefas mais complexas. Na Figura 5.2 está representado o nível de treino do tópico de competência Velocidade e Adaptação do veículo, onde são destacadas as tarefas que se repetem em vários fluxos de ação do aluno:

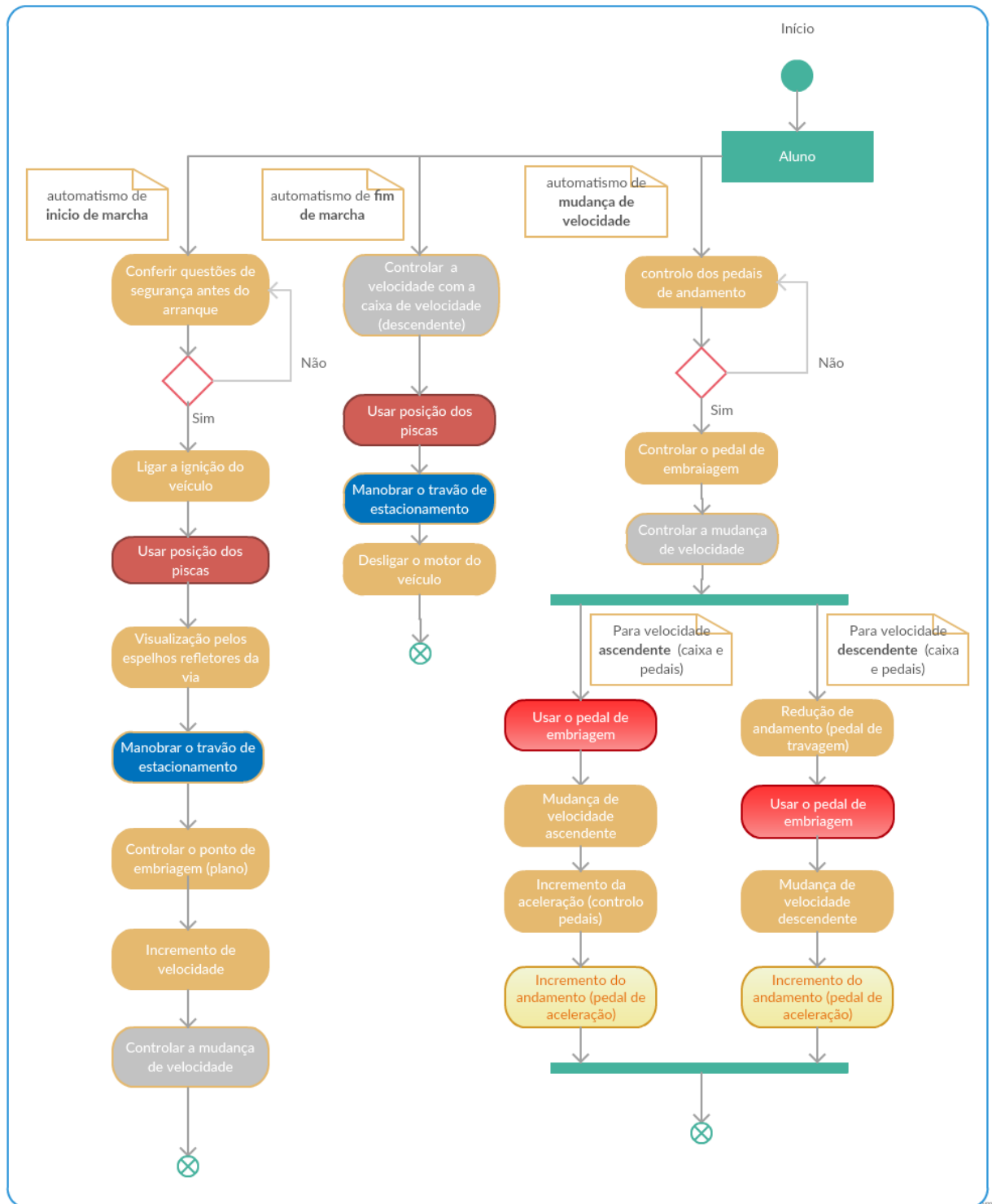


Figura 5.2 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição de tópico de competência: velocidade e adaptação ao veículo

O nível de treino acima corresponde ao tópico de competência Controlo Total do veículo. Esta competência tem vários tópicos de aprendizagem, como por exemplo: cedência de passagem, circulação em curvas largas ou aproximação a veículos, peões,

sinalização e obstáculos em plano. A Figura 5.3 representa o fluxo de tarefas de alguns desses tópicos.

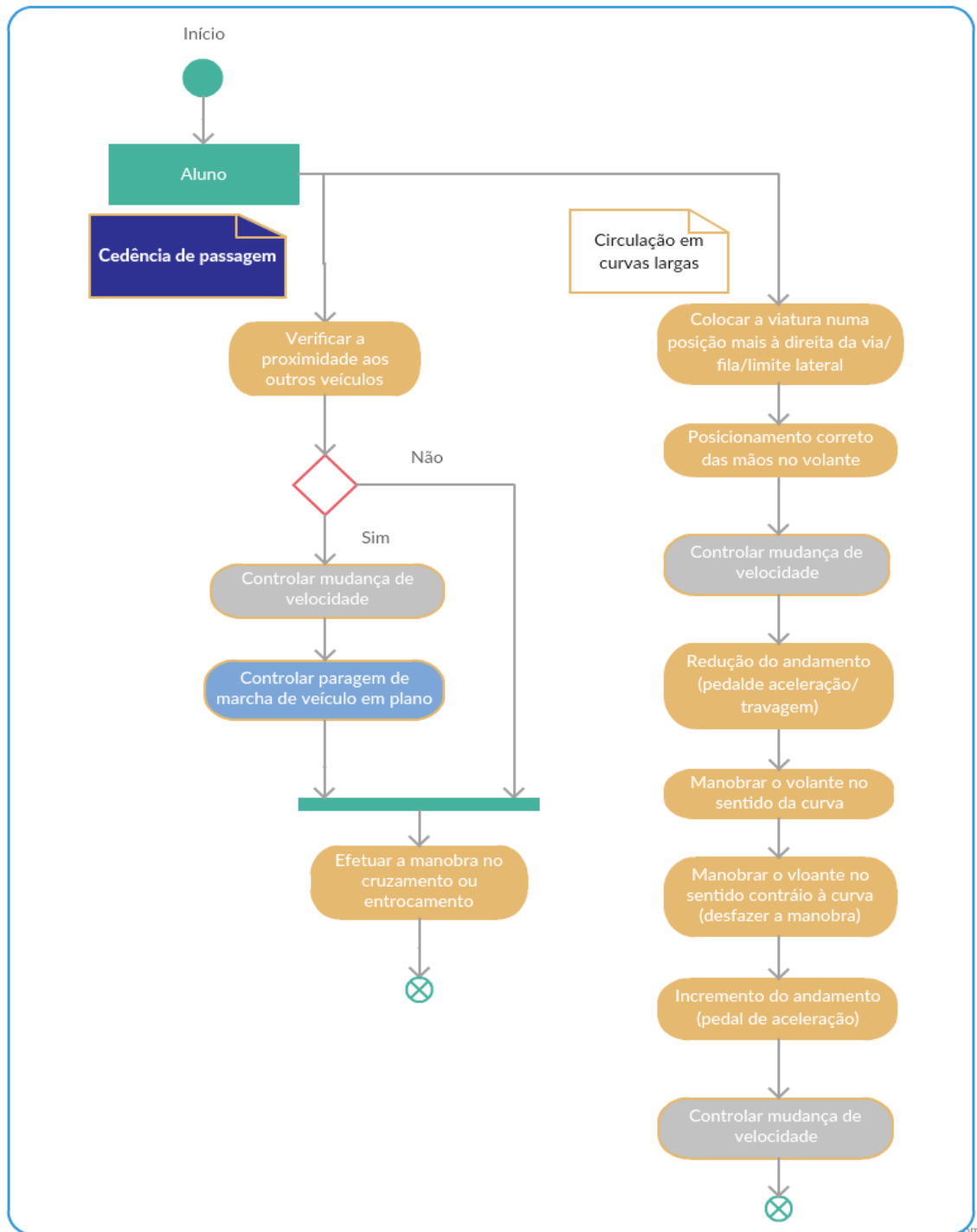


Figura 5.3 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição de tópico de competência: controle total do veículo

O terceiro e último nível do treino corresponde à competência Resolução de situações de trânsito cujo propósito é agregar diversas tarefas já automatizadas e

diversos tópicos de aprendizagem com aplicação em situações concretas da tarefa de condução em diferentes contextos. Este nível tem uma maior envolvimento do aluno pois implica a sua escolha perante as situações de trânsito colocadas no contexto de treino.

A Figura 5.4 representa o fluxo de atividades/tarefas relativo a dois dos tópicos de aprendizagem da competência Circulação em vias plana e curvas largas:

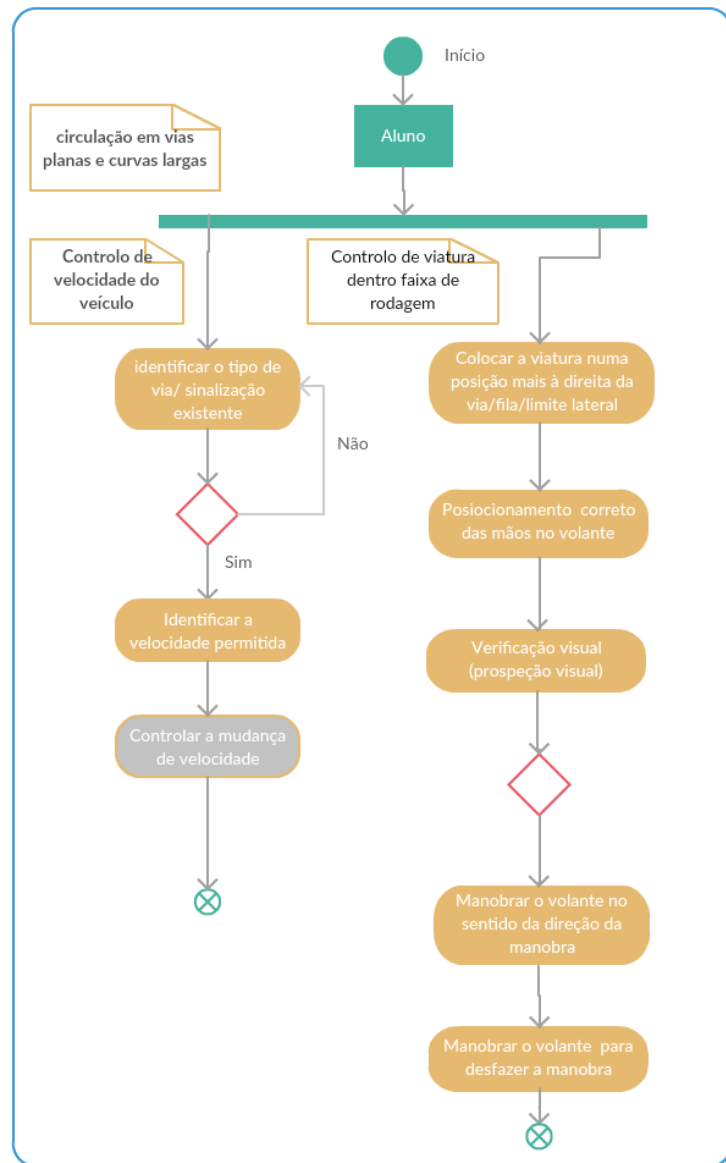


Figura 5.4 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição de alguns tópicos de aprendizagens da competência

O outro tópico de aprendizagem incluído na METL é a aproximação e cedência de passagem em cruzamentos e entroncamento. Na Figura 5.5 são especificadas várias

decisões que são interpostas ao aluno durante o seu treino de condução, onde terá de responder corretamente para cumprir as regras e sinalização do código de estrada.

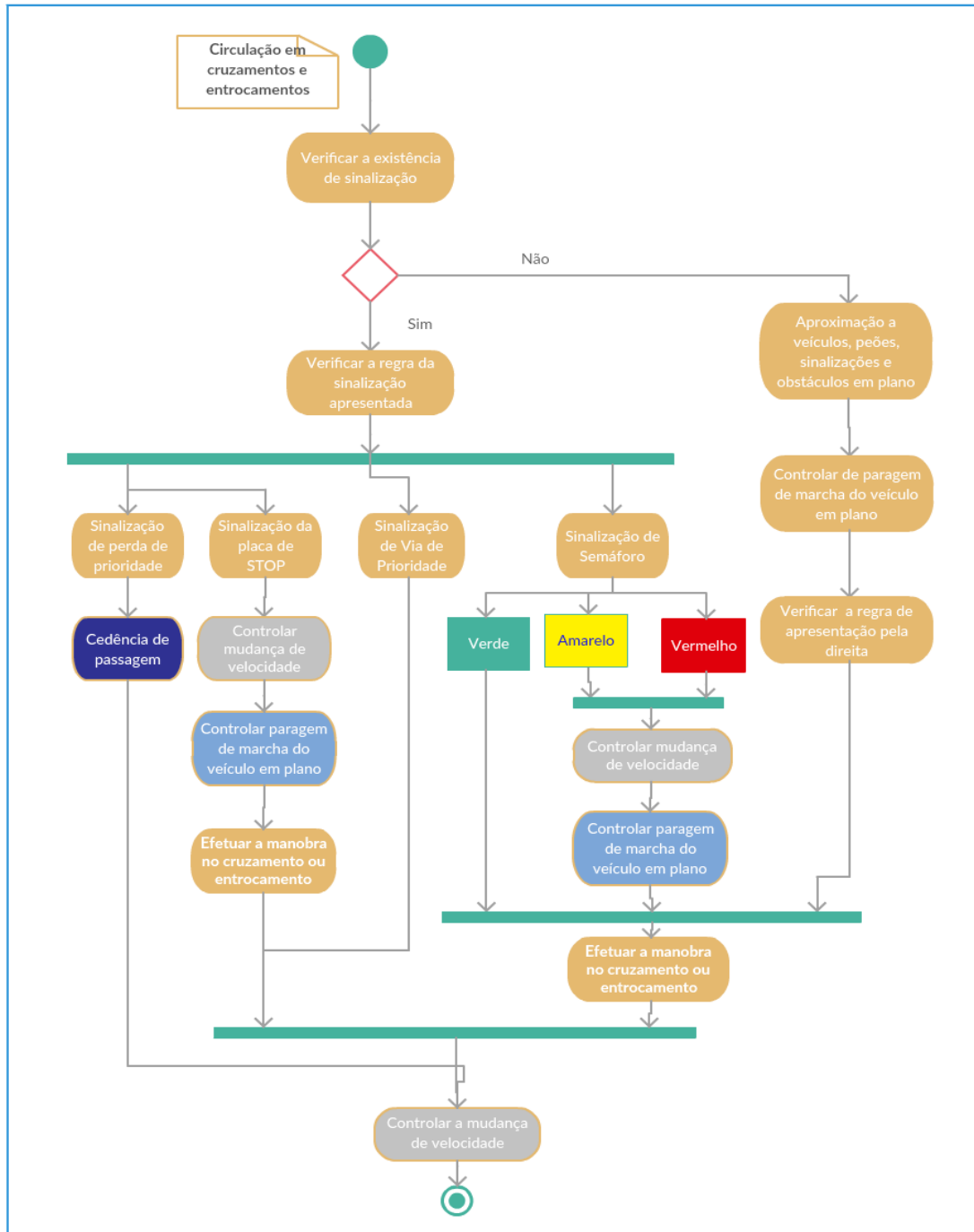


Figura 5.5 - Diagrama de atividades em UML aplicado à descrição da aprendizagem da aproximação e cedência de passagem em cruzamentos

A partir da definição dos fluxos dos tópicos de aprendizagem relativos é demonstram-se quais são as tarefas necessárias para adquirir as competências relativas à lista de tarefas essenciais.

A definição dos planos para o treino e aquisição de competências na tarefa de condução deverá ser desenhada segundo a estratégia *Crawl - Walk - Run*. Recorrendo da estratégia de repetição para criar os mecanismos/ automatismos necessários para suportar as tarefas mais complexas, a primeira componente do método implica compreender o conhecimento específico e habilidades necessárias para colocar em prática o aprendido. Na segunda parte, *Walk*, o treino prático das habilidades é realizado com o apoio de um narrador, providenciando um *feedback* guiado para cada tarefa apresentada. Por último, temos a componente *Run* onde os alunos treinam as habilidades que aprenderam.

O mapa de treino irá de refletir a lista METL do caso de estudo cuja implementação seguirá estas orientações. A proposta do cenário de treino é composta por percursos rodoviários, que chamaremos de trajetos, cuja sequência tem como objetivo o encadeamento das tarefas relativas às competências definidas.

O cenário de treino tem os seguintes objetivos:

- Identificação e cumprimento das sinalizações apresentadas
- Controlo da viatura dentro da faixa de rodagem
- Controlo de velocidade da viatura através do caixa de velocidade e pedal de aceleração
- Controlo do veículo pelo uso do pedal de travagem (paragem)

Para a concretização deste cenário, foi elaborado um conjunto de trajetos com as diversas situações de condução. O percurso idealizado divide-se em dois momentos: treino e avaliação.

Para o treino, colocamos as várias atividades interligadas com a colocação da sinalização de limites de velocidade nos trajetos: T1, T2, T3 e T5, sinalização relativa aos cruzamentos e entroncamentos, sinal STOP nos trajetos T1 e T3, sinal de aproximação a cruzamento com prioridade no trajeto T2 e via com prioridade no trajeto T4.

Relativamente ao controlo da viatura dentro da faixa de rodagem, os vários trajetos (T1, T2, T3, T4 e T5) foram desenhados com um traçado de curva à direita seguida de curva à esquerda, onde foi colocada a respetiva sinalização indicativa. Outra questão importante nas situações de treino implementadas foi a colocação de outras viaturas a circular quer nas vias contrárias quer na própria via da viatura do condutor ao longo dos trajetos de treino.

Foi também implementada a circulação de outras viaturas para a promoção de situações reais na aproximação aos cruzamentos e entroncamentos, onde as viaturas

procedem a manobras de mudança de direção e passagem de cruzamentos. Desta forma, procedemos ao desenho de um cenário de treino que contempla um conjunto de situações de trânsito que permitirá atingir os objetivos propostos.

A Figura 5.6 apresenta o mapeamento do cenário desenhado para obter os objetivos de aprendizagem relativos ao conjunto de competências definidos. O percurso planeado tem cerca de 5900 metros no total, dividido em 8 trajetos, sem considerar o trajeto inicial (800 metros) e o final (100 metros).

Este percurso considera os dois momentos previstos, sendo 5 trajetos (T1, T2, T3, T4, T5) para os alunos realizarem como treino e 2 trajetos como avaliação (T7 e T8). São todos iguais no traçado, mas têm diferentes situações de trânsito aplicadas. No entanto, há um trajeto (T6) que contraria o traçado anterior que tem como objetivo quebrar o momento do treino e passar para a avaliação.

Objetivos de aprendizagem	Sinais de trânsito	Códigos de config.	UNIVERSOS																				
			Universo 0		Universo 1 (T1)		Universo 2 (T2)		Universo 3 (T3)		Universo 4 (T4)		Universo 5 (T5)		Universo 6 (T6)		Universo 7 (T7)		Universo 8 (T8)		Universo 9		
			init	800	init	600	CDC	600	CDC	600	CDC	600	med	800	med	600	med	600	end	100			
		Dist.Inicial	0	800	1400	2000	2600	3200	3800	4600	5200	5800											
Arrancar/ Imobilizar a Viatura				X	0															X	5880		
Estacionamento de Viatura	Zona de estacionamento autorizado (G1)																				X	5890	
Estacionamento de Viatura	Estacionamento autorizado (H1a)																				X	5810	
Acesso a Estacionamento	Via pública sem saída (H40)																				X	5810	
Controlo de velocidade permitida	40 Max (C13)			X	890	X	1490	X	2090		X	3290		X	4690	X	5290						
Controlo de velocidade permitida	80 Velocidade Máxima Recomendada (H6)										X	3650											
Controlo de velocidade permitida	80 Fim de Velocidade Máxima Recomendada (H40)											X	4500										
Circulação em curvas planas	Curva à direita e contra curva (A1c)			X	890	X	1490	X	2090		X	3290		X	4690	X	5290						
Paragem em cruzamento	STOP (B2)			X	1390			X	2590								X	5750					
Circulação em via com prioridade	Via com prioridade (B3)									X	2620												
Circulação em via com prioridade	Fim de via com prioridade (B4)											X	4600										
Perda de prioridade em cruzamento	Cedência de passagem (B1)													X	4950								
Prioridade em cruzamento	Entroncamento com via sem prioridade (B9b)					X	1960																
Prioridade em cruzamento	Cruzamento com via sem prioridade (B8)									X	3160												
Controlo de velocidade permitida	Fim de proibição de velocidade Max (C20b)			X	1270	X	1770	X	2370		X	3550		X	4970	X	5570						
		Dist.Total	800	1400	2000	2600	3200	3800	4600	5200	5800	5900											

Figura 5.6 - Mapeamento dos objetivos de aprendizagem com a sinalização através dos vários trajetos.

Todos os trajetos utilizados em ambos os momentos têm a distância de 600 metros. O treino foi planeado sequenciando as várias situações de trânsito relativas às competências previstas para a verificação o cumprimento das sinalizações colocadas nos trajetos.

O desempenho no percurso é verificado pelo cumprimento da sinalização através dos vários trajetos, cumulativo a cada uma das competências. Entre os trajetos, há uma interligação que proporciona a aprendizagem das competências pela aplicação dos métodos de treino anteriormente referido.

No que refere ao momento de avaliação há também uma interligação com os trajetos realizados no treino.

A sequência dos trajetos planeados para este cenário de treino é apresentado na Tabela 5.4:

Tabela 5.4 Tabela de interligação dos trajetos por competências

Competência	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Controlo de velocidade	1t	2t	3t		4t		1a	2a
Paragem no STOP	1t		2t					1a
Com e sem prioridade		1t					1a	
Controlo de viatura dentro da via	1t	2t	3t	4t			1a	2a

As representações gráficas dos trajetos definidos para o treino estão alinhadas na Figura 5.7, onde pode verificar a colocação da sinalização e a existência outras viaturas.

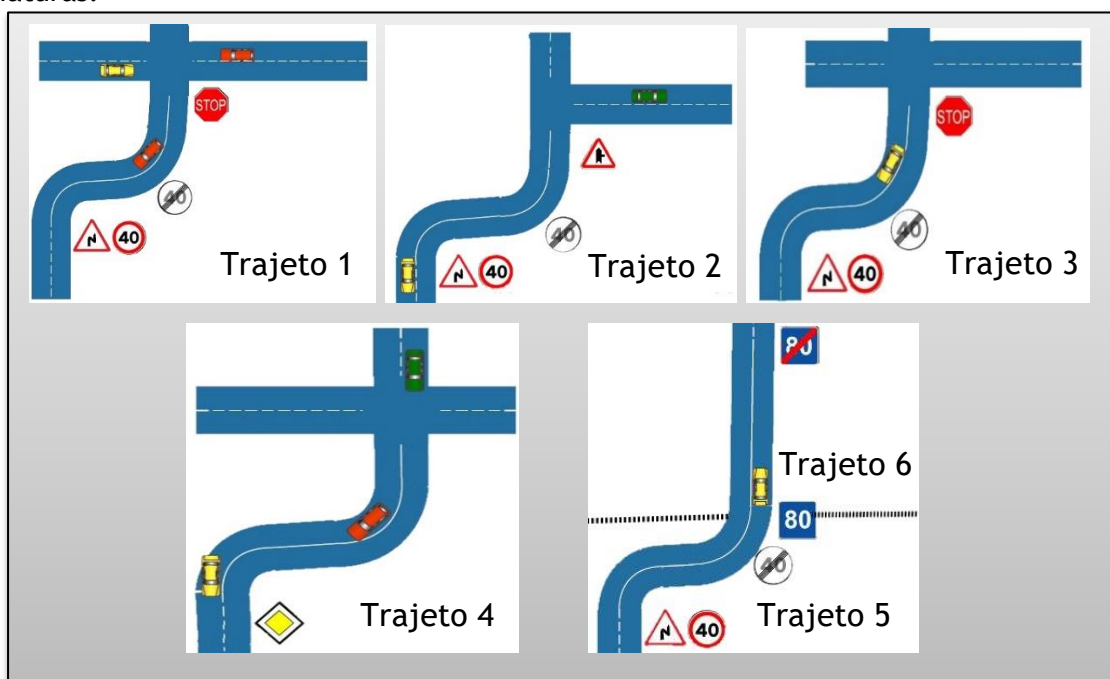


Figura 5.7 - Grafismo dos trajetos planeados para o treino

Quanto às representações dos trajetos definidos para o momento da avaliação apresentadas na Figura 5.8, estas correspondem a trajetos equivalentes com situações de trânsito diversas onde o aluno é avaliado no cumprimento da sinalização e regras, bem como na resolução de circunstâncias semelhantes às ocorridas no treino.

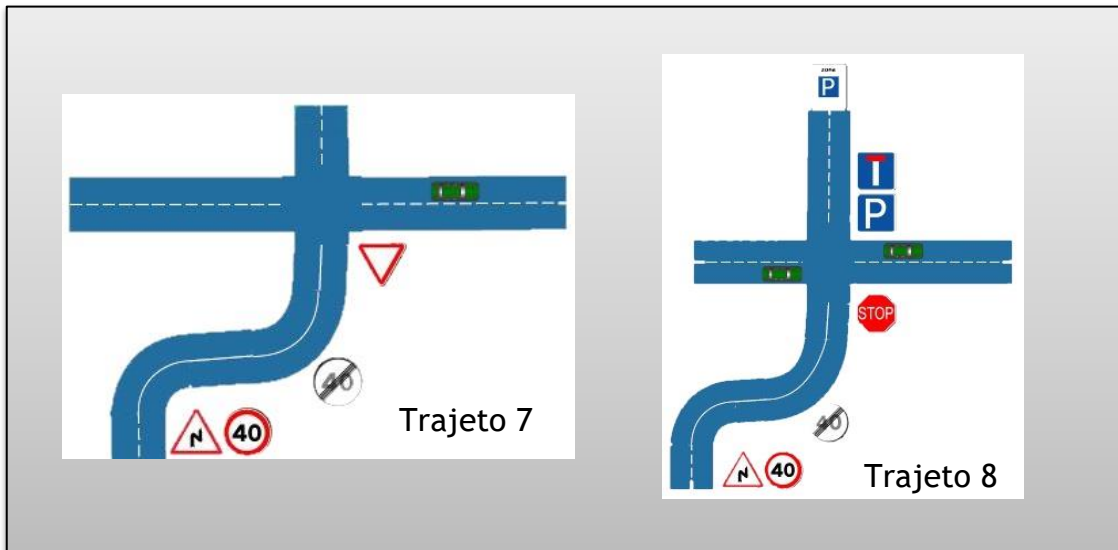


Figura 5.8 - Grafismo dos trajetos planejados para a avaliação

As especificações das situações de trânsito e tráfego das viaturas em cada um dos trajetos, ou universo (termo designado no simulador DRiS para cada troço rodoviário), estão definidas no Anexo V - Descrição da implementação dos trajetos rodoviários no simulador de condução (DRiS).

Quanto às tarefas especificadas para cada um dos trajetos, no Anexo VI - Descrição dos trajetos rodoviários implementados no simulador de condução (DRiS) apresenta o pretendido neste cenário de treino. Neste quadro também é considerado a relação das tarefas a executar com as competências e os objetivos de aprendizagem que estruturam o treino de condução. Nesta análise, há outras características que estabelecem configurações como a sua ordem no tópico de aprendizagem e no próprio treino.

5.3.2. Passo 2: Mapeamento das competências

O mapeamento de competências do caso de estudo vai recair sobre quatro competências específicas: controlo do limite de velocidade, controlo da viatura dentro da via e aproximação a cruzamentos e entroncamentos com sinalização em duas componentes: sinalização STOP e sinalização com e sem prioridade. Cada uma destas

competências tem um conjunto de tarefas/ atividades que já foram apresentadas nos diagramas de sequência representativos.

Estas competências, mapeadas no cenário de treino focam-se em tarefas de condução relacionadas com o controlo da viatura onde são testadas as tarefas simples, demonstrando as habilidades mais funcionais, procurando automatizar as mesmas. Em segundo lugar, há outras competências onde a tarefa de condução é orientada à ação, onde também não é menos importante o planeamento de um percurso. Por último, há as competências de tomada de decisão e da resolução de problemas relativas às situações de trânsito preparadas no cenário de treino.

Quando procuramos mapear junto da matriz de competências educacionais quais as competências equivalentes identificamos que as competências se enquadram, preferencialmente, com as aptidões estratégicas (SS) e aptidões operacionais (OpS).

Foram identificadas as seguintes competências na matriz de referência do método, onde a maioria das competências estão identificadas com competências *hard*.

- **Aptidões Estratégicas:**
 - Qualidade de decisão e resolução de problemas (SS3)
 - Habilidades funcionais/ técnicas (SS4)
- **Aptidões Operacionais:**
 - Planeamento (OpS6)
 - Definição de prioridades (OpS7)
 - Tomada de decisão em tempo útil (OpS9)
- **Resultados:**
 - Orientado para a ação (R1)

5.3.3. Passo 3: Selecionar o género de jogo

No terceiro passo do método, escolhemos o género de jogo a partir da verificação no mapa de correlação, Anexo II - Matriz de correlação entre taxonomia de géneros de jogos e referencial de competências, onde as competências identificadas no passo anterior podem ser incluídas no *design* do jogo para permitir o treino da respetiva competência.

Ao verificar as competências na grelha comparativa entre os géneros de jogos e as competências, encontramos uma maior percentagem de sucesso destas nos géneros: ação, estratégia e jogos de simulação. Embora no estudo se tenham analisado alguns subgéneros das categorias principais, uma vez que em alguns casos o número de jogos

analisados foi reduzido, decidimos não considerar os subgêneros como referência absoluta para o *design* mas a categoria principal.

O gênero de jogo para o nosso caso de estudo considerado é um *mix* dos jogos de simulação com veículos (como por exemplo: *rally* ou condução de viaturas pesadas) juntamente com os jogos de ação e de estratégia.

Conforme a grelha de correlação resumida onde são destacadas as competências identificadas no 2º passo do método apresentada na Figura 5.9, calculamos a média das cinco competências para todos os gêneros e entre o top 5 desse cálculo temos 3 subgêneros da estratégia com 83% e 2 subgêneros dos jogos de simulação com 83% e 80%.

Este cálculo permitiu-nos verificar que os outros gêneros não têm resultados tão elevados quanto os dois gêneros referidos, por isso a escolha desta combinação de gêneros para o desenvolvimento do jogo. Contudo não podemos desconsiderar na nossa análise outras situações, porque no contexto do caso de estudo temos duas componentes de treino distintas: motora e estratégica.

		IE					OrS				SS					OpS					R			C
		IE1	IE2	IE8	IE9	IE13	OrS1	OrS4	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	OpS1	OpS5	OpS6	OpS7	OpS8	OpS9	R1	R2	C3	
Action	Beat' em ups	2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	25%	
Action	shooter games (1st and 3rd person)	1	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	17%
Action	platform games	5	0%	0%	0%	0%	0%	20%	20%	0%	40%	0%	0%	40%	20%	0%	0%	0%	40%	60%	20%	20%	23%	
Strategy	4X (eXplore, eXpand, eXploit, eXterminate)	1	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	83%	
Strategy	real-time strategy	1	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	83%	
Strategy	real-time tactics	1	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	83%	
Strategy	turn – based strategy	4	50%	0%	0%	25%	50%	25%	0%	25%	75%	100%	75%	75%	50%	100%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	71%	
Strategy	wargames	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	83%	
Role-Playing	Action RPGs	2	0%	0%	0%	50%	0%	0%	50%	0%	100%	50%	0%	0%	50%	100%	50%	0%	0%	50%	100%	0%	50%	42%
Role-Playing	MMORPGs	2	100%	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	100%	100%	50%	50%	50%	0%	50%	0%	50%	100%	100%	100%	67%	
Sports	Exergames	2	50%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	100%	50%	0%	0%	0%	100%	100%	50%	50%	0%	50%	50%	100%	58%	
Sports	Sport /management games	1	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	25%	
Management Simulation	Racing games / vehicles	6	33%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	100%	83%	100%	67%	100%	67%	83%	83%	0%	83%	50%	50%	0%	80%	
Management Simulation	virtual worlds/Pets	24	33%	0%	0%	11%	29%	13%	21%	67%	92%	83%	46%	70%	75%	67%	75%	33%	71%	25%	67%	46%	69%	
Management Simulation	Business	8	0%	0%	0%	13%	0%	0%	25%	13%	50%	88%	63%	75%	0%	63%	88%	63%	25%	75%	13%	100%	65%	
Management Simulation	Life simulation/Social Games	3	33%	0%	33%	0%	33%	0%	0%	67%	100%	100%	100%	0%	67%	100%	100%	67%	33%	67%	33%	100%	83%	
Adventure	Graphics adventure	17	18%	0%	0%	12%	35%	6%	41%	0%	41%	88%	47%	59%	12%	71%	41%	29%	29%	41%	29%	53%	41%	46%
Adventure	puzzle adventure	2	0%	50%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	50%	50%	50%	0%	42%
Puzzle	Action/Arcade puzzle (timed)	14	0%	0%	7%	0%	0%	14%	14%	21%	93%	21%	57%	0%	14%	14%	0%	7%	57%	21%	43%	21%	34%	
Puzzle	Physics game	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	25%	0%	38%	
Puzzle	Reveal the picture game	2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	17%	
Puzzle	traditional game	2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	100%	0%	50%	50%	0%	50%	50%	50%	50%	42%	
Quiz		11	0%	0%	0%	9%	0%	0%	9%	0%	0%	45%	18%	0%	100%	0%	9%	0%	0%	0%	36%	9%	0%	18%

Figura 5.9 - Grelha resumida com destaque das competências identificadas para o cenário de treino

Como é necessário que o aluno adquira as aptidões relativas aos tempos de resposta e precisão do movimento, os jogos de ação são os mais direcionados para treinar estes aspetos. Já a combinação com os jogos de estratégia fica a dever à necessidade de treinar aptidões e atitudes relativas ao planeamento de percursos e prevenção de

anomalias durante a condução. Na definição dos objetivos do treino, as mecânicas do género de ação estão relacionadas com os níveis mais baixos, enquanto as mecânicas de estratégia estão para os níveis mais altos quando aplicamos a taxonomia de *Bloom* na definição dos objetivos de aprendizagem. De referir ainda que no caso de estudo, não foram aplicadas mecânicas de estratégia porque o treino definido está direcionado para as mecânicas de ação.

5.3.4. Passo 4: Construção do modelo de certificação triádico

A implementação do jogo baseado nesta combinação de mecânicas relativas à taxonomia de jogos escolhida faz com que se identifique uma série de desafios onde todos estes podem ser aplicados para objetivos específicos dentro do próprio jogo. Jesse Schell (2014) afirma na sua taxonomia que uma das mecânicas dos jogos são as ações. Estas podem repartir-se em dois tipos: as operativas, que são as ações base que podem realizar, e as resultantes que além de ter um significado mais amplo no jogo, conjuga as ações operativas para alcançar um objetivo.

Segundo Adams & Dormans (2012), cada género tem mecânicas específicas para o desenvolvimento das suas características, representadas por uma série de desafios, a serem aplicadas para objetivos específicos dentro do jogo. Dada a especificação do nosso treino, muitas das mecânicas estão relacionadas com aspetos físicos e o manuseamento da viatura. Outras há, relativas à micro gestão, realizadas pelo aluno para atingir um destino com a viatura através da análise e resolução das situações colocadas. Por último, é importante referir as mecânicas que promovem o progresso e a evolução da experiência realizada.

Para cada um dos géneros anteriormente selecionados identificamos as seguintes mecânicas e ações que permitiriam o treino das competências previstas:

- *perceção espacial*: habilidade de navegação através do ambiente do jogo para criar uma relação espacial para atingir um destino
- *pontos*: obter *feedback* dos progressos realizados ao longo do cenário definido com a visualização
- *níveis*: cenários para novos conjuntos de desafios para evidenciar a progressão
- *ações detalhadas da simulação*: aceleração, desaceleração com os pedais e caixa de velocidade, pedais de travagem e de aceleração, coordenação da viatura dentro da faixa, paragem da viatura

Estas diversas mecânicas identificadas foram enquadradas com as competências conforme apresentado na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Mapeamento das mecânicas de jogo pelas competências de treino para o modelo de certificação triádica.

Competências de Treino	Mecânicas de jogo								
	Percepção espacial	Aceleração/Desaceleração	Uso da caixa de velocidade	Uso dos pedais	Paragem da viatura	Identificar sinalização	Controlo do volante	Pontos	Níveis
<i>Navegação nas vias de rodagem e manuseamento da viatura</i>	X	X	X	X		X	X	X	
<i>Limites de velocidade</i>		X	X	X		X		X	
<i>Aproximação a cruzamentos e entroncamentos</i>	X	X	X	X	X	X		X	
<i>Resolução das situações de trânsito do itinerário</i>	X			X		X	X		X

A Figura 5.10 apresenta o mapeamento das competências ao longo do plano de treino estabelecido onde cada eixo horizontal corresponde a um diferente trajeto (ex. Trajeto 1, Trajeto 2, ...). O alinhamento entre as competências e os trajetos ocorre através das mecânicas ou desafios implementados no jogo.

A cada competência definida existe associado um perfil escalável (1 - Básico, 2 - Intermédio, 3 - Avançado, 4 - Perito), equivalente ao utilizado no referencial de competências utilizado, que classifica a utilização da mecânica no treino da tarefa/atividade da competência.

A classificação por intermédio do perfil tem uma dupla funcionalidade: primeira, categorizar todos os alinhamentos das mecânicas com as competências com um patamar de aprendizagem e a segunda enquadrar o aluno a quando realizar uma tarefa de treino com um resultado de aprendizagem.

Como já foi referido anteriormente, cada trajeto de treino incorpora uma ou mais competências que podem ser aprendidas/ treinadas sequencialmente. Por isso, através deste mapeamento é possível verificar a evolução da competência pela escala tendo em atenção o sucesso no desempenho na mecânica em particular.

Com esta estrutura conseguimos enquadrar em cada trajeto a aprendizagem das competências onde cada aluno ao realizar com sucesso as tarefas através das mecânicas vai acumulando evidências de aprendizagem. Na conclusão do treino, o resultado da aprendizagem será conseguido pela conjugação das evidências bem-sucedidas nas várias mecânicas, correspondendo a um perfil, logo uma atribuição de um grau de competência.

Mecânicas/ Desafios

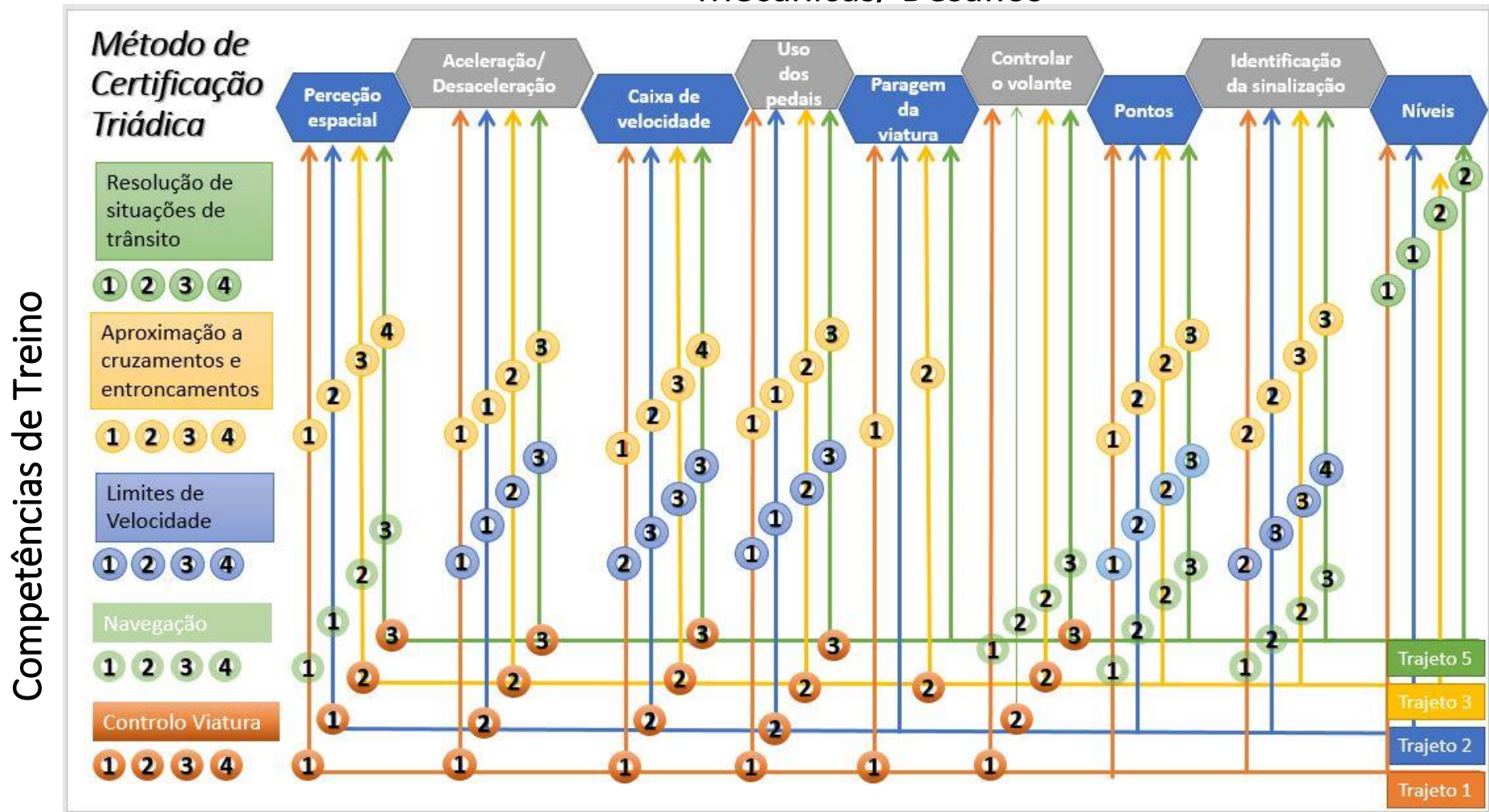


Figura 5.10 - Mapeamento dos treinos (trajetos) com o nível de competência adquirido através das mecânicas identificadas pela taxonomia de jogos

5.4. Implementação do protótipo

A ferramenta DCTools (*Driver Certification Tools*) tem como principal objetivo a monitorização e verificação de competências através da utilização de ambientes virtuais de treino. Este software de validação de competências que funciona como um módulo acoplado à plataforma de treino, ou jogo sério, permite colmatar duas grandes lacunas no desenho e desenvolvimento de jogos sérios para o treino de competências. Como resposta, em primeiro lugar, propusemos aplicar a metodologia integradora dos dois intervenientes no treino através dos jogos de computador: o professor/instrutor/treinador e o *game designer* (criador do jogo) que possibilitará a medição do desempenho do aluno. Em segundo lugar, estabelecemos uma via de comunicação entre estes intervenientes através de uma ferramenta de configuração de treinos em tempo real, obtendo de forma individualizada a evolução do desempenho do aluno e a correspondente validação do treino segundo os planos/missões pré-definidos e dos objetivos de aprendizagem.

Esta ferramenta foi testada para o contexto de aprendizagem da carta de condução, onde pela problemática supra apresentada se explora o uso dos jogos sérios como ambientes virtuais de aprendizagem para a redução dos índices de acidentes entre os jovens recém-encartados, conforme estudos indicam ser elevados.

Com a utilização do simulador de condução virtual (DRiS) no Laboratório de Análise de Tráfego da FEUP, pretendeu-se testar a aplicação do conceito de validação de competências de controlo e domínio da viatura (operacional), bem como o de adaptação às constantes alterações ocorridas no ambiente rodoviário (tático) da matriz de *GDE - Goals for Driver Education*.

Com esta ferramenta configurável acoplada ao jogo sério, pretende-se corresponder ao reforço das competências dos condutores recém-encartados através de um treino mais específico em componentes relacionadas com a condução em contextos mais diversificados. Desta forma, obtém-se uma melhoria de competências na condução através de um maior número de horas de treino e consequente experiência adquirida. Esta aplicação-protótipo permite a configuração dos treinos associando de forma automática as métricas de validação para um processo de análise contínua do desempenho do aprendiz, bem como tem um módulo de comunicação de mensagens (*feedback*) para a interação em tempo real durante o jogo. A Tabela 5.6 apresenta a divisão entre os trajetos suportados pelo *feedback*, os relativos ao treino, e os sem qualquer *feedback* (os relativos à avaliação). Os valores apresentados são os

parâmetros de distâncias (distância desde o início do percurso) onde dentro de cada trajeto ocorrem a validação das competências.

Tabela 5.6 – Mapeamento da utilização do feedback ao aluno nos vários trajetos definidos (treino e avaliação).

Situações definidas		Trajeto 1	Trajeto 2	Trajeto 3	Trajeto 4	Trajeto 5	Trajeto 6	Trajeto 7	Trajeto 8
Controlo de velocidade	limite velocidade 40	890-1150	1490-1750	2090-2350		3290-3750		4690-4950	5290-5550
	velocidade recomendada 80						3800-4600		
Controlo de aproximação a cruzamentos	Aproximação de STOP	1330-1395		2530-2595					5730-5795
	Aproximação com Perda de Prioridade							5150-5195	
	Aproximação com Prioridade		1900-1995		3070-3195				
Circulação em vias planas e curvas longas	Circulação em retas								
	Circulação em curvas	890-1150	1490-1750	2090-2350		3290-3750		4690-4950	5290-5550
Com feedback de indicações								Sem feedback de indicações	

5.4.1. Driving Simulation (DriS)

Neste tópico apresenta-se sumariamente o simulador de condução DriS, instalado no laboratório de análise de tráfego do departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Este simulador que se encontra operacional desde o início da década de noventa e considerado na altura como um entre os melhores simuladores de base fixa (Leitão, Coelho, & Ferreira, 1997), foi utilizado para realizar o caso de estudo relativo a este trabalho de investigação.

Para além da arquitetura de simulação, o simulador conta com a presença de um veículo real, devidamente instrumentados, como posto de condução e com a possibilidade de simular *feedback* de força no volante (Campos, Leitão, & Rodrigues, 2007 a).

A arquitetura deste simulador pode ser dividida nos seguintes elementos:

- sala de simulação e posto de condução;
- sala de controlo e preparação de experiências;
- (a) sistema de simulação principal e síntese de imagem;
- (b) sistema de projeção de imagem; simulação de som 3D;
- (c) sistema de painel virtual de instrumentos;
- sistema de *feedback* de força no volante do veículo conduzido; sistema ACC (*Adaptive Cruise Control*);
- sistema de navegação (d); módulo de produção de relatórios.

A arquitetura geral do simulador de condução encontra-se ilustrada na Figura 5.11, onde se pode observar a integração dos diferentes sistemas.

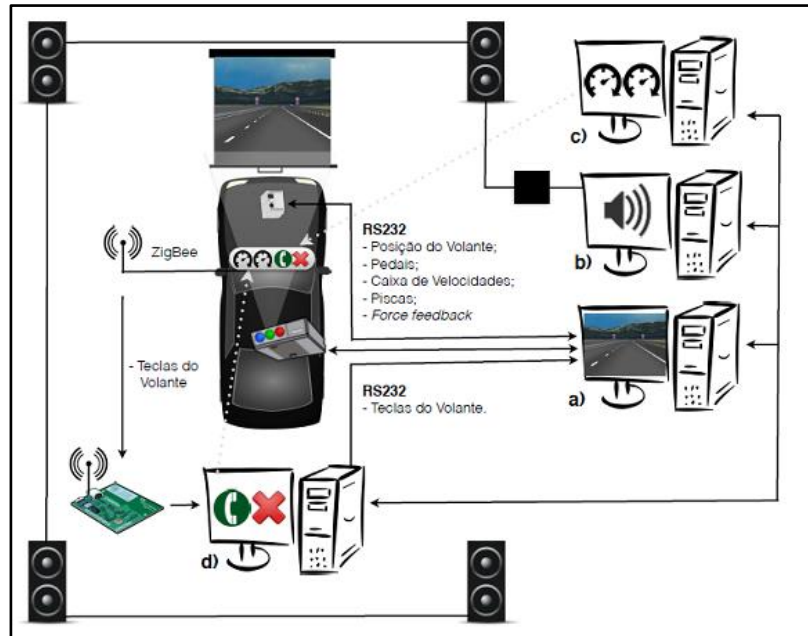


Figura 5.11 - Arquitetura geral do simulador DriS

Na sala de simulação pode-se encontrar um sistema de projeção de imagem, constituído por um projetor e uma tela. O posto de condução é constituído por um veículo real (Volvo 440 turbo) que foi instrumentado à medida. Na Figura 5.12, apresentam-se imagens da sala de simulação e respetivo posto de condução.



Figura 5.12 - Imagens relativas à sala de simulação e do posto de condução

A instrumentação integrada no veículo inclui sensores de atuação nos pedais (da embraiagem, do travão e do acelerador). O veículo possui também instrumentação para leitura da velocidade engrenada, indicadores de mudança de direção, leitura da posição da chave de ignição e leitura de todos os controlos de luzes.

Uma utilização típica de simuladores é estudar o comportamento de condutores sobre condições de teste que coloquem em risco a segurança dos participantes, como por exemplo estudos de distração do condutor com risco de acidente, o que seria impraticável de realizar em condições reais de tráfego. Contudo, os simuladores de condução podem ser encontrados em várias áreas de aplicação, desde o entretenimento até à investigação científica, tornando-os cada vez mais numa ferramenta de estudo importante em âmbitos muito diversos (Slob, 2008).

No caso concreto do simulador de condução DriS, este já foi aplicado na realização de diversos estudos científicos no âmbito do comportamento dos condutores em situações específicas de tráfego, do estudo e análise de infraestruturas e da ergonomia e Interação Humano-Computador (HCI).

Na área da segurança rodoviária já decorreram vários projetos, entre os quais o projeto europeu Haste (*Human Machine Interface And the Safety Traffic in Europe*, Haste) e o projeto de investigação “Tempo de Colisão e Sinistralidade Rodoviária” (Â. M. G. Jacob & others, 2012; A. Jacob & Rodrigues, 2008).

Na área da ergonomia, com objetivo de estudar o impacto na tarefa de condução de múltiplos estímulos auditivos e visuais produzidos por sistemas de informação instalados no veículo, foram realizados estudos de sistemas de interação com o condutor (o estudo de novos sistemas de informação (IVIS) e ajuda ao condutor (e.g. *In Vehicle Information System, IVIS, Global Positioning System, GPS*)) (Pereira, Simões, Rodrigues, Leitão, Campos, & Bruyas, 2008 a; Pereira, Simões, Rodrigues, Leitão, Campos, & Bruyas, 2008 b).

Também decorreram estudos nas áreas de engenharias e vias, onde o simulador foi utilizado para a realização do projeto *SafeSpeed* (Melo, Lobo, Couto, & Rodrigues, 2012). Neste projeto pretendeu-se verificar como a escolha da velocidade praticada pelos condutores é fortemente influenciada pelas características geométricas da estrada.

Por fim, importa referir que também foram realizados estudos na área da psicologia, mais concretamente o estudo do comportamento dos condutores sobre o efeito do cansaço, drogas e álcool na tarefa de condução (Durães, 2016) e do tratamento de fobias dos condutores em túneis (Claudio, Carmo, & Gaspar, 2014).

Por último, é importante referir que para a realização de estudos científicos em simuladores de condução é necessária a prévia preparação de ambientes rodoviários. Estes ambientes rodoviários, em função do tipo de trabalho experimental, terão que obedecer rigorosamente às especificações do estudo. Destas especificações podem constar, por exemplo, a inclusão de sinalização, cruzamentos, rotundas, tipo de pavimento, entre outros elementos rodoviários típicos. Para além destes requisitos, estes ambientes podem também ter como especificação a modelação de estradas de grandes dimensões, atingindo frequentemente várias dezenas de quilómetros. Estas especificações podem ser de tal ordem complexas, detalhadas e particulares que impliquem um controlo cuidadoso na geração do modelo virtual.

Para a preparação de experiências de condução é ainda necessário gerar um conjunto de informação relativa ao ambiente de simulação devidamente organizada e estruturada.

Para a realização dos ensaios experimentais foram implementados ambientes rodoviários, com modelos de estradas obtidos a partir de dados de projeto, parametrização de eventos de tráfego e de veículos a circular nos dois sentidos. Os modelos das estradas com cerca de 80 km de extensão foram gerados procedimentalmente recorrendo a ferramentas desenvolvidas no âmbito do simulador de condução (Campos, Leitão, Resende, & Rodrigues, 2007 b). Os resultados obtidos foram usados na obtenção de um conjunto de normas a nível europeu para a implementação de sistemas de informação em veículos reais (Santos, Merat, Mouta, Brookhuis, & De Waard, 2005).

5.4.2. Arquitetura do módulo do sistema de certificação

Neste tópico propomos apresentar a implementação do protótipo do módulo do sistema de certificação do treino para a aquisição de licença de condução descrito na seção *Métricas (Analytics) do modelo de certificação triádica* na página 112. O protótipo desenvolvido no âmbito do presente trabalho foi implementado em programação orientada a objetos na linguagem C#, usando o ambiente de desenvolvimento do software *Microsoft Visual Studio 10* (Microsoft, n.d.) com o suporte das bibliotecas da *framework .NET 4.0*.

O protótipo de validação das competências da licença de condução tem uma interface nativa de *Windows Form* anterior ao sistema operativo (SO) Windows 8. No futuro, é um propósito para a versão final da ferramenta a melhoria da interação do

utilizador com a migração para controlos baseados no SO *Windows 8*, tirando desta forma melhor benefício da experiência proporcionada ao utilizador.

A implementação deste módulo tem como principal objetivo a sua integração com um qualquer SG que disponibilize em tempo real um conjunto de métricas representativas das mecânicas necessárias para a realização do treino. O acoplamento do módulo pretende ser genérico e estabelece-se através da comunicação via “*sockets*” em redes TCP/IP.

O tratamento da informação de entrada pelo módulo, “*inputs*”, processa-se em primeiro lugar com a definição e configuração dos detalhes das métricas, entre os quais: a unidade de grandeza e o modo de sincronização (Tempo real ou Final). A recolha dos valores instantâneos é concretizada com o armazenamento num ficheiro de base de dados no motor *SQLite*²⁷, sendo simultaneamente processados para objetos de interface que disponibilizam visualmente os valores. O principal motivo da escolha deste motor de base de dados foi a sua versatilidade quanto aos formatos de ficheiro de saída disponíveis, a não necessidade de configuração e por último, a possibilidade de guardar os dados num único ficheiro com portabilidade.

O módulo foi desenhado para que fosse possível ser aplicado a outros casos de aplicação, através da definição de projetos distintos, associado também a um ficheiro distinto de base de dados. Esta última opção decorre da independência e portabilidade necessária a cada caso de aplicação. Conforme mostra a Figura 5.13, está definido no topo da interface o acesso aos projetos existentes (botão *Project*), às configurações da base de dados (botão *Database*) e à escolha do contexto de treino pretendido pela identificação do projeto na caixa de combinação.

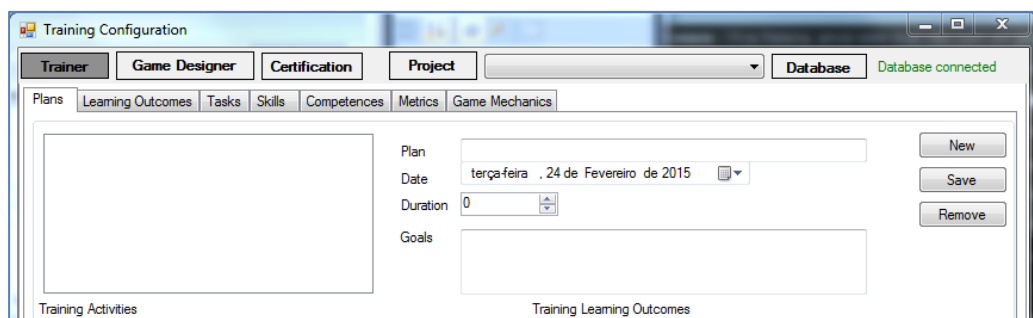


Figura 5.13 - Interface principal da ferramenta de configuração dos elementos de treino

Tendo em atenção que uma das preocupações no desenvolvimento desta ferramenta foi a interação independente de cada interveniente do processo de treino,

²⁷ Características do motor de base de dados SQLite: <https://www.sqlite.org/features.html>

esta foi definida com três áreas de trabalhos distintas: *Instrutor/treinador* que define as competências de treino, *designer* do jogo que define os elementos e mecânicas do jogo associadas ao treino, e a *certificação* como a componente resultado do treino, que analisa os dados do desempenho do aluno e procede-se à configuração do sistema de feedback ao plano de treino. O sistema de feedback é uma componente muito importante nesta implementação porque permite o acompanhamento das tarefas realizadas pelo aluno durante a realização. Este acompanhamento acontece de duas formas distintas: visual e auditiva.

Para aceder a cada uma das áreas de trabalho há um botão respetivo na parte superior da interface, onde cada um dos intervenientes pode configurar todos os aspetos necessários para obter a análise de resultados.

Em primeiro lugar, vamos começar pela a área de trabalho do professor/instrutor/treinador. É a área mais abrangente com diversos separadores que permites a configuração dos planos de treino (*Plans*), a definição dos objetivos de aprendizagem (*Learning Outcomes*) para o contexto de treino. Tendo como base referencial dos fatores de sucesso educacionais da Microsoft, configura-se no separador das competências (*Competences*), conforme é mostrado na Figura 5.14. Contudo, a ferramenta foi desenhada para que o referencial de competências possa ser o mais genérico possível para não invalidar a utilização futura de outros referenciais semelhantes.

The screenshot shows a software window titled "Training Configuration" with several tabs: Trainer, Game Designer, Certification, Project, and Database. The "Project" tab is active, showing a dropdown menu with "1, Driver License;" and a "Database" button. Below the tabs are sub-tabs: Plans, Learning Outcomes, Tasks, Skills, Competences, Metrics, and Game Mechanics. The "Competences" sub-tab is selected. The main area is divided into two sections: "Competences" and "Competences Categories".

Competences Section:

- Competences Category: 1, Individual excellence; IE
- Competence Name: Building effective teams
- Competence Category: 1, Individual excellence; IE
- Sigla: IE1

Competences Categories Section:

- Competence Category: (empty)
- Sigla: (empty)

Buttons for "New", "Save", and "Remove" are present for both sections.

Figura 5.14 - Configuração do referencial de competências a associar ao treino pelo treinador

Para a especificação do treino, há dois separadores essenciais à configuração do treino: Tarefas (*Tasks*) e Aptidões (*Skills*). Com estes separadores é montada toda a estrutura de tarefas simples ou conjunto de tarefas simples (tarefa complexa) que correspondem às atividades necessárias no treino de competências, bem como a definição das métricas disponíveis pelo SG que suportaram a avaliação da execução da tarefa.

Conforme apresentado na Figura 5.15, a definição da tarefa é fulcral para a questão da avaliação associando às métricas, bem como para a associação das tarefas ao conceito de atividade (*Activity*). O agrupamento de tarefas permite a configuração da atividade quanto ao nível de treino, vem como a qual mecânica do jogo está relacionada. Esta configuração permite a implementação do modelo de certificação triádica para a validação de competências segundo um plano de treino definido.

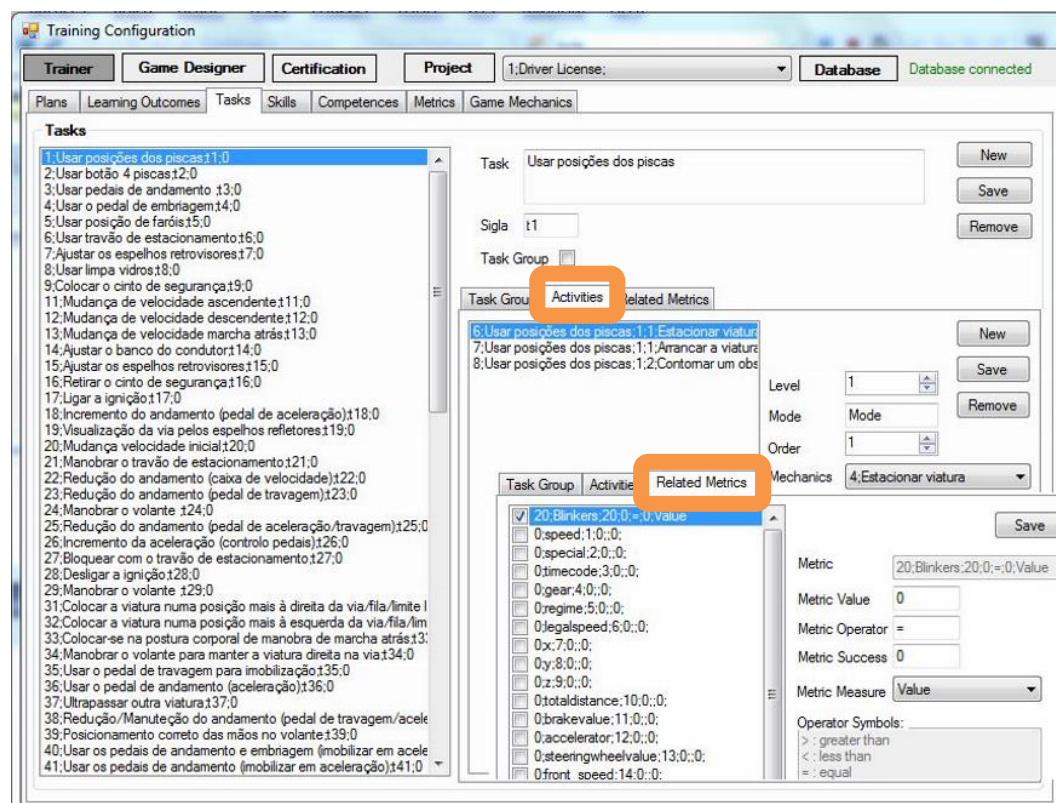


Figura 5.15 - Interface de definição das tarefas enquadradas com os níveis de treino (atividades) e as métricas de avaliação da sua execução.

Através da interface do separador Aptidões (*Skills*) é possível definir quais as aptidões relativas ao contexto específico de treino, e associar essas ao referencial de competências, aos resultados de aprendizagem e às tarefas. Estas aptidões específicas

são têm um papel essencial na configuração desta ferramenta para a validação de competência.

As combinações entre os conceitos chaves do treino de aptidões são definidas, baseando-se na associação de cada nível inferior no superior, onde é conseguido configurar as aptidões a adquirir com o referencial de competências, tarefas a realizar e resultados esperados para medir o sucesso da aquisição. Pela análise das interligações apresentadas permite-nos afirmar que definição de um plano de treino específico pode ser obtido pela seleção dos resultados esperados e atividades a realizar, conforme pode ser verificado na Figura 5.16:



Figura 5.16 - Diagrama explicativo da interligação dos conceitos chave do treino de competências

Relativamente ao *game designer*, o respetivo separador possibilita a definição das métricas e as mecânicas do jogo, bem como enquadrar as mecânicas e métricas com o conjunto de tarefas e atividades definidas pelo treinador. Este enquadramento corresponde à componente relativa ao *designer* no mapeamento do método de certificação triádica para que a nível da programação possam ser analisados a informação recolhida dos treinos realizados com o SG.

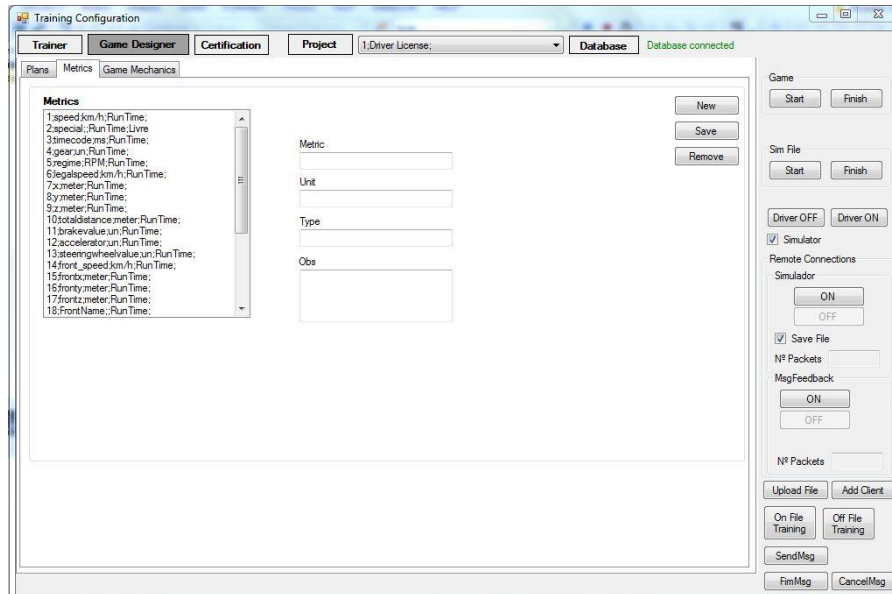


Figura 5.17 - Interface disponível ao *designer* do SG para definir quais as métricas que serão recebidas bem como as mecânicas implementadas

O terceiro separador, certificação (*Certification*), permite a visualização dos dados recebidos em tempo real através de um *dashboard* simples com as várias grandezas relativas ao treino. Conforme é mostrado na Figura 5.18, também possível a escolha do plano de treino para que os vários parâmetros definidos no mesmo possam ser atualizados pela receção da informação em tempo real. Desta forma, a ferramenta permite verificação da evolução da aprendizagem pela verificação permanente dos parâmetros de certificação de competências.

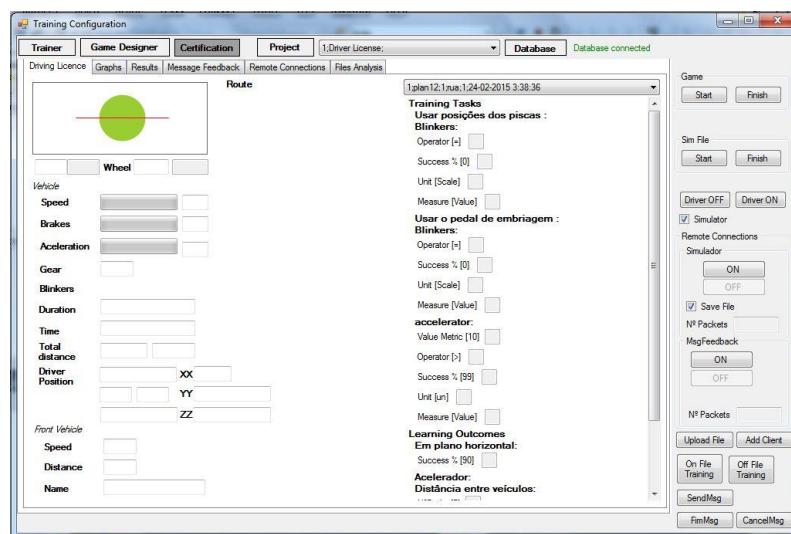


Figura 5.18 - Interface disponível para a visualização dos dados em tempo real e da evolução da aprendizagem através dos vários parâmetros associados ao plano de treino

Ainda neste separador há uma interface relativa à configuração do sistema de feedback para mediar o processo de aprendizagem. O sistema de feedback é um forte contributo para o processo de aprendizagem porque permite dar ao aluno informações em tempo real sobre o seu comportamento.

Foi implementado um sistema com duas características distintas: auditivo e visual. O feedback auditivo tem como objetivo funcionar como um instrutor virtual, onde são comunicadas mensagens de comando, falha e estímulo positivo. Cada plano de feedback tem sempre um plano de treino associado e é composto por eventos associados às tarefas do treino. Os eventos podem ser de vários tipos: Ponto, Situação, Percurso e Manobra, e podem ser associados a imagens, mensagens (positivas e ou negativas) e as métricas que despoletam as mensagens, conforme pode ser verificado na Figura 5.19.

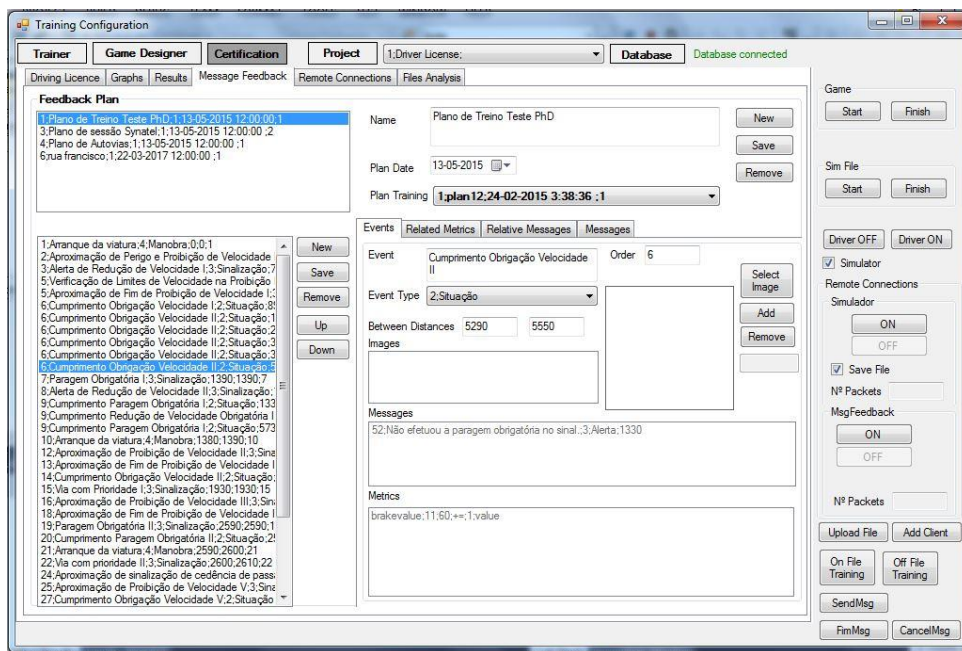


Figura 5.19 - Interface da configuração do plano de feedback

Como já foi referido anteriormente também foi implementado um feedback visual no protótipo de avaliação colocado dentro da viatura física junto ao tabelie. Conforme pode ser verificado pela Figura 5.20, a interface apresenta diversos tipos de informações onde é de destacar a informação sobre a evolução da aprendizagem das competências previstas no plano de treino. Além deste feedback são mostrados outros parâmetros do treino tais como: tempo de treino, distância já percorrida, bem como a sinalização já percorrida.



Figura 5.20 - Interface de feedback visual com diversas indicações relativas ao treino tais como: tempo de treino, distância percorrida, evolução das competências propostas, entre outras

Por último, apresentamos o diagrama de classes do protótipo onde todos os conceitos chave estão desenhados. O diagrama, apresentado na Figura 5.21, encontra-se dividido em duas partes, uma referente ao sistema de feedback e outra referente ao sistema de avaliação do treino. Toda a especificação apresentada foi implementado quer na estrutura de base de dados quer no protótipo apresentado.

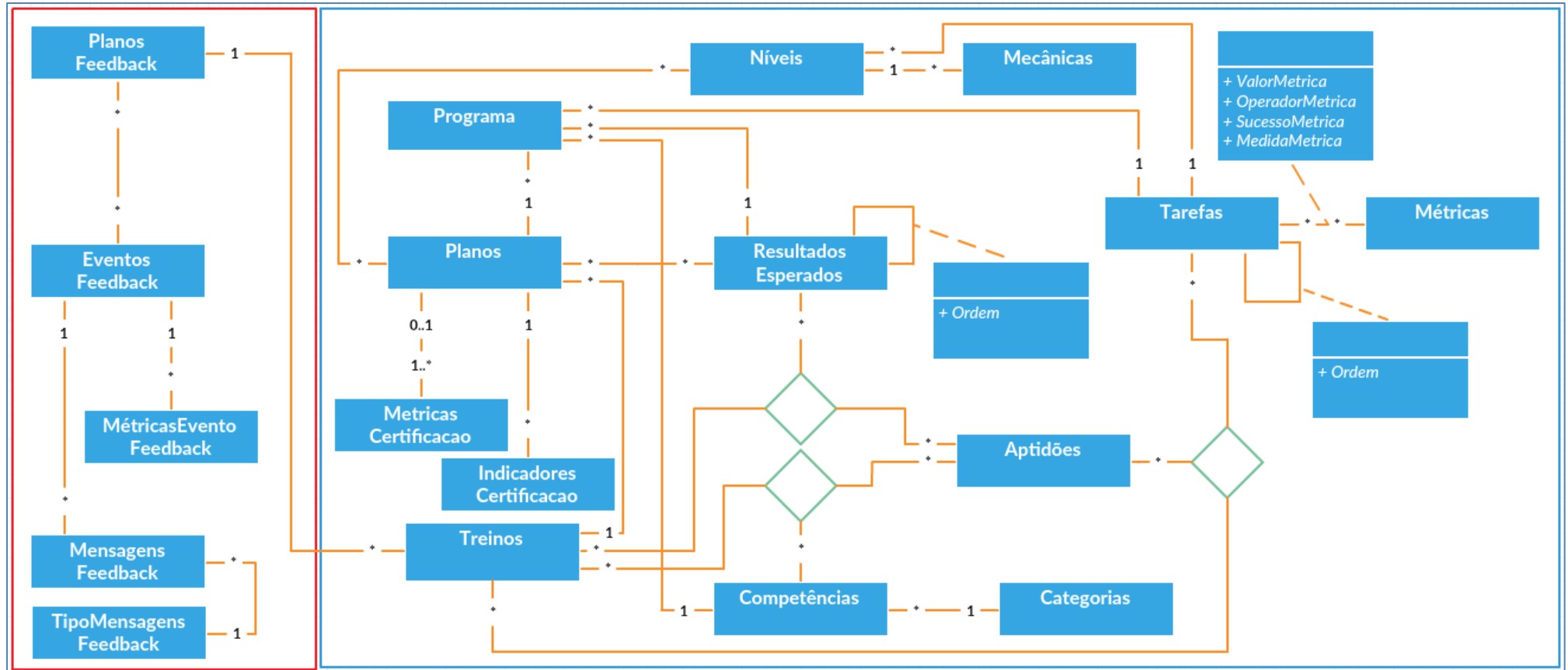


Figura 5.21 - Diagrama conceitual de classes em UML

5.5. Métodos de estudo, recolha e tratamento de dados

Considera-se o presente estudo uma investigação de natureza qualitativa: experimental. Sendo baseada na experimentação, como é um caso de aplicação, temos de procurar uma validade dos resultados que sejam coerentes com a experiência a realizar. Tendo em conta que vamos utilizar os jogos de computador ou simuladores para avançar com o processo de instrumentação, este é caracterizado como fechado, pois, há um forte controlo sobre o mesmo.

Um dos processos normalmente utilizados neste tipo de investigação é a seleção de uma amostra de indivíduos, sendo estes distribuídos num grupo experimental e noutro de controlo. No caso em particular, pretende-se ter dois públicos-alvo: indivíduos sem carta de condução e indivíduos com carta de condução.

5.5.1. Recolha de dados

Para a realização da experiência de treino no simulador foram convidados ou recrutado cerca de 80 participantes preferencialmente por convite via correio electrónico e por contacto direto.

A recolha de dados para o estudo abrangeu dois tipos de informação distintas. Em primeiro lugar, o questionário implementado pretendeu somente a recolha dos dados sociodemográficos dos participantes, já que era objetivo uma análise à experiência através de testes de usabilidade ou de avaliação da aplicação desenvolvida, mas sim a análise do desempenho do aluno aferindo desta forma a avaliação da aprendizagem. O questionário foi realizado online através da ferramenta de formulários do Google, sendo o mesmo apresentado no ANEXO VII - Formulário da informação dos participantes.

Em segundo lugar, a informação recolhida relativa ao participante está relacionada com a realização do teste segundo o plano de treino estabelecido. Todos estes dados relativos à experiência foram recolhidos individualmente em ficheiros para a sua posterior análise e validação dos resultados da aprendizagem. Os dados recolhidos, após o tratamento prévio, estão na tabela resumo no Anexo IX - Dados resultantes dos testes realizados.

A cada participante do teste foi proposto um treino com objetivos relacionados com três componentes específicas: controlo da viatura em via plana, circulação em cruzamento e limites de velocidades. Para a avaliação de cada uma das componentes

há diferentes aspetos a considerar tais como: o conjunto de tarefas secundárias necessárias para a manobra, as quantidades das subtarefas de condução conseguidas, e em simultâneo, para ser bem-sucedida a manobra, e por último a autonomia do aluno.

Os participantes foram informados de todo o procedimento do teste, bem como preencheram uma declaração de consentimento baseado na declaração de Helsínquia apresentado no ANEXO VIII - Declaração de Consentimento.

5.5.2. Tratamento de dados

Relativamente ao tratamento dos dados recolhidos, procedemos à procura da validade do instrumento aplicado no trabalho de investigação, definindo o grau no qual os resultados de um teste estão relacionados com algum critério externo do mesmo teste. Esses critérios podem ser os resultados obtidos em outro teste, definições de conceitos, formulação de objetivos, etc. (Richardson, Peres, & others, 1985).

Uma das primeiras abordagens realizadas aos resultados foi medir a confiabilidade e determinar a proporção da variância numa escala através da análise da consistência interna, que necessita da aplicação de um instrumento estatístico (Blacker & Endicott, 2002).

A consistência interna dos dados é verificada através do teste do *Alpha de Cronbach* que permite determinar o limite inferior da consistência interna de um grupo de variáveis ou itens. Este limite corresponderá à correlação que se espera obter entre a escala usada e outras escalas hipotéticas, do mesmo universo e com igual número de itens utilizados para medir a mesma característica (Pestana & Gageiro, 2003).

Por outras palavras, o alfa de Cronbach é a média das correlações entre os itens que fazem parte de um instrumento (Streiner, 2003) aplicados. Também se pode definir este coeficiente como a medida pela qual algum conceito ou fator medido está presente em cada variável. Normalmente, um grupo de variáveis que explora um fator comum mostra um elevado valor de alfa de Cronbach (Rogers, Schmitt, & Mullins, 2002). Outra questão importante neste cálculo é a condição necessária que as variáveis estejam categorizadas da mesma forma.

Face aos dados recolhidos nos ficheiros individuais, num primeiro momento procedemos à sua análise para cada competência proposta tendo em atenção aos valores definidas para a avaliação das competências.

Tendo em atenção essa análise prévia, tivemos de dividir em duas análises distintas de consistência, juntando por um lado os dados relativos à percentagem de sucesso no

cumprimento do limite de velocidade e na permanência do veículo dentro da faixa de rodagem e por outro lado, os dados do cumprimento da paragem no sinal STOP e da aproximação a cruzamentos. A justificação desta distinção em dois conjuntos de variáveis deve-se ao facto de não estarem categorizados de igual modo porque embora os valores em ambos os conjuntos variem entre 0 e 1, o primeiro conjunto contém quaisquer valores entre os limites, enquanto o segundo conjunto é dicotómico: 0 e 1 (insucesso e sucesso). Desta forma, apresentam significados diferentes nos resultados, porque no segundo conjunto decorre da ocorrência de um evento (paragem do veículo ou redução da velocidade), enquanto no primeiro decorre da avaliação da métrica durante uma determinada distância, onde o resultado é a percentagem das medições realizadas com sucesso.

O coeficiente *alpha* para ser válido tem de ser positivo e com uma variação entre 0 e 1. O valor mínimo considerado aceitável para o coeficiente é 0,70, sendo que tudo o que estiver a abaixo desse valor, significa que a consistência interna da escala utilizada é considerada baixa. Em contrapartida, o valor máximo esperado é 0,90, sendo que tudo o que estiver acima deste valor, pode-se considerar que há redundância ou duplicação, ou seja, há vários itens medindo exatamente o mesmo elemento de um conceito. Por isso quando existirem itens redundantes, estes devem ser eliminados. Normalmente, é preferível que os valores de *alpha* obtidos variem entre 0,80 e 0,90 (Streiner, 2003).

Outro instrumento estatístico utilizado para a análise dos resultados, verificamos se a distribuição da amostra é normal relativamente às variáveis do estudo procedeu-se à utilização da ferramenta da folha de cálculo Ms-Excel 2016 para a realização de histogramas de frequência e curva da distribuição normal calculada baseada na função densidade de massa.

Após a análise descritiva dos resultados, primeiro no desempenho da competência e, por último, no desempenho global, pareceu-nos importante identificar a existência de alguma correlação entre as variáveis do estudo.

Segundo o dicionário Aurélio, correlação significa relação mútua entre dois termos, qualidade de correlativo, correspondência. Correlacionar, significa estabelecer relação ou correlação entre; ter correlação.

A nossa escolha para verificar a existência de correlação entre as variáveis da experiência recaiu no teste de correlação de Pearson. É uma ferramenta de estatística que determina o grau de relação entre duas variáveis, dado pelo coeficiente de Pearson (*r*). Este coeficiente é uma medida de associação linear entre variáveis (Figueiredo Filho & Junior, 2010), expressando o grau de dependência linear entre

duas variáveis. O coeficiente em valores entre -1 e +1, sendo negativa quando uma variável diminui com o aumento de outra variável, e positiva quando uma variável aumenta com o aumento da outra.

5.5.3. Resultados e discussão

Após a conclusão dos testes, participaram no total de forma voluntária cerca de 50. Sendo que 38 eram homens e 12 mulheres, com idades compreendidas entre os 18 e os 65 anos. Entre as 50 pessoas, quatro abandonaram precocemente a experiência devido a náuseas originárias pela mesma.

Quanto aos restantes participantes (n = 46) foram separados em dois grupos, os que tinham carta de condução (31 participantes) e os que não tinham (15 participantes) como apresentado na descrição dos participantes na Tabela 5.7. Uma nota importante a referir é que os que não tinham carta de condução foi-lhes explicado genericamente previamente qual a sinalização de trânsito presente no teste e qual o seu significado.

Todos os participantes experimentaram o simulador antes da experiência para se familiarizarem com vários aspetos: o cenário, a perceção de aceleração e desaceleração, bem como a rotação e controlo do volante.

Tabela 5.7 Descrição dos participantes

Categoria	Grupos	Frequência	Percentagem
Idade	18 - 23	26	56,5
	24 - 30	12	26,1
	31 - 40	4	8,7
	41 - 50	3	6,5
	51 - 65	1	2,2
Género	Feminino	11	23,9
	Masculino	35	76,1
Carta de Condução	Sim	31	67,4
	Não	15	32,6

A nossa primeira abordagem foi validar a consistência interna dos dados pela aplicação do teste do coeficiente alfa de Cronbach. Conforme já explicado na seção anterior, houve a necessidade de proceder à separação em dois conjuntos, juntando os que tinham a mesma escala de valores.

A aplicação do teste a cada um dos conjuntos de resultados deu os seguintes valores do coeficiente de *Alpha* conforme apresentado na Tabela 5.8:

Tabela 5.8 - Tabelas resultado da análise da consistência interna dos dois grupos de dados diferenciados pelo significado dos valores obtidos

<u>Velocidade (Q1..Q5) & EixodaVia (Q6..Q11)</u>		<u>Stop (Q1..Q3) & Prioridade (Q3.Q4)</u>	
Coeficiente alfa de Cronbach:	0,7287	Coeficiente alfa de Cronbach:	0,4607

OMISSÃO DE VARIÁVEIS	
VARIÁVEL	VALOR DE ALFA
Q1	0,7456
Q2	0,7222
Q3	0,7000
Q4	0,6691
Q5	0,6873
Q6	0,7092
Q7	0,7081
Q8	0,7138
Q9	0,7158
Q10	0,7065
Q11	0,7153

OMISSÃO DE VARIÁVEIS	
VARIÁVEL	VALOR DE ALFA
Q1	0,5000
Q2	0,2182
Q3	0,1720
Q4	0,4562
Q5	0,4046

Os valores obtidos na verificação da consistência dos resultados relativamente ao primeiro conjunto de dados (velocidade e fixa de rodagem) foi obtido um coeficiente de *alpha* de 0,7287. Segundo a respetiva escala, o valor obtido é classificado na consistência interna dos dados como razoável ou fiabilidade baixa ($\geq 0,7$ e $< 0,8$). Relativamente ao segundo conjunto de dados, o valor de *alpha* obtido (0,4807) significa que é inadmissível pois o coeficiente é inferior a 0,6.

Com o cálculo deste coeficiente, podemos concluir que há consistência interna entre os resultados no primeiro conjunto de dados que têm uma confiabilidade razoável sendo possível dar uma maior relevância e robustez aos resultados.

Quanto ao segundo conjunto, o coeficiente obtido, 0,4807, é considerado inaceitável quanto à consistência interna conforme a Tabela 5.9:

Tabela 5.9 - Tabela de referência de consistência interna pelo coeficiente α de Cronbach, adaptado de Davidshofer & Murphy (2005, p. 89)

Condição	α considerável aceitável
<i>Fiabilidade inaceitável</i>	$< 0,6$
<i>Fiabilidade baixa</i>	$0,7$
<i>Fiabilidade moderada a elevada</i>	$0,8 - 0,9$
<i>Fiabilidade elevada</i>	$> 0,9$

A quantificação do resultado obtido no segundo conjunto poderá ficar a dever-se ao pequeno número de itens avaliados (5 Questões) ou mesmo poderá indicar que os itens colocados no teste não estavam medindo o mesmo conceito ou a mesma dimensão.

Após esta primeira análise aos dados recolhidos na experiência, procedemos a uma análise mais detalhada e descritiva a cada uma das competências para compreendermos melhor a progressão individual da aprendizagem no plano de treino estabelecido para validar as competências.

Em cada uma das competências, analisamos a distribuição das variáveis através de métodos gráficos (histogramas de frequência e curva da distribuição normal calculada baseada na função densidade de massa). Consoante os resultados obtidos, poderíamos selecionar o método estatístico (paramétrico ou não paramétrico) mais ajustável aos dados e às questões definidas no âmbito do trabalho. Contudo tendo em conta que não obtivemos ao longo das várias competências uma distribuição normal da amostra, não nos pareceu fossem dar comparativamente resultados significativos com a aplicação de diversos instrumentos paramétricos e não paramétricos.

Tendo em conta as outras variáveis qualitativas (sexo, habilitação de condução e idade) que existem no teste, procedemos à verificação do desempenho dos participantes nas duas componentes da experiência ou momentos: treino (Trajetos 1, 2, 3 e 5) e avaliação (Trajetos 7 e 8). O desempenho foi analisado da seguinte maneira: 1) ser bem-sucedido na parte do treino, 2) ser bem-sucedido na parte da avaliação, 3) ser bem-sucedido em ambas as componentes e, por último, 4) a verificação da imersão do insucesso no treino para o sucesso na avaliação. Recorrendo aos gráficos para analisar estes dados foi-nos possível avaliar globalmente as diferenças entre os desempenhos realizados (1º momento/ treino e 2º momento/ avaliação), individualmente quem demonstrou que evolui favoravelmente de um momento para outro (4ª) e quem manteve um desempenho bem-sucedido em ambos os momentos (3ª).

Por último, importa referir que não foram colocadas quaisquer precedências de sucesso no treino para que o desempenho fosse contabilizado na avaliação das competências. A contabilização do desempenho (score) é sempre realizada com todo o universo de participantes do teste.

5.5.3.1. Resultados da competência da velocidade

Para analisar a distribuição da amostra, podemos proceder à elaboração de um histograma baseado nos resultados quantitativos obtidos nos dois momentos do teste.

A Figura 5.22 apresenta um comparativo dos histogramas de frequências e a curva da distribuição normal calculada baseada na função densidade de massa (FDM) para diversos pontos cuja linha é desenhada utilizando a correlação com a função de dispersão (desvio padrão) dos resultados da competência de velocidade. Os detalhes dos cálculos necessários para a elaboração dos histogramas e curva de distribuição normal estão apresentados no Anexo X - Cálculos da elaboração dos histogramas e curva de distribuição normal dos dados:

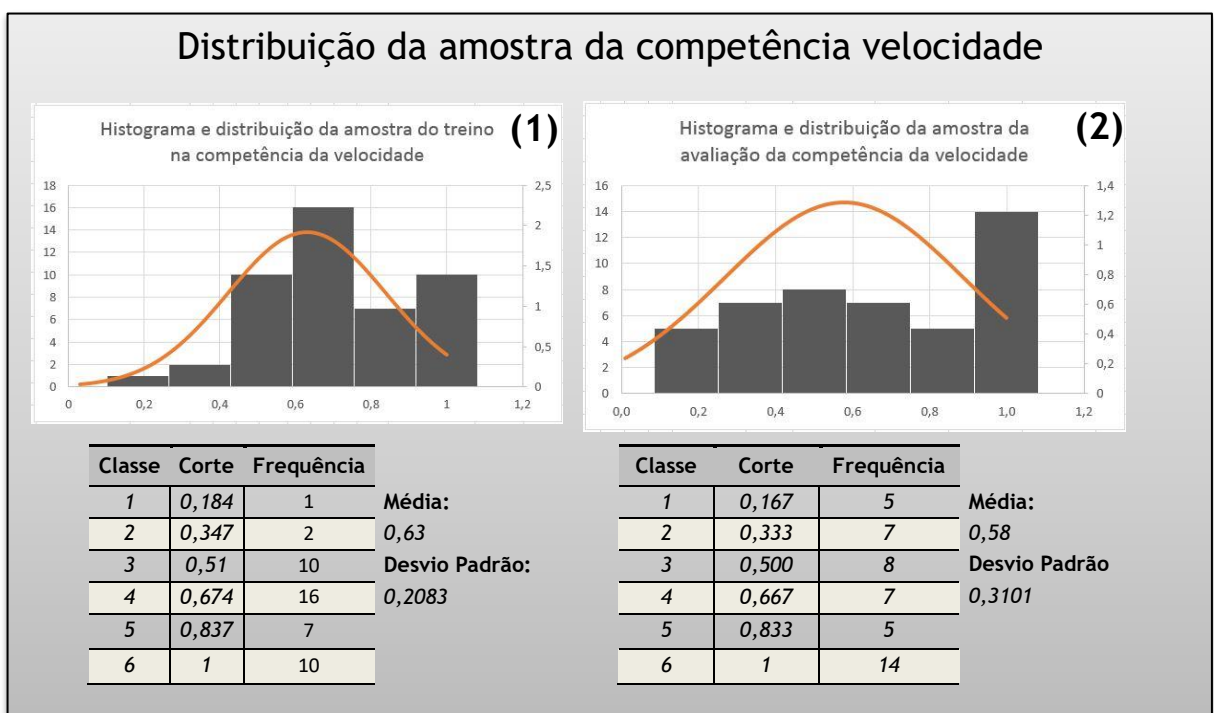


Figura 5.22 - Comparativo dos histogramas relativos ao treino e a avaliação da componente da velocidade para verificação da distribuição normal da amostra

Nesta análise, verificamos através dos histogramas que os momentos (treino (1) e avaliação (2)) não têm a mesma forma de distribuição. No caso do treino, temos uma distribuição muito próxima de simétrica onde os valores estão maioritariamente entre 0,51 e 0,836, onde identifica alguma simetria em torno do valor médio da amostra (0,63) embora haja uma maior frequência de pontos para o lado direito do histograma. É também de referir a discrepância no ponto de valor igual a 1, onde apresenta uma frequência muito elevada para um ponto distante do valor médio, bem como, no ponto 0,2 que apresenta um valor muito distante dos restantes.

No que refere ao outro histograma (2) apresentado na Figura 5.22, relativo à avaliação, é simétrico porque os valores estão distribuídos entre as classes 1 e 5. Contudo, apresenta uma discrepância, como é o caso do valor 1, valor mais a direita do ponto médio, onde há uma concentração elevada, superior a todas as outras frequências de classe.

Podemos concluir que o resultado do treino tem uma distribuição normal, que implica utilizar instrumentos paramétricos enquanto no momento da avaliação tem uma distribuição assíncrona que implica neste último caso a utilização de métodos não paramétricos. A partir do histograma de frequência é possível verificar que houve uma evolução positiva do 1º para o 2º momento pois houve uma maior frequência no histograma (2).

Dado que não deu em ambos os histogramas uma distribuição da amostra igual, não prosseguiremos com a análise dos métodos estatísticos paramétricos e não-paramétricos na relação inferencial das variáveis da experiência.

Tendo em conta esta opção, os resultados da competência da velocidade em relação às restantes variáveis: sexo, habilitações de condução e idade serão analisados com gráficos circulares, permitindo interpretar melhor os resultados da tabela de frequências que obtemos na Figura 5.22.

Para a competência do controlo de velocidade, segundo a Figura 5.23 podemos verificar um incremento no desempenho entre os dois momentos (treino e avaliação) no total de cinco participantes.

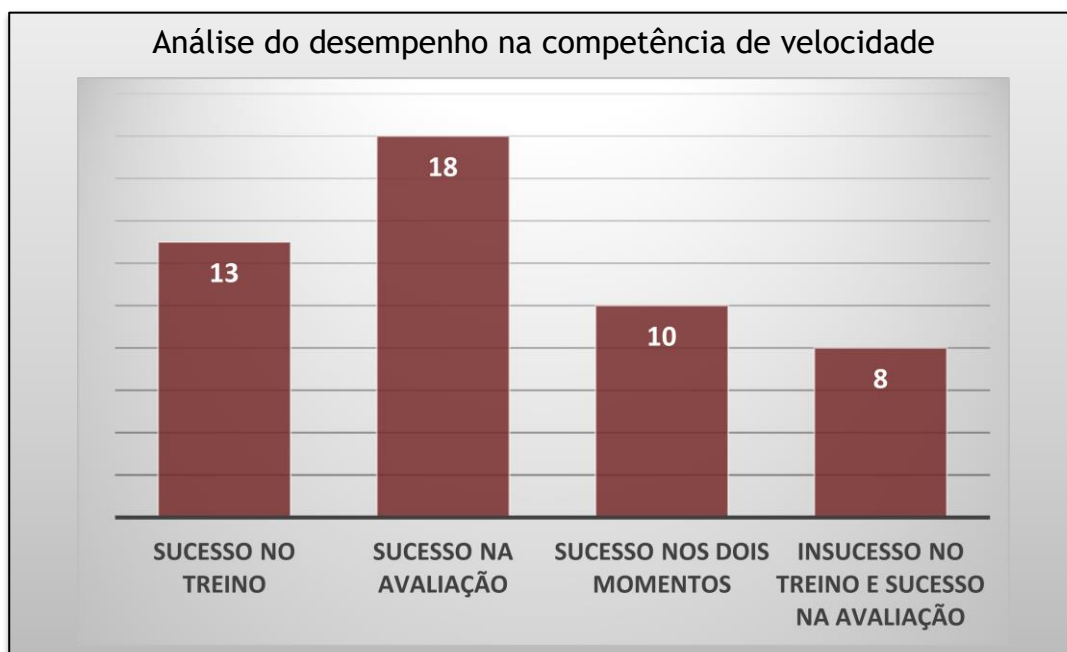


Figura 5.23 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos nas componentes de treino e avaliação quanto à competência de velocidade

A progressão entre os momentos foi positiva, em cerca de 11%, mas, no entanto, consideramos uma taxa de melhoria muito baixa. Olhando os outros dois aspectos de análise, verificamos que o sucesso simultâneo nos dois momentos é de 10 participantes, e que houve uma ligeira evolução no desempenho na experiência. Além de verificarmos esta melhoria, pelo cruzamento de situações de desempenho da competência de velocidade, conferimos que houve uma evolução negativa no desempenho entre o treino e avaliação em três participantes.

Com os resultados obtidos procuramos compreender qual a evolução do desempenho da aprendizagem entre os dois momentos realizados na experiência pela posse de habilitação de condução, pelo sexo (Feminino e Masculino) e no primeiro grupo etário (≤ 23 anos) representativo das idades típicas dos jovens recém encartados. Todos os gráficos apresentados nas diferentes variáveis apresentam na respetiva legenda duas entradas: sucesso e insucesso, bem como os rótulos da respetiva entrada, frequência absoluta e frequência relativa (ex. *Sucesso com Carta*; 18; 58%).

Em primeiro lugar, conforme mostrado na Figura 5.24, a análise recai sobre a variável da posse ou não de habilitações de condução. Foi verificado que no insucesso do desempenho teve uma forte percentagem em cada uma das condições, 58% com carta de condução e 67% sem carta de condução, respetivamente.

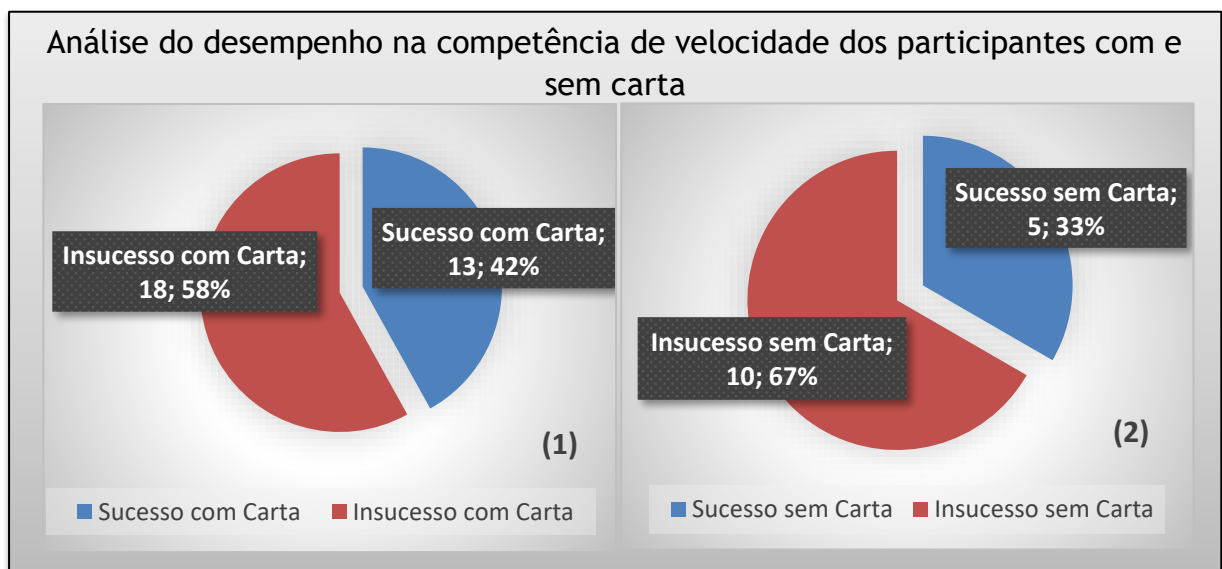


Figura 5.24 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência de velocidade

Chegamos à conclusão que a competência da velocidade não foi aprendida por 2/3 dos participantes sem habilitações de condução, e por cerca de 3/5 dos participantes

com habilitações. A justificação para este resultado poderá decorrer da maneira como foi desenhada a mecânica (limite de velocidade, traçado, situação de trânsito, entre outros pormenores) para verificar esta competência, pois não foi eficaz no seu propósito no plano de treino.

No que se refere ao desempenho por género apresentados na Figura 5.25, a prevalência do insucesso no desempenho do controlo de velocidade neste treino é muito semelhante em ambos os géneros, 64% para o género feminino e 60% para o género masculino. A proximidade entre os valores não permite tirar nenhuma uma conclusão relativamente a esta variação.

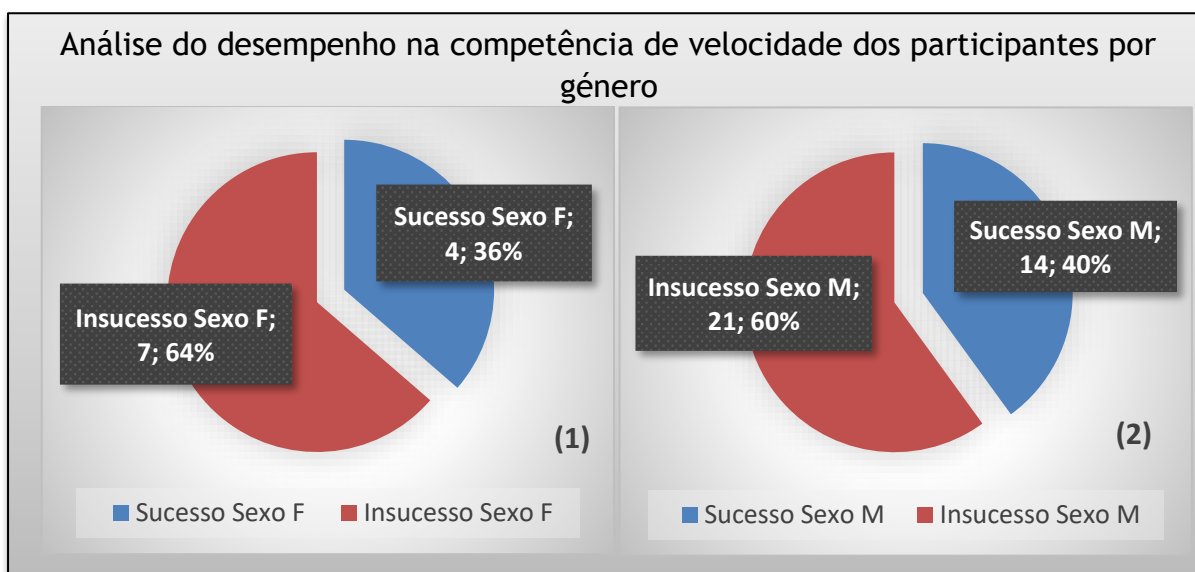


Figura 5.25 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência de velocidade

No que diz respeito ao desempenho no grupo etário com mais propensão à ocorrência de acidentes nas estradas, a Figura 5.26 verifica a tendência dos resultados anteriores das distribuições já apresentadas.

O desempenho é negativo em cerca de 15 participantes num universo de 26 participantes.

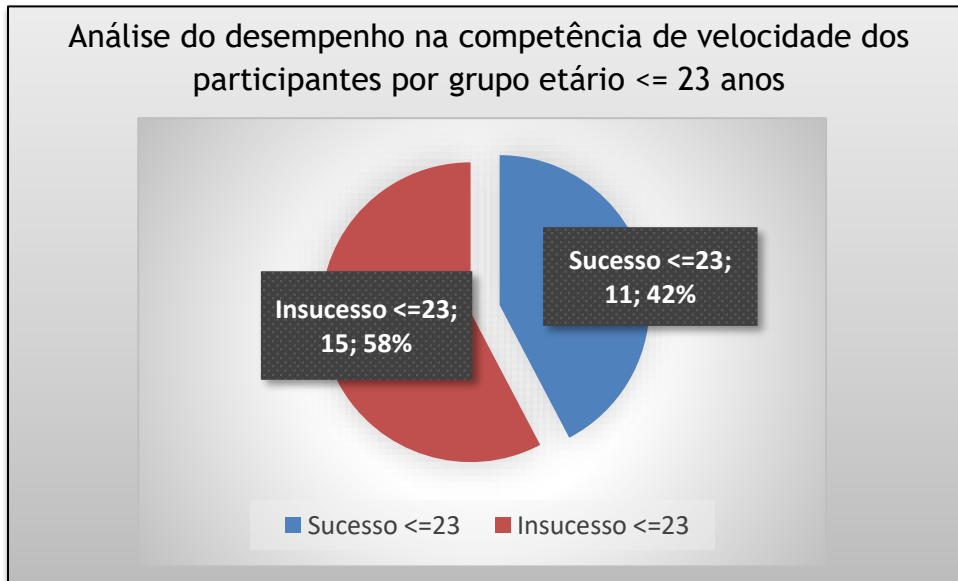


Figura 5.26 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário ≤ 23 anos na competência de velocidade

Após a análise descritiva ao desempenho desta competência, podemos concluir que obtivemos elevadas percentagens de insucesso no desempenho quer ao nível global quer ao nível parcelar. As causas deste baixo valor de participantes bem-sucedidos na aprendizagem podem ser as seguintes: o desenho do treino e o valor imposto como limite de velocidade.

Dada a aplicação do método CRAW - WALK - RUN, em primeiro lugar o desenho do plano de treino contempla quatro trajetos, sendo três deles sequenciais, ao que acresce mais dois trajetos sequenciais para a avaliação. Este cenário de treino pareceu-nos suficiente para o participante treinar e ser avaliado na questão da velocidade. Contudo, ao utilizarmos sempre a mesma situação de treino da velocidade em todos trajetos poderá ter provocado uma situação de desinteresse/ monotonia em algum dos momentos da realização da tarefa que resultasse no insucesso generalizado e não parcelar de cada um dos segmentos que analisamos.

Em segundo lugar, outra razão mais objetiva para os resultados obtidos na aprendizagem foi a fixação do limite máximo de 40 Km/h nos trajetos para o treino da competência. Durante a experiência, houve vários participantes que se referiram a este limite como baixo, tornando muitas vezes extremamente difícil o controlo da velocidade através da visualização do contra quilómetros da viatura sem ter qualquer margem de erro. Este aspeto do controlo de uma velocidade específica também envolve questões de precisão do próprio simulador que dada a sua antiguidade apresenta algumas problemas de afinação.

Ainda sobre a questão do limite, houve participantes que se referiram era facilmente ultrapassado quando era necessário incrementar uma posição na caixa de velocidades, por exemplo da 2ª para a 3ª velocidade, para que o carro tivesse um andamento em menos rotações. A sugestão dada para o limite de velocidade a utilizar foi de 50 Km/h que após a nossa análise ao código de estrada, verificamos que era aplicável este limite pois enquadra-se com a velocidade limite dentro das localidades.

Contudo, apesar de identificarmos esta situação do limite ser baixo, verificou-se uma evolução positiva no treino desta competência.

5.5.3.2. Resultados da competência do controlo de viatura dentro da via

No que se refere à análise da distribuição da amostra de dados dos 46 participantes relativamente esta competência, permite - nos afirmar que ambas as distribuições são assimétricas logo, não têm uma distribuição normal.

Conforme pode ser verificado na Figura 5.27, os dois histogramas de frequência apresentam a uma assimetria para a direita dos mesmos.

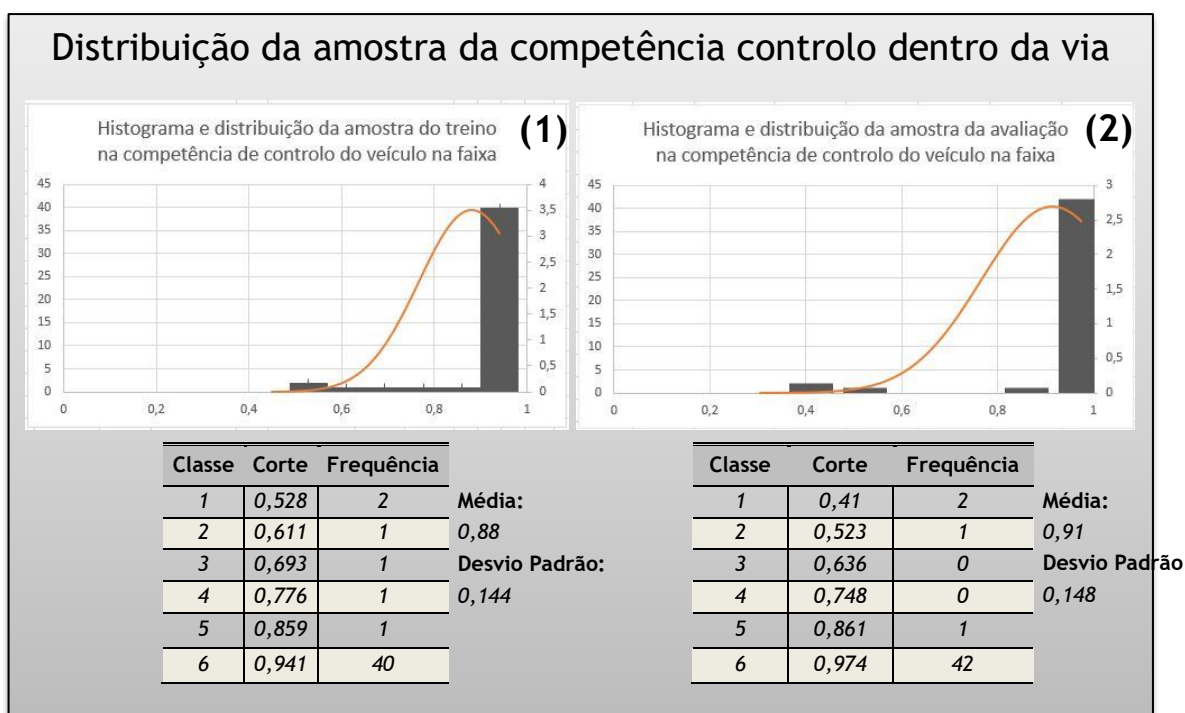


Figura 5.27 - Comparativo dos histogramas relativos ao treino e a avaliação da componente do controlo da viatura dentro da via para a verificação da distribuição da amostra

Esta assimetria indica que os pontos mais altos são os mais prováveis enquanto os muito baixos são pouco prováveis. Quando uma distribuição é assimétrica, é muito

comum ocorrer pontos de discrepância como é o caso do valor 1, classe mais à direita do ponto médio.

Tendo em conta o valor elevado da média verificada de ambos os momentos (treino (1) e avaliação (2)), há uma concentração evidente para o lado direito acima da média dos resultados. Esta elevada concentração num ponto em ambos os momentos, valor igual a 1, permite-nos constatar que passou a haver menos pontos pouco prováveis no momento de avaliação (2) pela existência de buracos nas classes 3 e 4, respetivamente.

Por isso, podemos concluir que a distribuição da amostra desta competência não é normal, implicando que tenhamos de utilizar métodos não paramétricos para realizar outras análises estatísticas mais complexas. Pelo mesmo motivo invocado na competência anterior, não se verificaram os métodos não paramétricos.

Em relação à análise descritiva das restantes variáveis na segunda competência, controlo de viatura dentro da faixa de rodagem, foram obtidos excelentes resultados no momento do treino, pois cerca de 37 participantes tiveram sucesso (80% dos participantes), conforme apresentado na Figura 5.28.

Analisando a evolução entre os dois momentos (treino e avaliação), houve uma evolução de 4 participantes evidenciando uma aprendizagem efetiva apesar do já elevado sucesso alcançado no momento do treino. No momento de avaliação, o sucesso de aprendizagem atingiu 89% dos participantes.

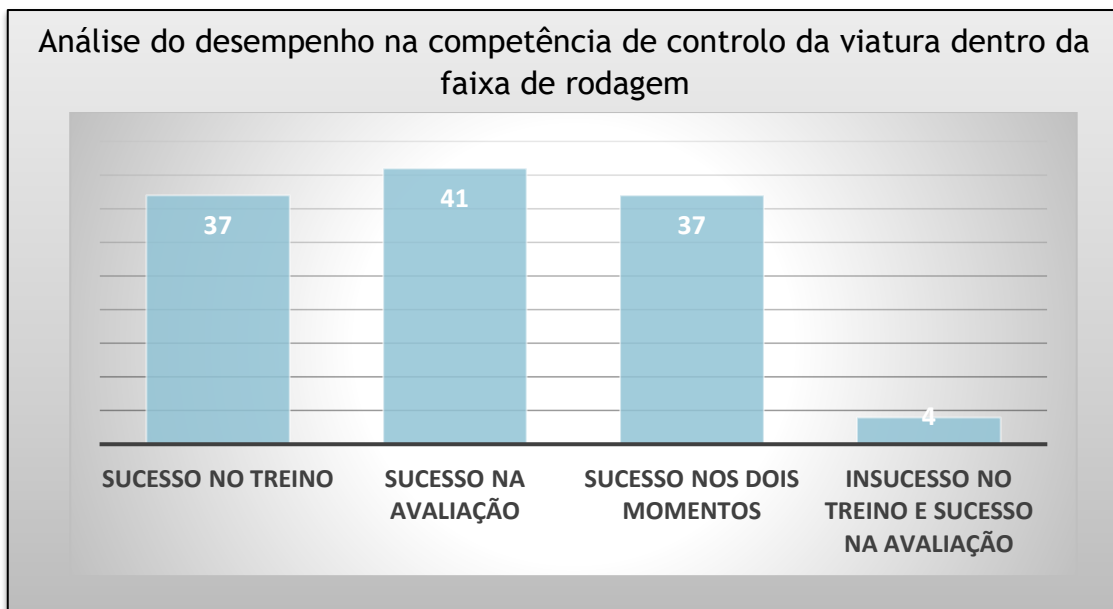


Figura 5.28 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos no treino e avaliação quanto à competência de controlo da viatura na faixa de rodagem

Outro aspeto ainda a destacar dos resultados alcançados é a igualdade quantitativa de participantes (37) que obtiveram sucesso em ambos os momentos e os que tiveram sucesso somente no treino. Decorrente desta situação, podemos ainda afirmar que o período de adaptação ao veículo físico e ao traçado do treino foi rápido pois não teve qualquer impacto na variação obtida entre os dois momentos.

Por último, queremos salientar é que a largura da faixa de rodagem que o participante circulou foi sempre igual em todo o trajeto definido, o que pode ter contribuído na melhoria obtida no momento da avaliação.

No que se refere à análise do desempenho dos participantes com habilitações de condução, podemos verificar que houve o pleno dos participantes (100%) a manterem o controlo da viatura na faixa de rodagem. A verificação desta situação permite-nos dizer que o trajeto é credível para verificar a aprendizagem desta competência.

O gráfico (2) da Figura 5.29 apresenta que cerca de 2/3 dos participantes sem habilitações de condução (67%) obtiveram sucesso na aprendizagem desta competência. No entanto, podemos concluir que o insucesso dos participantes sem habilitações de condução ficar-se a dever às dificuldades na adaptação da viatura e consequente falta de automatismos de controlo da mesma.

Quando analisamos o desempenho nesta competência por género (Figura 5.30), verificou-se que há uma variação significativa entre os dois géneros, com maior preponderância positiva do género masculino (97%) em relação ao género feminino (64%).

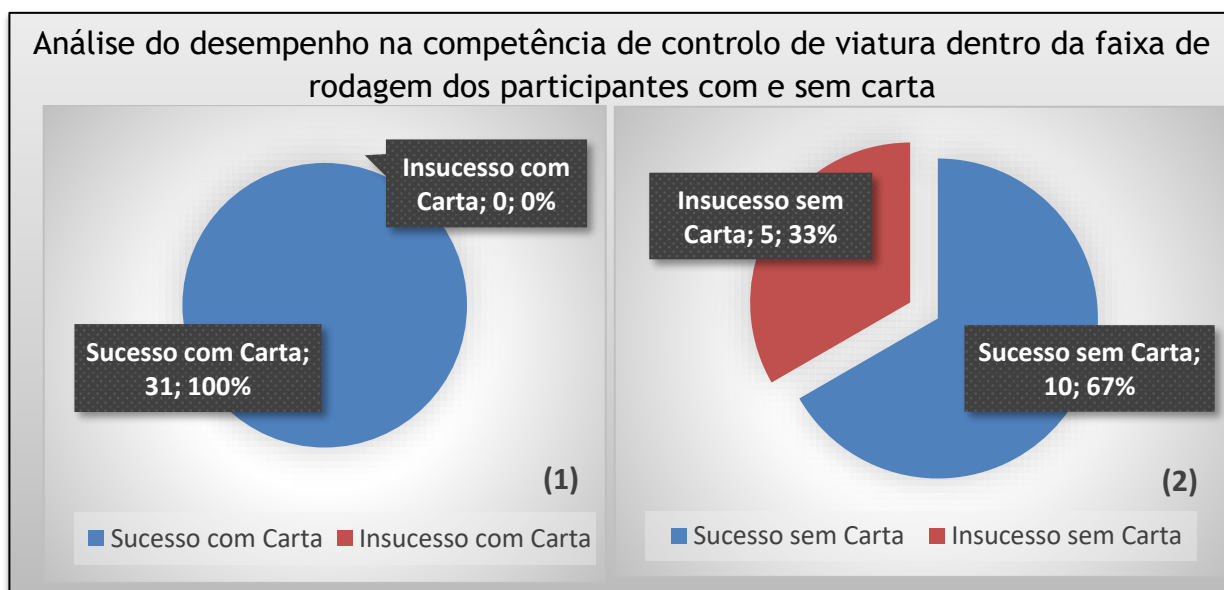


Figura 5.29 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência de controlo da viatura na faixa de rodagem

Com estes resultados, podemos afirmar que o insucesso maioritário do sexo feminino poderá relacionar-se com a falta de automatismos na tarefa de condução, pois esta competência é verificada durante todo o trajeto.

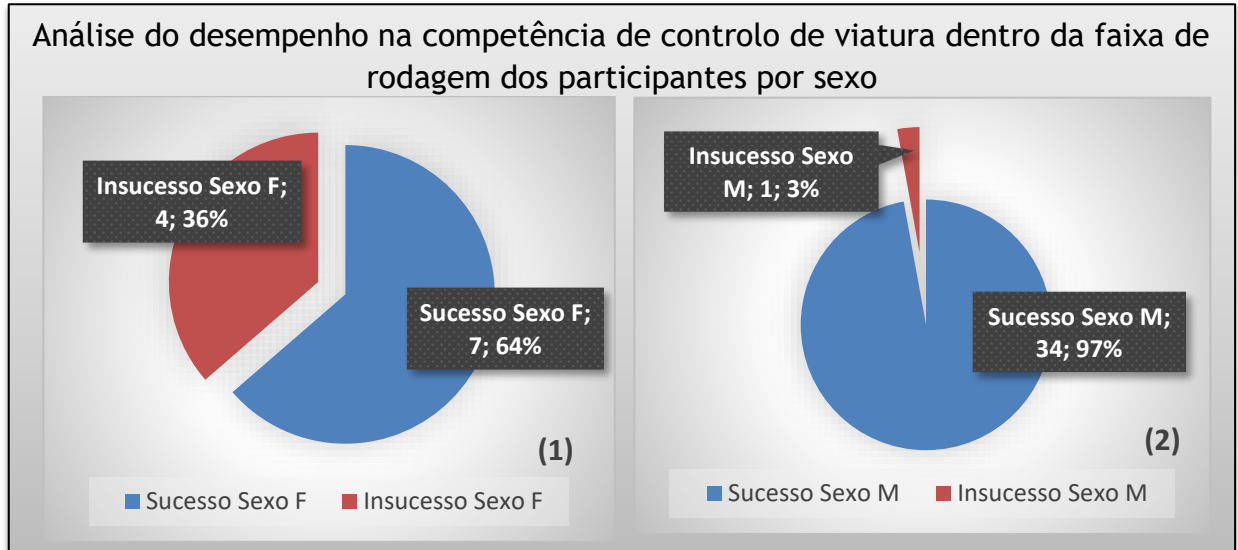


Figura 5.30 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência de controlo da viatura na faixa de rodagem

Por último, no desempenho do grupo etário <= 23, a análise aos resultados apresentados na Figura 5.31 demonstram um sucesso de 81% dos 26 participantes. Sendo um valor elevado, significa que neste grupo etário houve uma aprendizagem no controlo da viatura dentro da faixa de rodagem realçando a aquisição de automatismos de controlo da viatura.

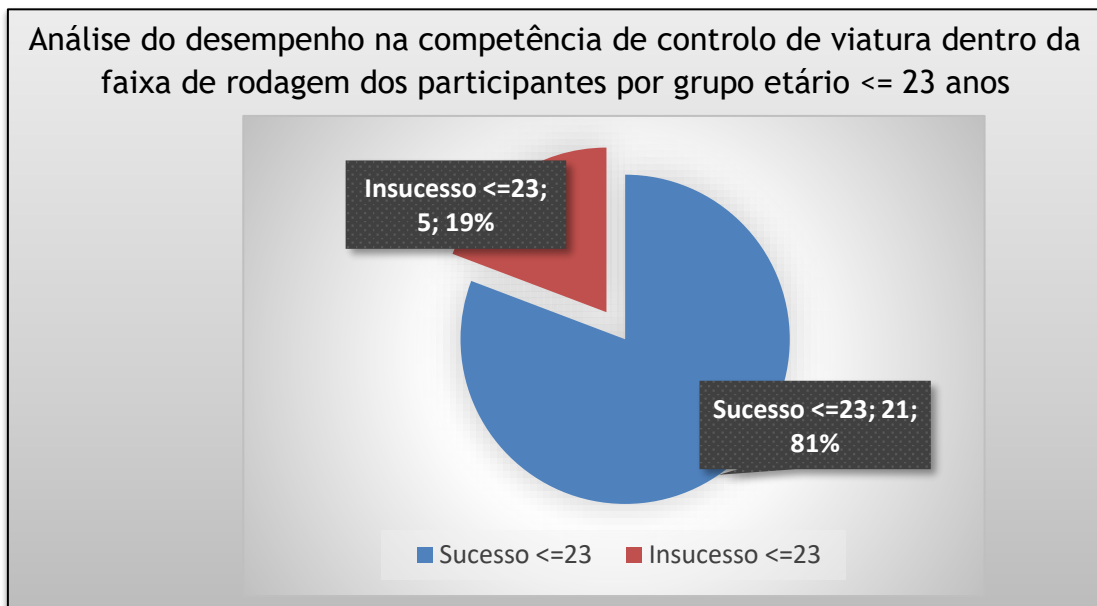


Figura 5.31 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário <=23 anos na competência de controlo da viatura na faixa de rodagem

Como conclusão da análise da aprendizagem da competência de controlo da viatura dentro da faixa de rodagem, podemos afirmar que também houve evolução positiva da aprendizagem com o mapa de treino definido. O indicador de evolução foi de cerca de 10% (4 em 41), que consideremos como um bom resultado tendo em conta a margem de crescimento deste indicador era reduzida pois cerca de 37 participantes já tinham obtido sucesso em ambos os momentos (treino e avaliação).

5.5.3.3. Resultados da competência de aproximação a cruzamentos e entroncamentos com sinalização

Relativamente a esta competência, o mapa de treino contempla duas situações distintas, cruzamento com o sinal STOP e com o sinal de prioridade ou de cedência de prioridade.

A análise à distribuição da amostra desta competência conforme foi realizada anteriormente para outras competências não se aplica neste caso porque os resultados obtidos são dicotómicos do sucesso ou insucesso (1 ou 0) quer para o treino quer para a avaliação. Decorre a exceção a estes valores dicotómicos no treino da tarefa de condução com o sinal STOP onde o número de vezes previstas, dois vezes, implica a utilização do cálculo da média dos valores obtidos para avaliar o desempenho.

Esta variável pode ser considerada como qualitativa, por isso não se aplica a utilização do histograma, mas sim uma tabela de frequências.

A Figura 5.32 agrupa o conjunto de tabelas de frequência relativas aos dois momentos para cada uma das situações previstas (sinalização STOP e com ou sem prioridade).

Tabelas de frequência da competência na aproximação a cruzamentos e entroncamentos com sinalização						
<i>Sinalização STOP</i>			<i>Treino</i>	<i>Com ou sem Prioridade</i>		
Classe	Valor	Frequência		Classe	Valor	Frequência
1	0	18		1	0	25
2	0,5	19		2	1	21
3	1	9				
			<i>Avaliação</i>			
Classe	Valor	Frequência		Classe	Valor	Frequência
1	0	23		1	0	15
2	1	23		2	1	31

Figura 5.32 - Tabelas de frequência do treino e a avaliação da componente de aproximação a cruzamentos e entroncamentos com sinalização em duas situações distintas

Quanto à análise ao desempenho da tarefa de condução relativa à sinalização STOP, os resultados apresentados na Figura 5.33 permitem-nos afirmar que houve uma evolução bastante positiva entre os dois momentos (treino e avaliação) pois passou de nove participantes com sucesso no treino para 23 bem-sucedidos (evolução de 155%) no momento de avaliação.

A diferença entre os participantes bem-sucedidos no treino e em ambos os momentos é pequena (2 participantes), o que significa que houve um número muito significativo de participantes (16) que tiveram sucesso na aprendizagem tendo falhado na regra da sinalização de paragem obrigatória no momento do treino e cumprido a avaliação.

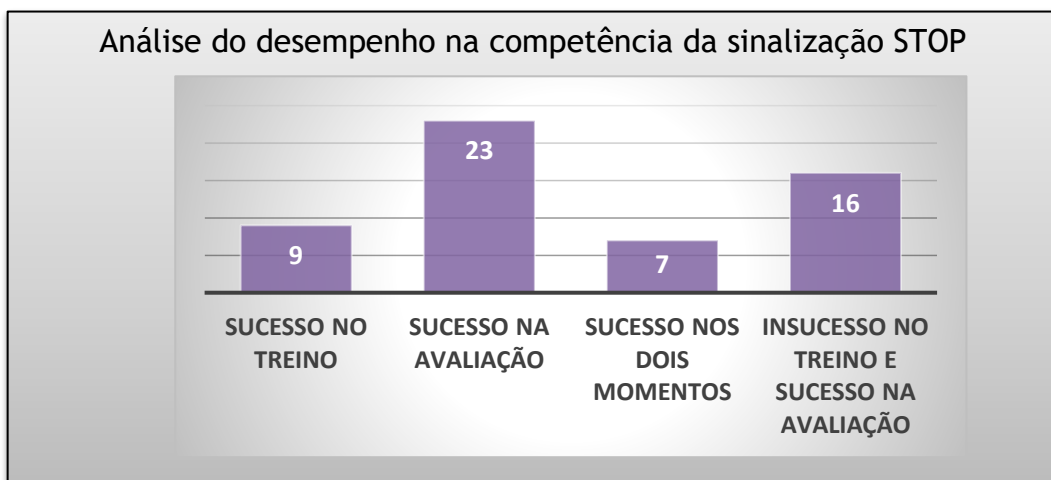


Figura 5.33 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos nas componentes de treino e avaliação quanto à competência de aproximação a cruzamentos e entroncamentos (sinalização STOP)

Além desta conclusão, também é válido afirmar que 50% (23 dos 46 participantes) foram avaliados com sucesso no momento de avaliação. Quanto à aprendizagem desta competência entre os dois momentos houve uma evolução de cerca de 30%.

Na análise do desempenho dos participantes relativamente às habilitações de condução, conforme a Figura 5.34, verificamos que no gráfico (1) os participantes com habilitações para conduzir tiveram um pior desempenho, na ordem dos 60%, enquanto os que não têm habilitações apresentaram um sucesso na aprendizagem na ordem dos 80%.

A justificação para o não cumprimento da regra do sinal STOP pelos participantes com habilitações ficou-se a dever em muitos dos casos a não utilizarem o pedal de travagem de maneira a imobilizar totalmente a viatura, tendo somente reduzido a velocidade a valores próximos a zero. Esta situação foi verificada diversas vezes

durante a experiência, bem como verificou-se outras situações em que o veículo foi imobilizado, mas fora da zona definida de paragem, mesmo em cima da localização do sinal. Poder-ser-á também relacionar com este resultado as questões de precisão e afinação existentes no simulador.

Outra justificação possível para esta situação é a adaptação dos participantes aos trajetos e às situações de trânsito definidas durante o treino.

Quanto ao gráfico (2) da Figura 5.34, os participantes sem habilitações de condução tiveram um resultado de sucesso bastante elevado que demonstra o sucesso na aprendizagem desta competência de aproximação a cruzamentos e entroncamentos com sinalização.

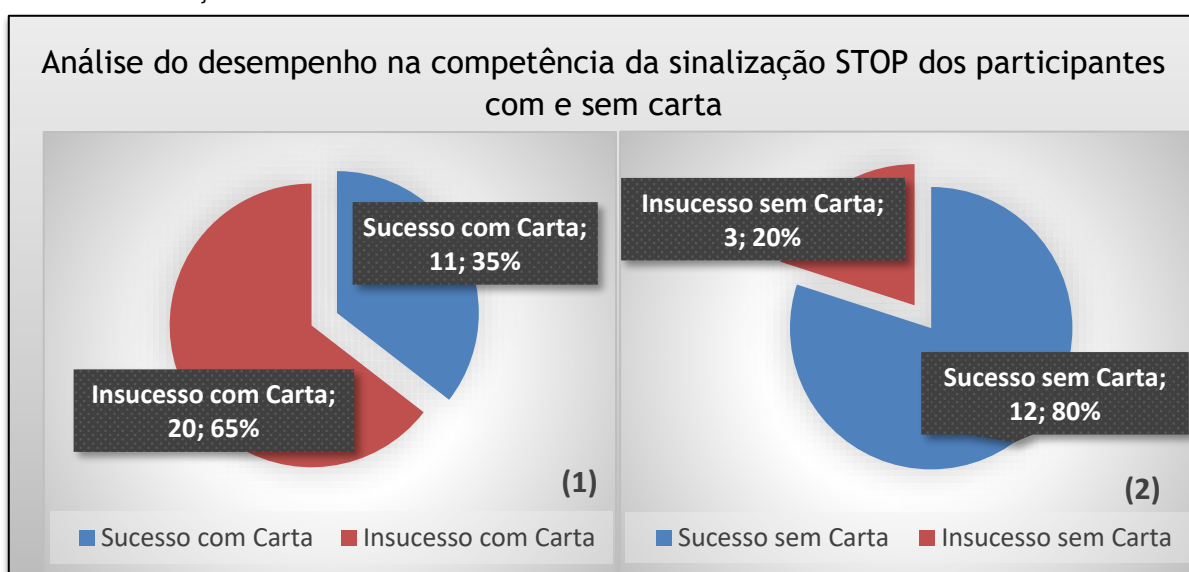


Figura 5.34 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência de paragem da sinalização STOP

Quanto à análise por género, Figura 5.35, o desempenho dos participantes foi de elevado sucesso (80%) do sexo feminino, enquanto no sexo masculino a maior percentagem (60%) recaiu sobre o insucesso.

As razões do insucesso poderão estar relacionadas com as questões já referidas na variável anterior (habilitações de condução): a adaptação ao veículo e trajetos definidos por parte dos participantes ou a não imobilização total da viatura quer pela utilização do travão quer pela localização do sinal.

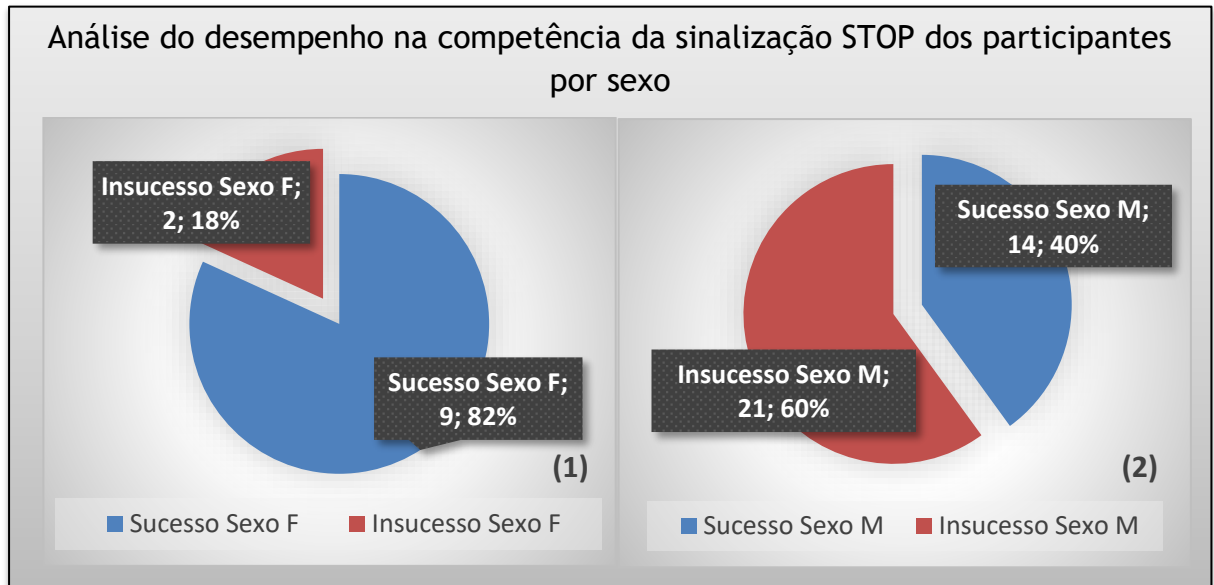


Figura 5.35 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência de paragem da sinalização STOP

Na Figura 5.36, apresentamos a última análise relativa a esta competência, a variável do grupo etário com idade inferior igual a 23 anos. Também constatamos uma maior percentagem de participantes malsucedidos (54%). Embora a diferença entre as duas categorias: sucesso e insucesso seja de dois participantes, o insucesso foi superior. Este resultado poder-se-á ficar a dever aos mesmos motivos apresentados nas variáveis anteriores.

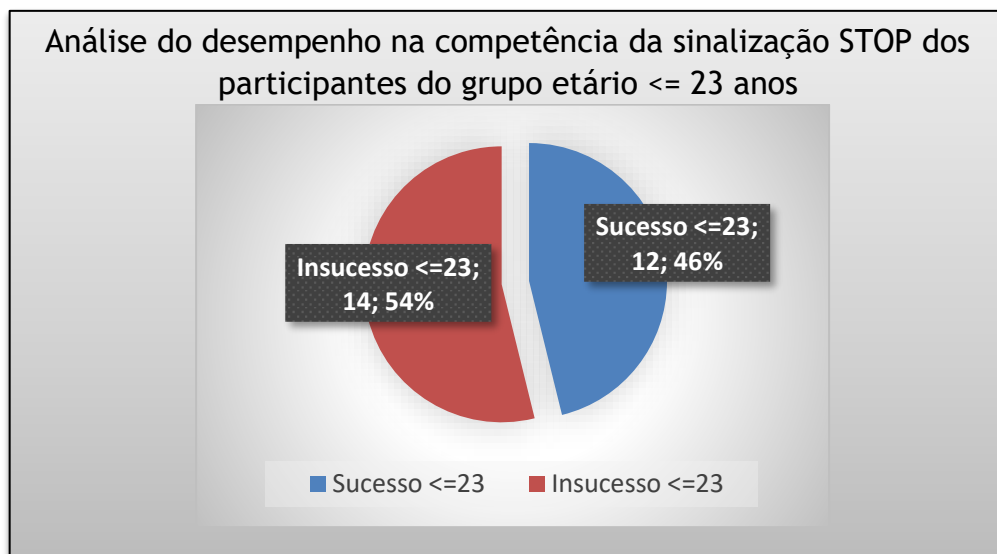


Figura 5.36 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário <= 23 anos na competência de paragem da sinalização STOP

Finalizada a análise da sinalização STOP, passamos para a análise da sinalização de prioridade ou cedência desta.

A verificação desta componente da competência, bem como a anterior, decorre da tomada de decisão do condutor perante uma situação de trânsito que resulta da apresentação de sinalização vertical (sinal de trânsito), e a verificação da aproximação ou não de um veículo ao cruzamento ou entroncamento. A ação implica um comportamento de prevenção/precaução através da redução ou abrandamento da velocidade na aproximação ao cruzamento. O treino e validação deste comportamento do condutor na aproximação ao cruzamento foi planeada para ocorrer duas vezes, uma em cada um dos dois momentos (treino e avaliação).

A Figura 5.37 indica-nos que cerca de 31 dos 46 participantes (67%) foram bem-sucedidos na aprendizagem. Embora haja um elevado número de participantes que obtiveram sucesso no momento do treino, houve uma evolução positiva do comportamento pretendido entre os dois momentos no total de 17, aumento que corresponde a mais de 1/3 dos participantes. É importante referir que cerca de 30% dos participantes, 11, corresponderam com sucesso em ambos os momentos (treino e avaliação), não esquecendo que as situações colocadas foram distintas.



Figura 5.37 - Gráfico representativo do total de participantes bem-sucedidos nas componentes de treino e avaliação quanto à competência de aproximação a cruzamentos e entroncamentos

A partir destes resultados, podemos afirmar que a competência de prioridade ou cedência de prioridade num cruzamento ou entroncamento obteve sucesso na aprendizagem no conjunto de situações de trânsito definidas.

Na análise do desempenho na aprendizagem dos participantes com e sem habilitações de condução, verificamos que o sucesso ocorre em ambos géneros em cerca de 2/3 participantes, conforme é apresentado na Figura 5.38.

O desempenho obtido segundo a variável das habilitações de condução não apresenta variações significativas entre si, o que pode significar que o treino desenvolvido é credível para a aprendizagem desta competência porque em primeiro lugar obteve cerca de 68% de participantes bem-sucedidos entre os habilitados à condução, e em segundo lugar, houve cerca de 67% de participantes sem habilitações de condução que demonstraram sucesso na aprendizagem através de uma evolução positiva entre os dois momentos definidos.

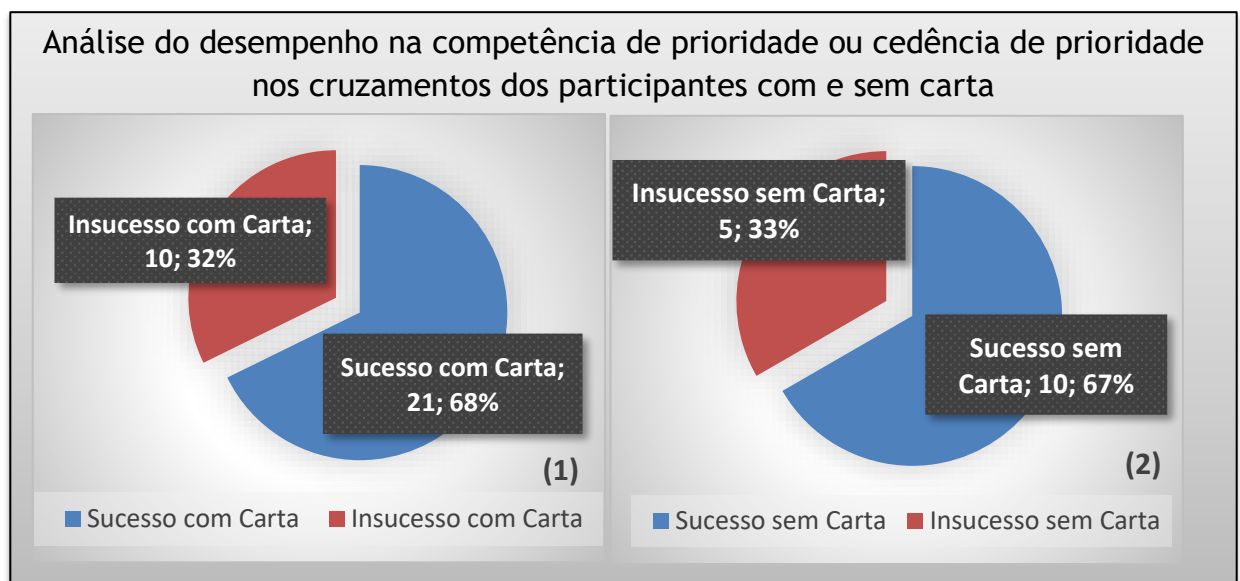


Figura 5.38 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por participantes com e sem carta na competência da sinalização de com e sem prioridade

Na análise relativa aos participantes por sexo, a Figura 5.39 através dos gráficos (1) e (2) apresenta comparativamente que há uma maior percentagem de sucesso no sexo feminino (82%) do que no sexo masculino (63%) com aprendizagem bem-sucedida.

Uma justificação possível para esta diferença de 19% é o facto de na situação de avaliação do cruzamento onde foi colocado o sinal de cedência de passagem não ter sido colocado qualquer viatura a aproximar-se para o cruzamento noutra via perpendicular à via de circulação. Dada esta situação, poderemos considerar que as mulheres foram mais zelosas e cumpridoras da regra imposta pela sinalização do que os homens.

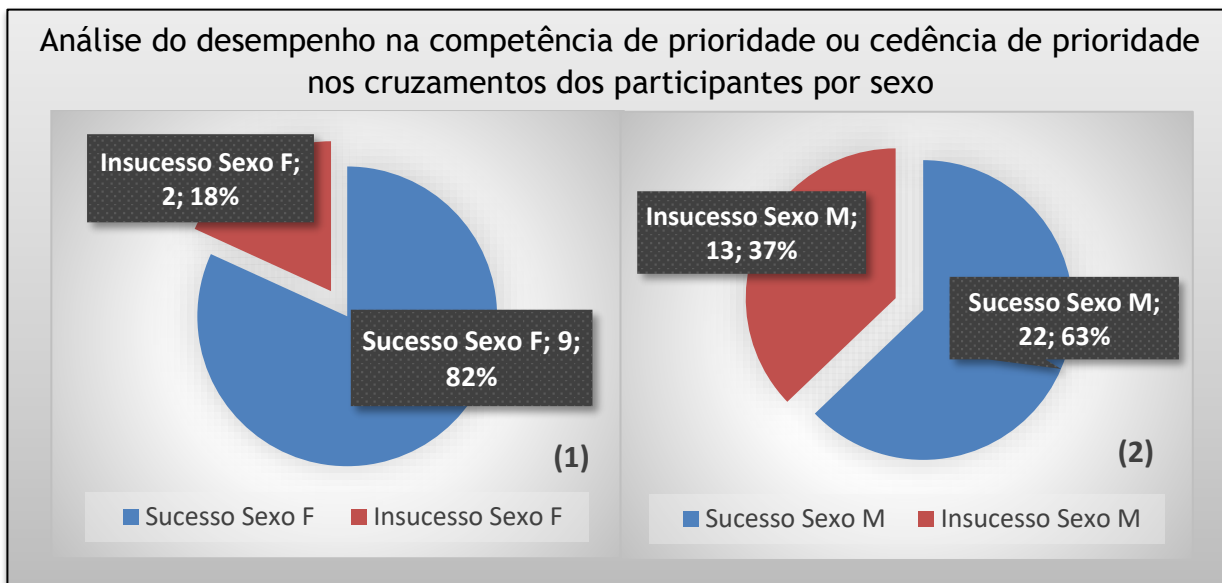


Figura 5.39 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho por sexo dos participantes na competência da sinalização de com e sem prioridade

Por último, na análise do desempenho do grupo etário ≤ 23 anos, Figura 5.40, é apresentado um resultado muito positivo de cerca de 69% dos participantes como bem-sucedidos.

O cumprimento desta regra e conseqüente aprendizagem desta componente neste grupo, é muito importante porque significa que os comportamentos dos participantes tendem a evoluir para a redução da propensão que este grupo etário tem a acidentes por velocidade inadequada e falha de cedência de passagem²⁸.

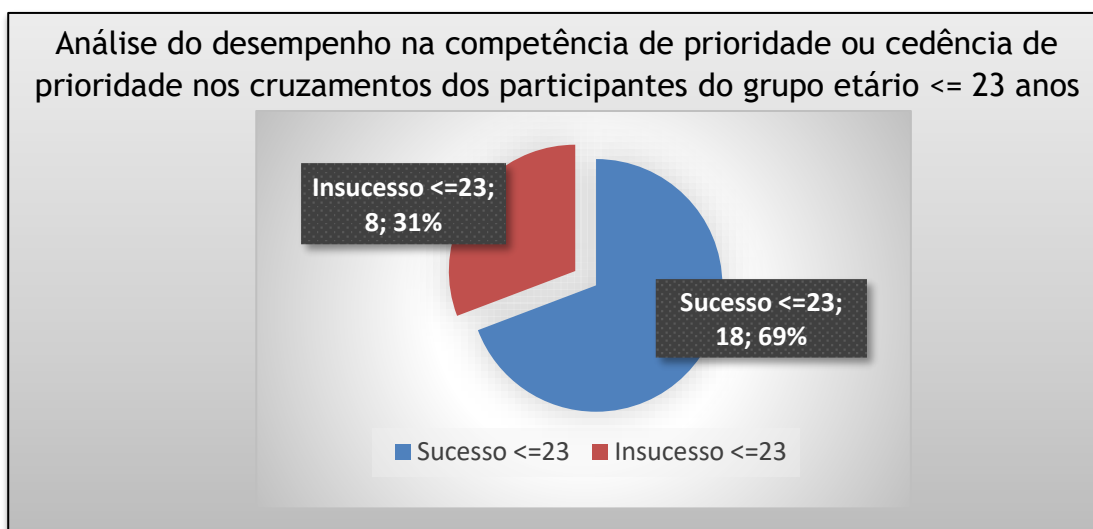


Figura 5.40 - Gráfico representativo do sucesso do desempenho por participantes do grupo etário ≤ 23 anos na competência da sinalização de com e sem prioridade

²⁸ HASTE - Human Machine Interface and Safety-Related Driver Performance: Brussels 2005

Em conclusão à análise realizada às duas componentes desta competência, podemos afirmar que houve aprendizagem desta competência no plano de treino definido. Em ambas as componentes, houve uma avaliação positiva igual ou superior a 50% dos participantes, bem como apresenta indicadores bastante significativos da evolução da aprendizagem quer na falha no momento de treino e sucesso na avaliação em cerca de 55% (17 em 31) dos participantes que foram bem-sucedidos na sinalização de prioridade ou cedência dela, quer em cerca de 70% (16 em 23) dos bem-sucedidos na sinalização STOP. Com estes resultados podemos afirmar que o mapa de treino definido possibilitou o treino e validação desta competência.

5.5.3.4. Resultados globais do desempenho das competências

Neste tópico de análise de resultados do treino e avaliação das competências de condução procedemos à análise global do desempenho (sucesso ou insucesso) dos participantes no plano de treino apresentado. O objetivo desta análise é saber se nos últimos dois trajetos do percurso, que os participantes são colocados perante situações reais de trânsito e sinalização em tudo semelhantes aos primeiros trajetos do treino (período de aprendizagem), procedem corretamente com as tarefas colocadas.

Baseado na Equação 4.1 apresentada no tópico 4.5.2. Métricas para a avaliação do desempenho para o sucesso de uma tarefa, a avaliação bem-sucedida do score total alcançado por cada participante no teste implica o sucesso de todas as tarefas com ponderações iguais nas competências propostas.

$$F(Ti) = \sum \frac{(VRi \cdot Pi)}{nVR}$$

Para o nosso caso em particular, o treino planeado foi configurado com o seguinte conjunto de métricas e respetivas percentagens que indicam o valor mínimo de sucesso: **cumprimento da velocidade: 75%**, **manutenção dentro da faixa de rodagem: 90%**, **paragem obrigatória STOP: 100%** e **redução de velocidade numa aproximação a cruzamento ou entroncamento: 100%**. As configurações das métricas de avaliação indicadas estão equiparadas aos critérios indicados no código de estrada para a avaliação da prova prática da aprendizagem de condução.

A Figura 5.41 apresenta dois gráficos relativos ao desempenho final dos participantes, onde o primeiro gráfico (1) demonstra que só 7 dos participantes

obtiveram com sucesso a validação pelos quatro conjuntos de tarefas consideradas, enquanto no segundo (2) é especificado que entre os participantes com sucesso, 6 já possuem carta de condução e só um não possui habilitações para conduzir.

Apesar do número reduzido de participantes bem-sucedidos, este resultado permite-nos afirmar que o plano de treino apresentado pode ser utilizado para verificar e validar as competências consideradas, porque cerca de 86% dos participantes que obtiveram sucesso já têm habilitações para conduzir.

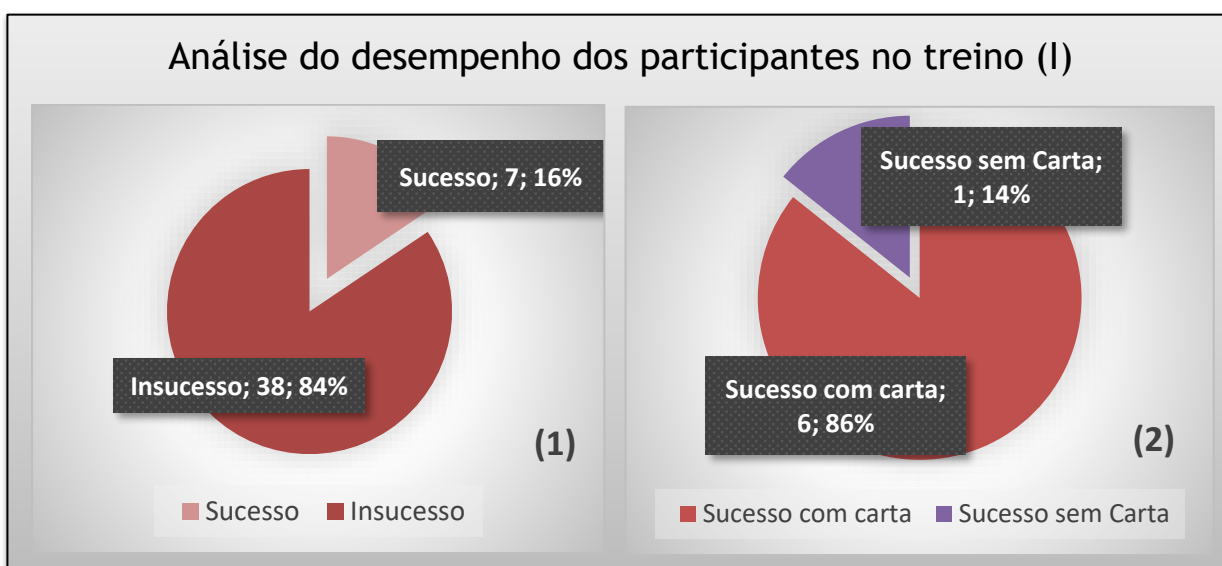


Figura 5.41 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho com quatro métricas (1) e a diferenciação entre participantes com sucesso com carta e sem carta (2)

Outra conclusão que retiramos desta análise é que somente sete participantes adquiriram as quatro competências incluídas no plano de treino, sendo que seis são do sexo masculino e um do sexo feminino, bem como 4 deles têm idade menor igual a 23 anos.

Foi considerado para esta análise os últimos dois trajetos do percurso relativos à avaliação, o sétimo e oitavo, porque os participantes já teriam realizado anteriormente seis percursos idênticos no traçado, mas com diferentes situações de trânsito e sinalização. Tendo em conta os resultados obtidos, consideramos que o reduzido de sucesso entre os participantes poderá estar relacionado com a questão da repetição sucessiva nos vários trajetos anteriores (T1, T2, T3 e T4) da imposição da velocidade máxima de circulação de 40 Km/h durante um segmento de cada trajeto. O cumprimento deste limite de velocidade representou uma enorme dificuldade para a maioria dos participantes, podendo mesmo ter desencadeado em muito deles algum

aborrecimento/ desmotivação nas sucessivas repetições levando-os provavelmente a uma menor atenção na realização dos últimos trajetos que é o foco da nossa análise.

Para verificarmos qual o impacto desta questão dos limites da velocidade, Figura 5.42, procedemos à eliminação da métrica relativa ao cumprimento da velocidade nos dois últimos trajetos e obtivemos uma duplicação dos resultados bem-sucedidos em relação ao primeiro cenário de configuração da avaliação.

Conforme é apresentado na Figura 5.42, o primeiro gráfico (1) apresenta um sucesso no desempenho com três métricas de cerca de 33%, enquanto aumentou para 15 o número de participantes com habilitações de condução, sendo anteriormente sete.

Outra possível razão para este desfasamento pode ser uma questão de habituação do participante ao veículo físico de condução e ao respetivo ambiente virtual da experiência de treino. Contudo, excluímos qualquer relação desta questão com os resultados obtidos no desempenho global do treino, porque todos os participantes seguiram o protocolo da experiência com a condução prévia no simulador sem quaisquer restrições temporais e cumprimento de sinalização de maneira a garantir uma habituação/adaptação aos vários componentes do veículo e do ambiente de simulação.

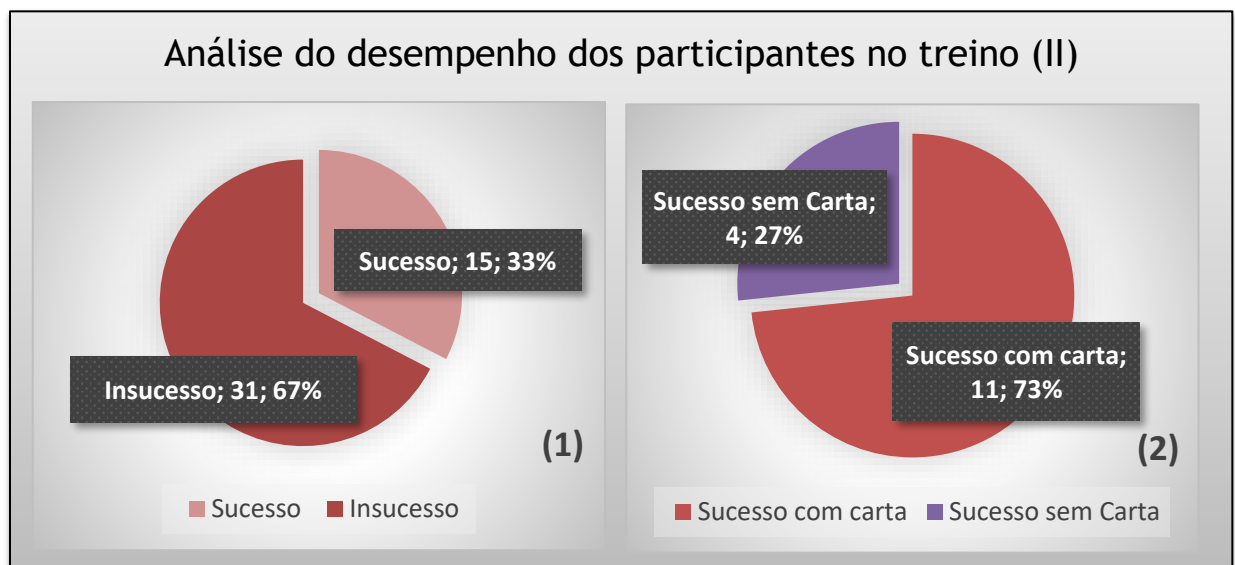


Figura 5.42 - Gráficos representativos do sucesso do desempenho com 3 métricas (1) e a diferenciação entre participantes com sucesso com carta e sem carta (2)

Outra análise realizada foi verificar os resultados à luz do método aplicado no desenho do treino: CRAW - WALK - RUN. Este método estabelece que sequencialmente e repetidamente seja realizado um conjunto de tarefas pelos participantes. Contudo

na presente análise ao desempenho na aquisição de competências, os resultados obtidos pela soma de cada uma das competências não foram muito significativos dado que só obtemos 7 participantes bem-sucedidos num total de 46. Podemos justificar este fraco desempenho global com alguma desmotivação/ desinteresse provocado pela mecânica de controlo de velocidade utilizada (limite de velocidade de 40 km/h) na realização repetida das tarefas. Na maioria dos participantes, verificou-se um decréscimo do sucesso nos dois trajetos finais. Contudo, pode-se verificar a melhoria do desempenho dos participantes quando excluída a competência da velocidade, passando para cerca de 33% dos participantes que se tornou bem-sucedidas.

No entanto, como obtivemos uma percentagem elevada (86%) de sucesso de participantes com carta de condução, podemos concluir é válido a utilização deste método de treino para o desenho do treino e validação das competências colocadas.

Após a apresentação da análise descritiva dos resultados individuais e globais das várias competências face ao sucesso ou insucesso na avaliação das mesmas, apresentamos resumidamente os resultados bem-sucedidos na tabela 5.10:

Tabela 5.10 - Resumo dos resultados bem-sucedidos das competências envolvidas no teste

	Velocidade	Controlo dentro da via	Sinalização STOP	Aproximação a cruzamentos e entrocamentos
<i>Com carta</i>	X	(31 - 100%) ✓	X	(21 - 68%) ✓
<i>Sem carta</i>	X	(10 - 67%) ✓	(12 - 80%) ✓	(10 - 67%) ✓
<i><=23 anos</i>	X	(21 - 81%) ✓	X	(18 - 69%) ✓

Na análise dos resultados bem-sucedidos, podemos concluir que nas competências da velocidade e sinalização STOP não podemos concluir qualquer questão relativa ao desenho do treino porque, como já foi explicado anteriormente, o simulador apresenta algumas limitações técnicas incontornáveis que prejudicaram a validação do plano de treino implementado. No entanto, na competência da sinalização STOP, apesar de verificarmos que houve uma percentagem significativa de bem-sucedidos entre os participantes sem carta, não houve uma correspondência com os participantes com carta que não foram bem-sucedidos. Podemos concluir que encontramos um provável padrão de comportamento dos condutores com carta que não param na sinalização STOP.

No que se refere às restantes duas competências, podemos verificar que houve sucesso no desenho do treino das mesmas porque no controlo dentro da via, onde destacamos os 100% de sucesso entre os participantes com carta, enquanto entre os participantes sem carta foram bem-sucedidos em percentagens superiores e iguais a 2/3 de participantes. A mesma dimensão de bem-sucedidos, 2/3 dos participantes, teve a competência de aproximação a cruzamentos e entroncamentos.

Por isso, os resultados obtidos demonstram que o desenho do treino implementado foi bem-sucedido apesar de apresentar algumas falhas relativas ao simulador que impossibilitou verificar um maior número de competências bem-sucedidas entre os participantes com carta.

Capítulo 6

Conclusões e trabalho futuro

6.1. Conclusões da investigação

Os jogos sérios têm emergido nos últimos anos como uma alternativa interessante para a aquisição, treino e certificação de competências porque podem oferecer uma experiência de aprendizagem mais significativa e envolvente. Tendo em atenção as suas regras características, simulação de comportamentos e o *feedback* das ações dos jogadores, os jogos proporcionam um ambiente favorável à aprendizagem onde os erros podem ocorrer sem o impacto penalizador de algumas situações da vida real. Adicionalmente, os jogadores/ formandos obtêm *feedback* instantâneo das suas ações, promovendo maior dinamismo ao processo.

Contudo, para a utilização dos jogos sérios na validação e certificação do treino é necessário que estes sejam desenhados e implementados com uma metodologia apropriada, ou mesmo, específica porque o elemento da jogabilidade apresenta-se como essencial na obtenção de uma progressão eficaz e bem-sucedida da aprendizagem.

O ponto de partida deste trabalho de investigação foi a procura de respostas válidas para a seguinte questão: será possível basearmo-nos na avaliação dos resultados obtidos pelo jogador e na sua interação com o jogo para certificar as competências adquiridas? Através da revisão da literatura realizada foi possível validar a pertinência da questão, bem como estabelecer o foco do trabalho de investigação na possibilidade

de integrar o processo de avaliação e consequente certificação de conhecimentos e competências no contexto da aprendizagem baseada em jogos, segundo normas específicas que descrevem e sistematizam a medição do desempenho do aluno.

As quatro questões de investigação definidas encontram as respetivamente respostas com a estruturação do Método de Certificação Triádica e respetivas ferramentas criadas.

Um dos contributos deste trabalho de investigação é a matriz de correlação entre competências e taxonomia de jogos (Q11 - *existência de relação entre géneros de jogos e o treino de competências específicas*) que torna possível identificar um conjunto de mecânicas de jogos, associado aos géneros de jogos, que ajudarão o *game designer* a construir jogos específicos e capazes de proporcionar experiências de aprendizagem eficazes. Os resultados obtidos do estudo de 116 jogos sérios mostram que pode ser aplicado como um referencial para diferentes contextos de formação ou áreas de domínio. Pode também ser útil para compreender experiências anteriores e daí extrair sugestões ou boas práticas para serem replicadas no desenvolvimento de novos jogos sérios.

Para responder à Q12 (*Identificação de aspetos específicos do design de jogo sérios que favorecem a avaliação da aprendizagem e treino do jogador baseadas em referenciais de competências*), foi fundamental identificar um referencial de competências abrangentes cujas categorias contemplassem três elementos fundamentais: tipificação (*hard* e *soft*), enquadramento com as competências necessárias para o século XXI e, por último, os resultados do desempenho possam ser medidos em diferentes cenários de treino e aprendizagem.

A escolha da matriz dos fatores educacionais de sucesso teve impacto nas respostas obtidas nas questões Q11 e Q13 (*possibilidade de identificar um método para a certificação de competências utilizando SG a partir do game design*), onde no caso da questão Q13 tornou-se numa das ferramentas do método desenvolvido. A associação de uma matriz de competências ao desenho de jogos sérios trouxe o contexto específico dos cenários de treino (tarefas e as escalas de medição do desempenho), onde os cenários indicados pelo professor/instrutor/treinador para o designer já esboçam as mecânicas de jogo ajustadas à aquisição das competências desejadas.

Para alcançar o desejável com o trabalho de investigação, medir o desempenho como um todo e através do jogo sério (Q13), a resposta foi a definição do Método de Certificação Triádica onde através de quatro passos, os resultados permitem, quer individualmente quer em conjunto, a quantificação do desempenho do jogador com base na matriz de competências.

O sucesso desta prova de conceito é definido pelos resultados de desempenho do jogador em diferentes trajetos ou cenários de treino obtidos, cujo teste realizado pelos participantes no caso de estudo atesta que o desenho do treino nos jogos é válido para a aquisição de competência, bem como a validação da aquisição de competências baseia-se nos resultados obtidos através do jogo.

O método desenvolvido tem uma componente: o Modelo de Certificação triádica que convencionou o desenho de JS para a aquisição de competências a partir do equilíbrio entre as suas três componentes: aptidões e competências identificadas (competências básicas), as mecânicas e desafios/ações baseados no género de jogo (mecânicas) e os níveis de treino (realidade). Desta maneira, conseguimos mostrar graficamente a construção do equilíbrio entre os três eixos: as competências básicas, as mecânicas e a realidade, descrevendo a progressão da aquisição de uma competência ao longo dos vários níveis de treino e com que mecânicas.

Este princípio mantém cada um dos intervenientes do processo de treino e avaliação/certificação de competências totalmente independentes, contudo permite funcionar como uma ferramenta de comunicação entre os mesmos (treinador, designer e certificador) para que possam cumprir os seus papéis.

Por último, temos a questão da integração das métricas de aprendizagem (QI4 - *como integrar as métricas de aprendizagem num sistema de avaliação in-game para medir o desempenho*) cuja implementação permite a avaliação dos conhecimentos e das competências adquiridas durante a aprendizagem. Nesta questão, a implementação da validação de desempenho baseou-se no Score cuja fórmula associa o conjunto de atividades bem-sucedidas dentro de um plano de treino. A conjugação destas métricas relacionadas com os resultados esperados valida ou não o sucesso do treino realizado. A aplicação de uma única métrica de avaliação de desempenho pode significar que a validação da aquisição de competências não seja fina o suficiente para garantir o sucesso da aprendizagem quando cruzada ou calculada através de média ponderada com outras métricas de avaliação do desempenho como por exemplo: agilidade, atenção, cooperação ou precisão.

Com o presente trabalho de investigação, consideramos que há decisivamente uma aquisição de conhecimentos e experiências com os JS através da aplicação do Método de Certificação Triádica no desenvolvimento do jogo sério, porque conseguimos demonstrar com os resultados obtidos que é possível basearmo-nos na avaliação dos resultados obtidos pelo jogador e na sua interação com o jogo para certificar as competências adquiridas no treino. Com este método, há a oportunidade de evitar os métodos mais tradicionais de validação de conhecimentos e competências adquiridas

(inquéritos e observações) e assegurar o sucesso da avaliação e certificação da aprendizagem realizada.

6.2. Trabalho Futuro

O trabalho de investigação desenvolvido permite alavancar outros trabalhos futuros que em primeiro lugar passará pela integração e aplicação deste método em várias áreas de treino específicas, tais como: certificação de práticas no ensino da medicina ou enfermagem e certificação de guias turísticos em regiões urbanas.

Outra oportunidade é aprofundar a colaboração com o projeto europeu BEACONING (*Breaking Educational Barriers with Contextualised, Pervasive and Gameful Learning*) no âmbito do H2020 para a adaptação do método de certificação triádica em outros tipos de aprendizagem mais formais, bem como prosseguir com o trabalho já iniciado no Projeto ICARUS do quadro comunitário FP7 relativo ao treino de operadores de veículos não-tripulados marítimos e aéreos em situações catástrofes naturais, com a utilização de um simulador de treino de veículos não tripulados marítimos e aéreos.

Apesar do grande potencial identificado em cada uma das integrações, há ainda um caminho a percorrer no que diz respeito à criação de *standard* para a parametrização das métricas de aprendizagem e correspondentes dados para os contextos de treino, tornando menos problemático o desenvolvimento do acoplamento ao módulo de avaliação.

Outro trabalho futuro será a incorporação de outras métricas de aprendizagem no módulo de avaliação, para aperfeiçoar o resultado da fórmula de sucesso na aquisição de competências, permitindo uma verificação mais fina quer individualmente quer em conjunto, das competências definidas. A ambição será a criação de um motor de *Learning Analytics* para o treino de competências.

Por último, para manter o Método de Certificação Triádica numa ferramenta relevante na área dos jogos sérios é prosseguir com a atualização do estudo de correlação da taxonomia de jogos com a matriz de competências, com novas entradas de jogos sérios. Desta forma, podemos aperfeiçoar a identificação do melhor género de jogo para alcançar os resultados esperados de aprendizagem, melhorando a eficácia no treino de uma competência específica e desta forma ser reutilizado no mesmo contexto.

Referências

- Abt, C. C. (1970). Serious games.
- Adams, E., & Dormans, J. (2012). *Game mechanics: advanced game design*. New Riders.
- Adams, E., & Rollings, A. (2006). Fundamentals of Game Design.
- Allen, L., Seeney, M., Boyle, L., & Hancock, F. (2009). The implementation of team based assessment in serious games. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009. VS-GAMES'09. Conference in* (pp. 28-35).
- Alonso-Fernandez, C., Calvo, A., Freire, M., Martinez-Ortiz, I., & Fernandez-Manjon, B. (2017). Systematizing game learning analytics for serious games. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE* (pp. 1111-1118).
- Apperley, T. H. (2006). Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres. *Simulation & Gaming*, 37(1), 6-23.
- Apple, D. K., & Baehr, M. (2005). Assessment methodology. *Faculty Guidebook: A Comprehensive Tool for Improving Faculty Performance*.
- Army, U. S. (2002). Field Manual 7-0, Training the Force. *Headquarters Department of the Army: Washington, DC*.
- Association, E. S. (2011). Essential Facts about the Computer and Video Game Industry 2011.
- Association, E. S., & others. (2010). Essential facts about the video game industry. 2008. Retrieved June, 21, 2010.
- Aswathappa, K. (2005). *Human resource and personnel management*. Tata McGraw-Hill Education.
- Aswathappa, K., Atif, A., Richards, D., Bilgin, A., Marrone, M., others, ... Nyberg, A. (2015). The value of certification. *ICERI2013 Proceedings*, 22(2), 34. Retrieved from <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0009-5-40350>
- Atif, A., Richards, D., Bilgin, A., Marrone, M., & others. (n.d.). Learning analytics in higher education: a summary of tools and approaches.

- Avedon, E. M., & Sutton-Smith, B. (1971). *The study of games*. John Wiley & Sons.
- Azadegan, A., Riedel, J. C. K. H., & Baalsrud Hauge, J. (2012). Serious Games Development and Applications: Third International Conference, SGDA 2012, Bremen, Germany, September 26-29, 2012. Proceedings. In M. Ma, M. F. Oliveira, J. B. Hauge, H. Duin, & K.-D. Thoben (Eds.), (pp. 74-85). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-642-33687-4_6
- Babić, V., & Slavković, M. (2011). Soft and Hard Skills Development: A Current Situation in Serbian Companies.
- Baker, E. L., & Mayer, R. E. (1999). Computer-based assessment of problem solving. *Computers in Human Behavior*, 15(3), 269-282.
- Baptista, R. (2014). Preliminary Survey about the correlation matrix between Competences/ Game Genre in Serious Games.
- Baptista, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. (2013). Methodology for In-Game Certification in Serious Games. In *EDULEARN13 Proceedings* (pp. 3152-3162). IATED.
- Baptista, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. V. (2015). Relationship Between Game Categories and Skills Development: Contributions for Serious Game Design. In *ECGBL2015-9th European Conference on Games Based Learning: ECGBL2015* (p. 34).
- Baptista, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. V. (2016). Relation Between Game Genres and Competences for In-Game Certification. In *Serious Games, Interaction, and Simulation* (pp. 28-35). Springer.
- Baptista, R., Gonçalves, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. (2013). Methodology for Creating a Competences Certification Correlation Matrix. In *ICERI2013 Proceedings* (pp. 2522-2532). IATED.
- Baptista, R., Nóbrega, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. (2015). Location-Based Tourism In-Game Certification. In *INTED2015 Proceedings* (pp. 3602-3610). IATED.
- Bateman, C., & Boon, R. (2005). *21st Century Game Design (Game Development Series)*. Charles River Media, Inc.
- Batista, R., & de Carvalho, C. (2008). Work in progress - learning through role play games. In *Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual* (p. T3C-7-T3C-8). <http://doi.org/10.1109/FIE.2008.4720599>
- Becker, K. (2005). How are games educational? Learning theories embodied in games.
- Bell, B. S., & Kozłowski, S. W. (2007). Advances in technology-based 3 training. *Managing Human Resources in North America: Current Issues and Perspectives*, 27-41.

- Bengtsson, M., Wilson, T. L., Zackariasson, P., & Wilson, T. L. (2010). Paradigm shifts in the video game industry. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 20(2), 139-151.
- Benner, P. E. (2001). *From novice to expert: Excellence and power in clinical nursing practice*. Pearson.
- Bergeron, B. (2006). Developing serious games (game development series).
- Berry, B. D. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants, Part II: Do They Really Think Differently? By Marc Prensky From On the Horizon (NCB University Press, Vol. 6, No. 9, December 2001).
- Bertoldo, J. V., & others. (2000). Jogar e brincar--Representando papéis, a criança constrói conhecimento. *Revista Do Professor, Porto Alegre, RS*, 16(61), 10-12.
- Blacker, D., & Endicott, J. (2002). Psychometric properties: concepts of reliability and validity. *Handbook of Psychiatric Measures. Washington: American Psychiatric Association*, 7-14.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Hill, H. H., Furst, E. J., & Krathwhol, D. R. (1956). Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain. David McKay Company. Inc, New York.
- Bomtempo, E. (1999). Brinquedo e educação: na escola e no lar. *Psicologia Escolar E Educacional*, 3(1), 61-69.
- Boyan, A., & Sherry, J. L. (2011). The challenge in creating games for education: Aligning mental models with game models. *Child Development Perspectives*, 5(2), 82-87.
- Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager: A model for effective performance*. John Wiley & Sons.
- Bransford, J. D., Sherwood, R. D., Hasselbring, T. S., Kinzer, C. K., & Williams, S. M. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology*, 115-141.
- Breuer, J. S., & Bente, G. (2010). Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4(1), 7-24.
- Briggs, L. A., Brown, H., Kesten, K., & Heath, J. (2006). Certification a benchmark for critical care nursing excellence. *Critical Care Nurse*, 26(6), 47-53.
- Brown, M. (2012). Learning analytics: moving from concept to practice. *Educause Learning Initiative*, 1-5.
- Brunken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53-61.

- Byrne, M., Valentine, W., & Carter, S. (2004). The Value of Certification—A Research Journey. *AORN Journal*, 79(4), 825-835. [http://doi.org/10.1016/S0001-2092\(06\)60823-5](http://doi.org/10.1016/S0001-2092(06)60823-5)
- Cadin, L., & Guérin, F. (2006). What Can We Learn from the Video Games Industry? *European Management Journal*, 24(4), 248-255. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2006.05.001>
- Caillois, R. (1955). The structure and classification of games. *Diogenes*, 12, 62-75.
- Camerer, C. (2003). *Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction*. Princeton University Press.
- Campbell, J. J., Dunnette, M. D., Lawler, E. E., & Weick, K. E. (1970). Managerial behavior, performance, and effectiveness.
- Campbell, J. P., deBlois, P. B., & Oblinger, D. G. (n.d.). Academic Analytics: A New Tool for A New Era, *EDUCAUSE Review*, July/August 2007.
- Campbell, J. P., Oblinger, D. G., & others. (2007). Academic analytics. *EDUCAUSE Review*, 42(4), 40-57.
- Campos, C., Leitão, J., Resende, A., & Rodrigues, C. (2007). Instrumentação de Veículo Real para Simulação de Condução. In *Engenharias' 07 - Inovação e Desenvolvimento -ISBN:978-989-654-000-5* (Vol. 2, pp. 30-34).
- Campos, C., Leitão, J., & Rodrigues, C. (2007). Modelação de ambientes rodoviários de grandes dimensões. *15º Encontro Português de Computação Gráfica, Portugal*.
- Cannon-Bowers, J. A., & Bowers, C. (2009). Synthetic learning environments: On developing a science of simulation, games, and virtual worlds for training. *Learning, Training, and Development in Organizations*, 229-261.
- Charsky, D. (2010). From edutainment to serious games: A change in the use of game characteristics. *Games and Culture*.
- Chatti, A. M., Lukarov, V., Thüs, H., Muslim, A., Yousef, F. A. M., Wahid, U., ... Schroeder, U. (2014). Learning Analytics: Challenges and Future Research Directions. *Elead*, 10(1). Retrieved from <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0009-5-40350>
- Chen, S., & Michael, D. (2005). Proof of learning: Assessment in serious games. Retrieved October, 17, 2008.
- Chyung, S. Y., Stepich, D., & Cox, D. (2006). Building a competency-based curriculum architecture to educate 21st-century business practitioners. *Journal of Education for Business*, 81(6), 307-314.
- Claudio, I., Carmo, M. B., & Gaspar, A. (2014). In2tunnel—terapia de exposicao para fobia de atravessar tuneis. *Encontro Portugues de Computacao Grafica*, 33-40.

- Clow, D. (2012). The learning analytics cycle: closing the loop effectively. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '12* (p. 134). New York, New York, USA: ACM Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2330601.2330636>
- Coles, M. (2007). Qualifications Frameworks in Europe: platforms for qualifications, integration and reform. Brussels: EU, Education and Culture DG.
- Connolly, T., Boyle, L., & Stansfield, M. (2009). *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*. IGI Global.
- Conole, G. (2004). Assessment as a catalyst for innovation. In *QAA aeries of workshops on assessment*.
- Conole, G., & Warburton, B. (2005). A review of computer-assisted assessment. *Research in Learning Technology*, 13(1).
- Consortium, N. M., Initiative, E. L., Consortium, N. M., Initiative, E. L., & others. (2007). The horizon report. Retrieved March, 20, 2007.
- Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. *Informe de PixelLearning*, 34(6), 1-20.
- Council, A. Q. F., & others. (2013). Australian qualifications framework.
- Crawford, C. (1984). The art of computer game design.
- Crawford, C. (2003). *Chris Crawford on game design*. New Riders.
- Curran, S., & McCarthy, D. (2005). *The Complete Guide to Game Development, Art and Design*. Ilex.
- Davidshofer, K. R., & Murphy, C. O. (2005). Psychological testing: principles and applications. *Pearson/Prentice-Upper Saddle River, NJ*.
- Davis, H. J. (1996). Developing Air Force Information Warfare Operational Doctrine: The Crawl-Walk-Run Approach. *Maxwell AFB, Air War College*.
- de Freitas, S. (2008). Emerging trends in serious games and virtual worlds. *Emerging Technologies for Learning*, 3.
- De Freitas, S. I. (2006). Using games and simulations for supporting learning. *Learning, Media and Technology*, 31(4), 343-358.
- de Freitas, S., & Jarvis, S. (2006). A framework for developing serious games to meet learner needs. In *Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference. Florida. December*.
- De Freitas, S., & Jarvis, S. (2007). Serious games-engaging training solutions: A research and development project for supporting training needs. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 523.

- De Freitas, S., & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & Education*, 46(3), 249-264.
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627.
- Derryberry, A. (2007). Serious Games: Online Games for Learning.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification.” In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Directive, E. C. (2008). Recommendation of European Parliament and of the Council of 23 April 2008 on the establishment of the European Qualifications Framework for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*, 111, 1-4.
- Dodig-Crnkovic, G., & Larsson, T. (2005). Game ethics-Homo Ludens as a computer game designer and consumer. *International Review of Information Ethics*, 4(12), 19-23.
- Dreyfus, H. L., Dreyfus, S. E., & Zadeh, L. (1987). Mind over machine: The power of human intuition and expertise in the era of the computer. *IEEE Expert*, 2(2), 110-111.
- Durães, N. F. N. (2016). O efeito do Álcool na condução em diferentes fases da Alcoolemia.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2005). *Beyond edutainment: Exploring the educational potential of computer games*. Lulu. com.
- Eichinger, R. W., & Lombardo, M. M. (2006). Education competency wheel. Retrieved September 3, 2006, 2006.
- Engström, I., Gregersen, N. P., Hernetkoski, K., Keskinen, E., & Nyberg, A. (2003). Young novice drivers, driver education and training. *Literature Review. VTI Report A*, 491.
- Eskelinen, M. (2001). The Gaming Situation. *Game Studies*, 1(1), 1-10. Retrieved from <http://www.gamestudies.org/0101/eskelinen/>
- Facer, K., Ulicsak, M., & Sandford, R. (2007). Can computer games go to school. *Emerging Technologies for Learning*, 2, 47-63.
- Ferrari, A. (2012). Digital Competence in practice: An analysis of frameworks. *Sevilla: JRC IPTS*.(DOI: 10.2791/82116).

- Figueiredo Filho, D. B., & Junior, J. A. S. (2010). Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje-ISSN: 0104-7094*, 18(1).
- Flarey, D. L. (2000). Is Certification the Current Gold Standard?. *JONA'S Healthcare Law, Ethics and Regulation*, 2(2), 43--hyhen.
- Fletcher, G. H. (2010). Building a Better CTO: CoSN Creates a New Framework of Skills That Draws a Greater Range of Responsibility for the 21st Century Technology Leader. *THE Journal (Technological Horizons In Education)*, 37(1), 17.
- Flippo, E. B. (1992). Personal management. *Tata Mcgraw Hill, New York*.
- Fogg, C. D. (1999). *Implementing your strategic plan: How to turn“ intent” into effective action for sustainable change*. AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Foreman, J. (2004). Game-Based Learning: How to Delight and Instruct in The 21st Century. *Educause Review*, 39(5).
- Fr'rté, C. (2002). Le potentiel du jeu vidéo pour l'éducation. *Unpublished Master Thesis, University of Geneva, Geneva*.
- Fyfe, W., & Johnson, R. (2005). Unmanned tactical air-ground systems family of unmanned systems experiment. In *Robot and Human Interactive Communication, 2005. ROMAN 2005. IEEE International Workshop on* (pp. 103-108).
- Gallacher, S. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. *International Journal of Advertising*, 30(5), 916-917.
- Garman, A. N., & Johnson, M. P. (2006). Leadership competencies: An introduction. *Journal of Healthcare Management*, 51(1), 13.
- Gaudiosi, J. (2001). New Systems Give Games New Life. *Video Store*, 25 Nov.-1 Dec, 23(48), 8.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 20.
- Glaser, R., Chudowsky, N., Pellegrino, J. W., & others. (2001). *Knowing What Students Know:: The Science and Design of Educational Assessment*. National Academies Press.
- Goncalves, R., Baptista, R., Coelho, A., Matos, A., de Carvalho, C. V., Bedkowski, J., ... Majek, K. (2014). A game for robot operation training in search and rescue missions. In *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2014 11th International Conference on* (pp. 262-267).
- Govaerts, M. J. B. (2008). Educational competencies or education for professional competence? *Medical Education*, 42(3), 234-236.
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. M. E. (2014). The benefits of playing video games.

- American Psychologist*, 69(1), 66.
- Graser, M. (2000). Triumph of the Tech Toys: DVD, videogames and other gadgets open outlets for H'wood product'. *Variety*, 377(10), 31.
- Graves, L., Stratton, G., Ridgers, N. D., & Cable, N. T. (2008). Energy expenditure in adolescents playing new generation computer games. *British Journal of Sports Medicine*, 42(7), 592-594.
- Griffiths, M. (2003). The therapeutic use of videogames in childhood and adolescence. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 8(4), 547-554.
- Grimaila, M. R., Mills, R. F., Haas, M., & Kelly, D. (2010). *Mission assurance: issues and challenges*.
- Gunter, G. A., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2008). Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6), 511-537.
- Hamari, J. (2013). Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(4), 236-245.
- Harteveld, C. (2011). *Triadic game design: Balancing reality, meaning and play*. Springer Science & Business Media.
- Harteveld, C., Guimarães, R., Mayer, I. S., & Bidarra, R. (2009). Balancing play, meaning and reality: The design philosophy of LEVEE PATROLLER. *Simulation & Gaming*.
- Herger, M. (2012). Gamification Facts & Figures. *Enterprise-Gamification.com*. [Online]. Available: [Http://enterprise-gamification.com/index.php/facts](http://enterprise-gamification.com/index.php/facts).
- Hernetkoski, K., & Keskinen, E. (2003). Used methods and incentives to influence young drivers attitudes and behaviour. Inger I Engström, I., Gregersen, NP, Hernetkoski, K., Keskinen, E. & Nyberg, A. *Young Novice Drivers, Driver Education and Training. Literature Review. VTI Rapport A, 491*.
- Hine, P. (2011). UNESCO ICT competency frame work for teachers. *Paris: United Nations Educational*.
- Huizinga, J., & Hull, R. F. C. (1949). *Homo ludens. A study of the play-element in culture*. [Translated by RFC Hull.]. Routledge & Kegan Paul.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (Vol. 4, p. 1).
- Hunt, S. T. (2007). *Hiring success: the art and science of staffing assessment and*

- employee selection*. John Wiley & Sons.
- ISO/IEC. (2012). ISO/IEC 17024 Standard - Conformity assessment – General requirements for bodies operating certification of persons.
- Jacob, Â. M. G., & others. (2012). Análise de manobras de ultrapassagem em ambiente virtual.
- Jacob, A., & Rodrigues, C. (2008). Estudo das Manobras de Ultrapassagem em Ambiente Real e Virtual: Trajectória do Veículo Ultrapassante.
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (n.d.). *The unified software development process* (Vol. 1).
- James, R. F., & James, M. L. (2004). Teaching career and technical skills in a “mini” business world. In *Business Education Forum* (Vol. 59, pp. 39-41).
- Järvinen, A. (2008). *Games without frontiers: Theories and methods for game studies and design*. Tampere University Press.
- Jenkins, H. (2005). Games, the new lively art. *Handbook of Computer Game Studies*, 175-189.
- Juul, J. (2001). The repeatedly lost art of studying games. *Game Studies*, 1(1).
- Kaplow, R. (2011). The value of certification. *AACN Advanced Critical Care*, 22(1), 25-32.
- Keskinen, E., Peräaho, M. (2009). Problems and methods in driver education from the point of learning. *4th Japanese-Nordic Symposium of Traffic Psychology*. Okinawa, Japan: University of Ryukyus.
- Keskinen, E. (2007). What is GDE all about and what it is not. In *Henriksson W., Stenlund T., Sundström A., Wiberg M. 2007, Proceedings from the conference: The GDE-Model as a guide in driver training and testing, Umea* (pp. 3-13).
- Keys, B., & Wolfe, J. (1990). The role of management games and simulations in education and research. *Journal of Management*, 16(2), 307-336.
- Kiili, K. (2005). Content creation challenges and flow experience in educational games: The IT-Emperor case. *The Internet and Higher Education*, 8(3), 183-198.
- Kiili, K. (2005). *On educational game design: Building blocks of flow experience*.
- Kiili, K. (2006). Evaluations of an experiential gaming model. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 2(2), 187-201.
- Kirkpatrick, D. (1994). *Evaluating Training Programs-The Four Levels*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- Kirkpatrick, D. (1996). Great ideas revisited. *Training and Development*, 50(1), 54-59.
- Kishimoto, T. M. (1994). O jogo e a educação infantil. *Perspectiva*, 12(22), 105-128.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and*

- development*. FT press.
- Krishnamurti, R. (2006). Explicit design space? *AI EDAM-Artificial Intelligence Engineering Design Analysis and Manufacturing*, 20(2), 95-104.
- Kulkarni, P. P. (2013). A literature review on training & development and quality of work life. *Researchers World*, 4(2), 136.
- Laker, D. R., & Powell, J. L. (2011). The differences between hard and soft skills and their relative impact on training transfer. *Human Resource Development Quarterly*, 22(1), 111-122. <http://doi.org/10.1002/hrdq.20063>
- Laurillard, D. (1998). Multimedia and the learner's experience of narrative. *Computers & Education*, 31(2), 229-242.
- Laurillard, D. (2013). *Rethinking university teaching: A conversational framework for the effective use of learning technologies*. Routledge.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- Le Deist, F. D., & Winterton, J. (2005). What is competence? *Human Resource Development International*, 8(1), 27-46.
- LeBlanc, M. (2005). Game design and tuning workshop. In *Workshop presented at FuturePlay 2005 International Academic Conference on the Future of Game Design and Technology, East Lansing, MI*.
- Lei, H. (2011). Hard Skills vs. Soft Skills-Difference and Importance, View 18 October 2012.
- Leitão, J. M., Coelho, A., & Ferreira, F. N. (1997). DriS-A Virtual Driving Simulator. In *Proceedings of the Second International Seminar on the Human Factors in Road Traffic*.
- Lepper, M. R., Greene, D., & Nisbett, R. E. (1973). Undermining children's intrinsic interest with extrinsic reward: A test of the "overjustification" hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28(1), 129.
- Lias, T. E., & Elias, T. (2011). Learning Analytics: The Definitions, the Processes, and the Potential.
- Lieberman, D. A. (2013). Effects on Knowledge, Self-Efficacy, Social Support. *Health Promotion and Interactive Technology: Theoretical Applications and Future Directions*, 103.
- Lindsay, G. (2005). Game Type and Game Genre.
- List, J. M. E. T. (2002). Development Handbook. *Chairman of the Joint Chief of Staff*.
- Lombardo, M. M., & Eichinger, R. W. (2005). *The leadership machine*. Lominger.
- Malliarakis, C., Satratzemi, M., & Xinogalos, S. (2014). Designing educational games

- for computer programming: A holistic framework. *Electronic Journal of E-Learning*, 12(3).
- Malone, T. (1982). *What makes computer games fun?* (Vol. 13). ACM.
- Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction*. *Cognitive Science*, 5(4), 333-369.
- Manser, M. H., & McGauran, F. (1991). *Oxford Learner's Pocket Dictionary*. Oxford University Press.
- Mayhew, D. R., Simpson, H. M., Singhal, D., & Desmond, K. (2006). Reducing the crash risk for young drivers.
- Melo, P., Lobo, A., Couto, A., & Rodrigues, C. (2012). Road cross-section width and free-flow speed on two-lane rural highways. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2301), 28-35.
- Messick, S. (1994). The interplay of evidence and consequences in the validation of performance assessments. *Educational Researcher*, 23(2), 13-23.
- Michael, A. (2006). *A handbook of human resource management practice*. London and Sterling VA.
- Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious games: games that educate, train, and inform*. Thomson Course Technology. Boston, MA.
- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- Microsoft. (n.d.). Visual Studio 2010. Retrieved September 26, 2016, from [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd831853\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd831853(v=vs.100).aspx)
- Microsoft. (2006a). Education Competency Wheel.
- Microsoft. (2006b). Professional Leadership Education Competency Wheel.
- Miranda, S. de. (2001). *Do fascínio do jogo à alegria do aprender nas séries iniciais*. São Paulo: Papiries.
- Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., & Almond, R. G. (2003). Focus article: On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 1(1), 3-62.
- Mohamed, H., & Jaafar, A. (2010). Development and potential analysis of heuristic evaluation for educational computer game (PHEG). In *Computer Sciences and Convergence Information Technology (ICCIT), 2010 5th International Conference on* (pp. 222-227).
- Moizer, J., & Lean, J. (2010). Toward endemic deployment of educational simulation games: A review of progress and future recommendations. *Simulation & Gaming*, 41(1), 116-131.

- Munro, I., & Mavin, T. J. (2012). Crawl-walk-run. In *Proceedings of the 10th international symposium of the Australian Aviation Psychology Association. Sydney, Australia: AAvPA.*
- Muratet, M., Torguet, P., Jessel, J.-P., & Viallet, F. (2009). Towards a Serious Game to Help Students Learn Computer Programming. *Int. J. Comput. Games Technol.*, 2009, 3:1--3:12. <http://doi.org/10.1155/2009/470590>
- Murthy, S. (2011). Academagical Framework for Effective University Education - Promoting Millennial Centric Learning in Global Knowledge Society. In *Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Technology for Education* (pp. 289-290). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. <http://doi.org/10.1109/T4E.2011.59>
- Myers, A. H. (2002). Teaching history in the backyard. *The History Teacher*, 35(4), 455-464.
- Myers, D., & others. (1990). Computer games genres. *Play & Culture*, 3(4), 286-301.
- Nacke, L. E., Drachen, A., & Göbel, S. (2010). Methods for evaluating gameplay experience in a serious gaming context. *International Journal of Computer Science in Sport*, 9(2), 1-12.
- Naveda, J. F., & Seidman, S. B. (2005). Professional certification of software engineers: the CSDP program. *IEEE Software*, 22(5), 73-77. <http://doi.org/10.1109/MS.2005.132>
- O'Neil, H. F., Wainess, R., & Baker, E. L. (2005). Classification of learning outcomes: Evidence from the computer games literature. *The Curriculum Journal*, 16(4), 455-474.
- Oblinger, D. (2006). Simulations, games, and learning. *ELI White Paper.*
- Omar, H. M., & Jaafar, A. (2010). Challenges in the evaluation of educational computer games. In *Information Technology (ITSim), 2010 International Symposium in* (Vol. 1, pp. 1-6).
- Parlett, D. S. (1999). *The Oxford history of board games.* book, Oxford University Press, USA.
- Patrick, B. C., Hisley, J., & Kempler, T. (2000). "What's everybody so excited about?": The effects of teacher enthusiasm on student intrinsic motivation and vitality. *The Journal of Experimental Education*, 68(3), 217-236.
- Peräaho, M., Keskinen, E., & Hatakka, M. (2003a). Driver Competence in a Hierarchical Perspective ; Implications for Driver Education. *Report to Swedish Road*, 1-51. Retrieved from http://nmcu.org/files/GDE_Matrix_2003.pdf
- Peräaho, M., Keskinen, E., & Hatakka, M. (2003b). Driver Competence in a Hierarchical

- Perspective ; Implications for Driver Education. *Report to Swedish Road*, 1-51.
- Pereira, M., Simões, A., Rodrigues, C., Leitão, J., Campos, C., & Bruyas, M. (2008). Aging and Fitness to Drive: Impacts of in-vehicle information and communication systems.
- Pereira, M., Simões, A., Rodrigues, C., Leitão, J., Campos, C., & Bruyas, M. (2008). Sistemas de Informação e Comunicação Embarcados e Comportamento do Condutor: um estudo prático.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2003). Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS.
- Picot, E. (2009). Play on Meaning. *Computer Games as Art*.
- Pinelle, D., Wong, N., & Stach, T. (2008). Using genres to customize usability evaluations of video games. In *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share* (pp. 129-136).
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garc'ia, T., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801-813.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*. <http://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21.
- Queiroz, T. D., & Martins, J. L. (2002). Pedagogia lúdica: jogos e brincadeiras de A a Z. São Paulo: Rideel.
- Quellmalz, E. S., Timms, M. J., & Schneider, S. A. (2009). Assessment of student learning in science simulations and games.
- Quinn, C. N. (1994). Designing educational computer games. In *Proceedings of the IFIP TC3/WG3. 2 Working Conference on the Seign, Implementation and Evaluation of Interactive Multimedia in University Settings: Designing for Change in Teaching and Learning* (pp. 45-57).
- Rainsbury, E., Hodges, D. L., Burchell, N., & Lay, M. C. (2002). Ranking workplace competencies: Student and graduate perceptions.
- Raposa, J. (2003). Biofeedback in educational entertainment. *Unpublished Master Thesis, Domus Academy, Milano*.
- Ratan, R., & Ritterfeld, U. (2009). Classifying serious games. *Serious Games: Mechanisms and Effects*, 10-24.
- Raybould, J., & Sheedy, V. (2005). Are graduates equipped with the right skills in the employability stakes? *Industrial and Commercial Training*, 37(5), 259-263.

- Redkar, S. (2012). Teaching advanced vehicle dynamics using a project based learning (PBL) approach. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3), 17.
- Richardson, R. J., Peres, J. A., & others. (1985). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. Atlas São Paulo.
- Rieber, L. P., Smith, L., & Noah, D. (1998). The value of serious play. *Educational Technology-Saddle Book NJ-*, 38, 29-36.
- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*.
- Rogers, W. M., Schmitt, N., & Mullins, M. E. (2002). Correction for unreliability of multifactor measures: Comparison of alpha and parallel forms approaches. *Organizational Research Methods*, 5(2), 184-199.
- Roodt, S., & Joubert, P. (2009). Evaluating Serious Games in Higher Education: A Theory-based Evaluation of IBMs Innov8. In *Proceedings of the 3rd European Conference on Games Based Learning* (pp. 332-339).
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- Santos, J., Merat, N., Mouta, S., Brookhuis, K., & De Waard, D. (2005). The interaction between driving and in-vehicle information systems: Comparison of results from laboratory, simulator and real-world studies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8(2), 135-146.
- Sawyer, B., & Smith, P. (2008). Serious Games Taxonomy. *Health San Francisco*, 1-54. Retrieved from <http://www.dmill.com/presentations/serious-games-taxonomy-2008.pdf>
- Scacchi, W., Nideffer, R., & Adams, J. (2008). Collaborative game environments for informal science education: DinoQuest and DinoQuest Online. In *Collaborative Technologies and Systems, 2008. CTS 2008. International Symposium on* (pp. 229-236).
- Schell, J. (2014). *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC Press.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action* (Vol. 5126). Basic books.
- Schön, D. A. (1991). *The reflective turn: Case studies in and on educational practice*. Teachers College Press New York.
- Schuytema, P. (2007). *Game Design: A Practical Approach*. Charles River Media.
- Sellers, M. (2006). Designing the experience of interactive play. *Playing Video Games: Motives, Responses, and Consequences*, 10.
- Sharp, M. A., Patton, J. F., & Vogel, J. A. (1996). A data base of physically demanding

- tasks performed by US army soldiers. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 40, pp. 673-677).
- Sheehan, J. H., Deitz, P. H., Bray, B. E., Harris, B. A., & Wong, A. B. (2004). *The military missions and means framework*.
- Siemens, G. (2010). 1st international conference on Learning Analytics and Knowledge 2011. Retrieved May, 7, 2015.
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA.
- Slob, J. J. (2008). State-of-the-art driving simulators, a literature survey. *DCT Report*, 107.
- Snider, M. (2008). Two games will have a lock on spring sales. *USA Today*, (April 29), 4D.
- Snyder, L. A., Rupp, D. E., & Thornton, G. C. (2006). Personnel selection of information technology workers: The people, the jobs, and issues for human resource management. *Research in Personnel and Human Resources Management*, 25, 305-376.
- Song, M., & Zhang, S. (2008). EFM: A model for educational game design. In *Technologies for e-learning and digital entertainment* (pp. 509-517). Springer.
- Song, S., & Lee, J. (2007). RETRACTED: Key factors of heuristic evaluation for game design: Towards massively multi-player online role-playing game. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(8), 709-723.
- Sostak, B. R. (2012). Applying Serious Game Principles to US Military Training. *Journal of Applied Learning Technology*, 2(1).
- Squire, K. (2005). *Game-based learning: Present and future state of the field*. Masie Center e-Learning Consortium.
- Staff, C. J. (2011). *Universal Joint Task Manual*.
- Stahl, T. (2005). *Video Game Genres*.
- Stanwick, J. (2005). *Australian Qualifications Framework Lower-Level Qualifications: Pathways to Where for Young People?*. ERIC.
- Stephen Town, J., Jantti, M., & Greenhalgh, N. (2012). Leadership competencies: a reference point for development and evaluation. *Library Management*, 33(6/7), 421-428.
- Stokrocki, M. (2007). Art education avatars in cyberspace: Research in computer-based technology and visual arts education. In *International handbook of research in arts education* (pp. 1361-1379). Springer.

- Streiner, D. L. (2003). Being inconsistent about consistency: When coefficient alpha does and doesn't matter. *Journal of Personality Assessment*, 80(3), 217-222.
- Sugar, S., & Whitcomb, J. (2006). *Training Games* (1^o ed.). ASTD Press.
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.
- Sutton-Smith, B. (2009). *The ambiguity of play*. Harvard University Press.
- Tadayon, R., Amresh, A., & Burleson, W. (2011). Socially relevant simulation games: a design study. In *Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia* (pp. 941-944).
- Thomas, P., & Macredie, R. (1994). Games and the design of human-computer interfaces. *Programmed Learning and Educational Technology*, 31(2), 134-142.
- Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE Review*, 41(2), 16.
- Wallner, G., & Kriglstein, S. (2011). Design and evaluation of the educational game DOG eometry: a case study. In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (p. 14).
- Wheelahan, L. (2011). From old to new: the Australian qualifications framework. *Journal of Education and Work*, 24(3-4), 323-342.
- Whitebread, D., Basilio, M., Kuvalja, M., & Verma, M. (2012). The importance of play. *Brussels, Belgium: Toys Industries for Europe*.
- Wiberg, C., & Jegers, K. (2003). Satisfaction and learnability in edutainment: a usability study of the knowledge game "Laser Challenge" at the Nobel e-museum. In *Proceedings of HCI International—10th International Conference on Human Computer Interaction, Crete, Greece*.
- Wickens, C. D., Hollands, J. G., Banbury, S., & Parasuraman, R. (2015). *Engineering psychology & human performance*. Psychology Press.
- Wiese, E., Nungesser, R., Marceau, R., Puglisi, M., Frost, B., & Camp Lejeune, N. C. (2007). Assessing trainee performance in field and simulation-based training: Development and pilot study results. In *Proceedings of the Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference (I/ITSEC)*.
- Wigfield, A., Guthrie, J. T., Tonks, S., & Perencevich, K. C. (2004). Children's motivation for reading: Domain specificity and instructional influences. *The Journal of Educational Research*, 97(6), 299-310.
- Wills, G. B., Bailey, C. P., Davis, H. C., Gilbert, L., Howard, Y., Jeyes, S., ... others. (2009). An e-learning framework for assessment (FREMA). *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(3), 273-292.
- Winn, B. M. (2009). *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in*

- Education*. (R. E. Ferdig, Ed.). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-59904-808-6>
- Wolf, M. J. P. (2002). Genre and the video game. *The Medium of the Video Game*, 113-134.
- Wozniak, J. (2015). The use of gamification at different levels of e-recruitment. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, 3(2), 257.
- Xavier, J., & Coelho, A. (2011). Computer-based assessment system for e-learning applied to programming education. *ICERI2011 Proceedings*, 3738-3747.
- Yang, Y.-T. C. (2012). Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. *Computers & Education*, 59(2), 365-377.
- Zemliansky, P., & Wilcox, D. (2010). Design and Implementation of Educational Games: Theoretical and Practical.
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. " O'Reilly Media, Inc."
- Zin, N. A. M., Yue, W. S., & Jaafar, A. (2009). Digital game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history. *WSEAS Transactions on Computers*, 8(2), 322-333.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.

Anexos

Anexo I - Lista de jogos sérios utilizados no estudo entre taxonomia de jogos e competências

Serious Games List

ID	Title	Year	Genre	Domains	Designer	Platform	Topics	Realism	Perspective	Target
1	<u>911 Paramedic</u>	2009	MS2: Management Simulation-virtual worlds/Pets	Health, Science	Legacy Interactive Inc.	PC/MAC	Emergency Response, Health Care and Medicine	Imersive	1st person	Teens, Young Adults
2	<u>3-D Brain Puzzle</u>	2013	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Neurology	Morphonix	Internet	Anatomy, Brain		3rd person	4-6 years old
3	<u>3210 Blast Off</u>		PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Nutrition	Children's Health Education Center	Internet	Food and Nutrition	puzzle		Children, Pre-Teens
4	<u>3D Body Adventure</u>	1994	AD3: Adventure-puzzle adventure	Health / Nutrition	Knowledge Adventure	Computer	Anatomy		3rd person	
5	<u>3rd World Farmer</u>	2005	MS2: Management Simulation-virtual worlds/Pets			browser	Ecology / Nature, Geography, Health / Nutrition, History, Sociology			
6	<u>3D Networks</u>	2009	MS2: Management Simulation-virtual worlds/Pets	Civil Engineering	B2B Games	Computer	Safety	Imersive		Adults
7	<u>4 Travellers - Play French</u>	2010	AD3: Adventure-puzzle adventure	Languages	AGENIUS Interative	Game Console	Cognition			General Audience
8	<u>9th Inning</u>		PU5: Puzzle-traditional game	Health	Children's Health Education Center	Internet	Food and Nutrition	Quiz-		Children
9	<u>Active Life: Outdoor Challenge</u>	2008	AC1: Action-Beat' em ups	Health, Sport	NAMCO BANDAI Games America Inc.	Game Console	Exercise and Fitness	Imersive	3rd person	General Audience
10	<u>Alisha and Ronnie</u>	2013	QZ: Quizz-	Nutrition	© British Nutrition Foundation 2013	Internet	Food and Nutrition	Quiz-		Children
11	<u>Allergies Attack</u>	2011	AC1: Action-Beat' em ups	allergies	kendall son solutions,llc		Allergies			Young Adults, Young Children

220 Anexos

12	AQI Color Game	2012	QZ: Quizz-	Public Health	United States Environmental Protection Agency	internet	Public Health	Quiz-		Children
13	Arianna's Nutrition Expedition Games: Food Force One, Combo Kitchen, Quintricious, Nutrition Mixer			Nutrition	National Dairy Council	internet	Food and Nutrition	Quiz-		Children
14	O A.D	2012	ST2: Strategy-real-time strategy	Historical	Wildfire Games	PC/MAC/LINUX			3rd person	General Audience
15	Speed Dreams 2.0	2012	MS1: Management Simulation-Racing games	MotorSport	Open Motor Sim	PC/MAC/LINUX			1st/3rd person	General Audience
16	Xonotic	2013	AC3: Action-shooter games (1st and 3rd person)		Nexuiz project	PC/MAC/LINUX		Imersive	1st person	General Audience
17	Secret Maryo Chronicles	2009	AC4: Action-platform games		SMC Team	PC/MAC/LINUX		2d		General Audience
18	Freeciv	2013	ST1: Strategy-4X (eXplore, eXpand, eXploit, eXterminate)			PC/MAC/LINUX, Internet	Diplomacy	2d	3rd person	General Audience
19	FlightGear Flight Simulator	2013	MS1: Management Simulation-Racing games / Vehicle	Aeronautic	pen-source flight simulator	PC/MAC/LINUX	Driving	imersive	1st/3rd person	General Audience
20	Planet Shift	2013	RP3: Role-Playing-MMORPGs		atomic blue	PC/MAC/LINUX	Fantasy	Imersive	3rd person	General Audience
21	LinCity	2011	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets		Berlios	PC/MAC/LINUX				

22	FreeCol-colonization of America	2013	ST4: Strategy-turn - based strategy		Freecol	PC/MAC/LINUX		2d	3rd person	General Audience
23	Freedroid	2013	RP1: Role-Playing-Action RPGs		Freedroid Team	PC/MAC/LINUX		2d		General Audience
24	Attack of the S. Mutans!	2010	AD2: Adventure-Graphics adventure	Dental Health	Firsthand	Consola	Behavior and Personality, Dental Health	2d	3rd person	Children
25	Metadata Games		PU3: Puzzle-Reveal the picture game	Education	Tiltfactor at Dartmouth College	Internet	History			Teens, Adults
26	Economics Games	2013	MS3: Management Simulation-Life Simulation/social games	Education	Economics-games.com	Internet	Economics	Quiz-		Teens
27	Math Elements	2013	AC4: Action-platform games	education	SkillPixels ltd	Internet	math	Quiz-		Children, K-6
28	Word Raider	2012	AD2: Adventure-Graphics adventure	Education	Filament Games	Internet	Languages	2d	3rd person	Children, Teens
29	SchaVis	2013	MS3: Management Simulation-Life Simulation/social games	Education	Hochschule Rhein Main	pc	Flood risks	3d	1st person	General Audience
30	FloodSim	2013	MS3: Management Simulation-Life Simulation/social games	Education	Playgen	Internet	Flood risks	Quiz-	3rd person	General Audience
31	SimFlood	2007	MS3: Management Simulation-Life Simulation/social games	Education	Instituto de Seguros de Ciência	Internet	Flood risks	Quiz-		General Audience
32	Darwin's Theories	2012	QZ: Quizz-	Science	elesapiens	Internet	Evolution, Biology	Quiz-		tens

222 Anexos

33	Let us Talk about Chemistry	2013	QZ: Quizz-	Science	elesapiens	Internet	Chemistry	Quiz-		Children, Teens
34	What2Learn - Thousands of interactive learning games	2013	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Education	What2Learn Ltd	Internet - ALL	Math, Science, Chemistry, Physics, Reading, English, History, Foreign Language	Quiz-		Children, Teens
35	Three Things	2012	QZ: Quizz-	Education	We Come to Learn	mobile apps	Math, Reading	Quiz-		Preschool, K-6
36	CyberCIEGE	2005	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Education	Naval Postgraduate School	PC	Computer, networks	Imersive	3rd person	9-12, College/University
37	Past/Present	2012	AD2: Adventure-Graphics adventure	Education	Center for New American Media	PC/Mac	History	Imersive	3rd person	K-6, 9-12
38	Ludwing	2012	AD2: Adventure-Graphics adventure	Education	ovos realtime3D GmbH	PC	Sciences,Physics	Imersive	3rd person	K9-12
39	Gemmings Rush	2011	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Education	Joonwon Choi	Internet	Languages	Quiz-		all target education
40	Science supremo	2007	MS3: Management Simulation-Life Simulation/social games	Education	DESQ, Lda	PC, Inernet	Science	Quiz-		College/University
41	Net Worth@ Interactive	2012	PU5: Puzzle-traditional game	Education	Don Pellicano	PC, MAC, Online/Website	Math, Business, Vocational	Quiz-		all target education
42	Youth Voices	2012	QZ: Quizz-	Education	Paul Allison	i plataform, android, internet	Science, Reading, English, History, Social Skills, ESL, Vocational			K-6, 9-12, College/University
43	UV Radical Ray Rampage	2012	AC4: Action-platform games	Education	Hope Jones, Ph.D.	PC, MAC, Online/Website	Science, Social Skills, Health	2d	3rd person	K-6, 9-12

44	Help Math	2007	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Education	Digital Directuons International Inc	iPad, online	Math	2d		K-6
45	Total Mayhem	2012	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Education	Generator Images	PC/MAC	Reading, English, ESL	2d		K-6
46										
47	GoVenture Health gamified ebook	2012	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Education	MediaSpark	PC, Mac, Online/Website	Science	Quiz-		K-6, 9-12, College/University
48	E.2010 - Power to Energetika	2010	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Science	takomat GmbH	Online/Website	Science, Physics, Business, Social Skills	3d		College/University
49	iMorph	2012	PU3: Puzzle-Reveal the picture game	Education	Patrick Feeney	i plataform	History	2d		Preschool, K-6, 9-12
50	Eggscapade - Free Storybook & Game for Kids	2012	PU4: Puzzle-Physics game	Education	Patrick Feeney	iPad	Physics, Reading, English, History, Social Skills	2d		Preschool, K-6
51	Mission US	2011	AD2: Adventure-Graphics adventure	Education	Wnet Thirteen	Online/Website	History	3d	3rd person	K9-12
52	Europe 2045	2008	ST4: Strategy-turn - based strategy		Generation Europe Foundation Czech Republic	Online/Website	political, economic and social issues	2d		all target education
53	Bakery Palace	2011	ST4: Strategy-turn - based strategy	Business	Playware Studios	PC	Business	3d	3rd person	College/University
54	Mystery Matters	2010	AD2: Adventure-Graphics adventure	Education	Playware Studios	PC	reading	2d		K-6
55	Simplicity	2009	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Science	Playware Studios	PC	Urbanism	2d		K9-12

224 Anexos

56	<u>Vanished</u>	2009	AD2: Adventure- Graphics adventure		Playware Studios	PC	social skills	2d		K-6
57	<u>Ecocity</u>	2008	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Science	Playware Studios	PC	Economics	2d		K9-12
58	<u>Archipelago Trader</u>	2006	AD2: Adventure- Graphics adventure	Historical	Playware Studios	PC	History, Heritage	2d		K9-12
59	<u>Statecraft</u>	2007	AD2: Adventure- Graphics adventure	Historical	Playware Studios	PC	History	2d		K9-12
60	<u>My Child Knows Chinese</u>	2012	QZ: Quizz-	Languages	Mindtoggle Software	iPhone, iPad, iPod Touch, Android	Foreign Languages	Quiz-		Preschool
61	<u>Polyglot Cubed</u>	2009	PU1: Puzzle- Action/Arcade puzzle (timed)	Languages	polyglotgame	PC				College/University
62	<u>Solar Tycoon</u>	2012	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Business	Digital Dreams	Online/Website	company			College/University
63	<u>ProfitGames - Selling and Finance Diplomas</u>	2012	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Business	profitgames	Online/Website	finance	2d		College/University
64	<u>ST Math</u>	1998	PU4: Puzzle-Physics game	Education	MIND Research Institute	PC, MAC, iPad, Android	Math	2d		K-6
65	<u>The Business Games</u>	2011	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Business	PIXELearning		SME Business	3d	1st person	K9-12
66	<u>WaterLife: Where Rivers Meet the Sea</u>	2011	PU1: Puzzle- Action/Arcade puzzle (timed)	Science	Montgomery College (in partnership with NOAA)	PC, MAC, Online/Website	Environment	2d		K-6

67	<u>BusSim</u>	2012	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Business	David A Jordan	Online/Website				College/University
68	<u>airECONsim</u>	2013	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Training	Economics-games.com	Online/Website	Management development			
69	<u>Air Marshaller Serious Game</u>	2012	PU4: Puzzle-Physics game	Training	Designing Digitally, Inc.	PC, MAC	Operations, maintenance and repair	imersive		employes
70	<u>Well Test Simulator</u>	2013	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Training	Babak Kaveh	PC	Operations, maintenance and repair	3d	1st person	employes
71	<u>Building Personal Productivity Skills - Triskelion</u>	2012	AD2: Adventure- Graphics adventure	Training	Gamelearn, S.L.	PC, Online/Website	time management	3d	3rd person	employes
72	<u>Build Negotiation Skills -- Merchants</u>	2011	AD2: Adventure- Graphics adventure	Training	Gamelearn, S.L.	PC, Online/Website	Negotiation, leadership	3d	3rd person	employes
73	<u>Risk Control Strategy Game - Terminal Management</u>	2012	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Training	VTTI	PC, Online/Websit	Management development			employes
74	<u>CreditLab</u>	2012	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Training	BankersLab	Online/Website	Management development			all target
75	<u>Cool School</u>	2010	PU1: Puzzle- Action/Arcade puzzle (timed)	Education	Rational Games, Inc	Online/Website	Human Rights			pre-school

76	New 1000 AD	2010	ST6: Strategy-wargames	Military	Jack Jones	Online/Website	military, economics, diplomatic	3d	3rd person	Middle School, High School, Adult 18 plus, Senior
77	Balance	2013	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	education	Jane Ji	PC, MAC, Online/Website	Envoirement	Quiz-		K-6, Middle School
78	VRUM - Aprendendo sobre o trânsito	2012	MS3: Management Simulation-Life Simulation/social games	Education	ThinkBox Games	PC, MAC	driver license	3d	3rd person	Middle School
79	Fallen Evolution	2004	RP3: Role-Playing-MMORPGs		Elevations Productions	PC, MAC		3d		Middle School, High School, Adult 18 plus, Senior
80	flight simulator games online		MS1: Management Simulation-Racing games / Vehicle	Training	edelmiro	PC, Online/Website	International relations	3d	1st person	Middle School, High School, Adult 18 plus, Senior
81	Amnesty the game	2013	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Education	International Amnesty	Online/Website	Human Rights	3d	3rd person	
82	Way	2011	AC4: Action-platform games	Languages	coco &Co.	PC,MAC	Languages	2d	3rd person	all target
83	Fibber	2012	QZ: Quizz-	Social Studies	Seek Change	Online/Website	political, economic and social issues			all targets
84	Spent	2011	MS4: Management Simulation-Business	Education	Urban	Online/Website	finance			unemployees
85	Math Lands	2013	AD3: Adventure-puzzle adventure	Education	R3D Pixel Limited	iPhone, iPad, iPod Touch	Math	2d		all targets
86	zamzee	2010	SP1: Sports-Exergame	Health / Nutrition	hopelab	Online/Website	Physics			k9
87	Close Combat - Modern Tactics	2007	ST6: Strategy-wargames	Military	Strategy 3 Tactics	PC	Strategy	2d		Teen and adult target

88	<u>Darful is dying</u>	2008	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Education	Campous INC	Online/Website	Human Rights	2d	3rd person	all targets
89	<u>Darwars Ambush!</u>		MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Military	Raytheon BNN Techono		Training	3d	1st person	militaries
90	<u>Eterna</u>		PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Health	eterna	Online/Website	Celluar	2d		Univerity
91	<u>Foldit</u>	2010	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Health	UW Center for Game Science	PC,Mac, Linux	Celluar	3d		Univerity
92	<u>Food Force (Freerice)</u>	2007	QZ: Quizz-	Education	World Food Programme.	PC,MAC /Online/Website	Humanities, languages, math sciences, geographi	Quiz-		all targets
93	<u>Genomics Digital Lab</u>	2009	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Education	Spongelab	Online/Website	Genomics	3d	1st person	Middle School, High School, Adult 18 plus, Senior
94	<u>The History of Biology</u>	2010	AD2: Adventure-Graphics adventure	Education	Spongelab	Online/Website	Biology	3d		Middle School, High School, Adult 18 plus, Senior
95	<u>Global Conflict: Palestine</u>	2007	AD2: Adventure-Graphics adventure	Education	Global Conflics	PC,MAC	Journalism, History, Geography	3d	3rd person	Middle School, High School
96	<u>Harpoon 3 Professional (H3MilSim)</u>	2010	ST3: Strategy-real-time tactics	Military	Advanced Gaming Systems Inc	PC	military	2d		militaries
97	<u>CituOne Game IBM</u>	2010	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Training	IBM	Online/Website	Envoirment, Management	3d	3rd person	All targets
98	<u>IntelliGym</u>	2008	SP2: Sports-Sport /management	Training	Applied Cognitive Engineering	PC,MAC,LINUX	Sport,	2d		professionals

99	Microsoft Flight	2010	MS1: Management Simulation-Racing games / Vehicle	Training	Microsoft	PC	Flight	3d	3rd person	all targets
100	NanoMissin	2010	AD2: Adventure-Graphics adventure	Science	PlayGen	PC	nanoscience	3d		College/University
101	Novicraft HRD game	2008	MS4: Management Simulation-Business	Training	ludoCarft		Negotiation, leadership	3d	3rd person	professionals
102	Peacemaker	2007	RP1: Role-Playing-Action RPGs	Training	Hybrid Learning Systems	PC	Diplomacy	2d		all targets
103	People Power	2010	AD2: Adventure-Graphics adventure	Training	YORK ZIMMERMAN	Pc,mac	political, strategy social issues	3d	1st person	Teen and adult target
104	Phylo	2010	PU1: Puzzle-Action/Arcade puzzle (timed)	Science	McGill University	Online/Website	DNA	2d		Teen and adult target
105	Re-Mission	2006	AC4: Action-platform games	Science	HopeLab	Online/Website	Celluar	2d		Teen and adult target
106	Ship Simulator Extremes	2010	MS1: Management Simulation-Racing games / Vehicle	Training	ShipSim.com	PC	boats	3d	3rd person	Teen and adult target
107	SimPort-MV2	2007	MS4: Management Simulation-Business	Training	TUdelft	PC	Management	3d	3rd person	Teen and adult target
108	Steel Beasts	2010	MS1: Management Simulation-Racing games / Vehicle	Training	eSim Games	PC	Physics	3d	1st person	militaries
109	Mock prison riot	2013	MS3: Life simulation/Social Games	Training	Cvent Online Event Registration Software	PC	Management development	Imersive		Adults
110	VBS2	2010	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Training	Bohemia Interactive Simulations	PC	military	imersive	1st person	Adults

111	<u>X-Plane 10</u>	2010	MS1: Management Simulation-Racing games / Vehicle	Training	Laminar Research	PC,MAC,LINUX	Flight	Imersive	1st person	Teen and adult target
112	<u>Funphysio</u>	2013	SP1: Sports-Exergame	Health	Fisiogames	Online/Website	physical therapy treatments	3d	3rd person	all targets
113	<u>Time out</u>	2013	AD2: Adventure- Graphics adventure	Health / Nutrition	caen CHU	Online/Website	diabetes	2d	3rd person	all targets
114	<u>PowerMatrix</u>	2013	MS2: Management Simulation-Virtual worlds/Pets	Education	Siemens Initiave	Online/Website	Enviorment, energy	2d		all targets
115	<u>Serious Sims!</u>	2013	MS4: Management Simulation-Business	Education	QLVR	Online/Website	Enviorment, energy	2d		K-12,university
116	<u>1066</u>	2009	ST4: Strategy-turn - based strategy	Historical	Channel 4	Online/Website	military strategy	2d		all taregats

Anexo II - Matriz de correlação entre taxonomia de géneros de jogos e referencial de competências

		IE											OrS					
		Building effective teams	Compassion	Customer focus	Humor	Inegrity and trust	Interpersonal skills	Listening	Managing relationships	Managing vision and purpose	Motivating others	Negotiating	Personal learning and development	Valuing diversity	Comfort around authority	Organizational agility	Presentation skills	Written communications
		IE1	IE2	IE3	IE4	IE5	IE6	IE7	IE8	IE9	IE10	IE11	IE12	IE13	OrS1	OrS2	OrS3	OrS4
Action	Beat' em ups	2										50%						
Action	shooter games (1st and 3rd person)	1	100%			100%	100%											
Action	platform games	5						20%		20%	40%		20%					20%
Strategy	4X (eXplore, eXpand, eXploit, eXterminate)	1																
Strategy	real-time strategy	1																
Strategy	real-time tactics	1	100%												100%	100%		
Strategy	turn – based strategy	4	50%					25%	50%	25%		50%		25%	25%	100%		
Strategy	wargames	1										100%				100%		
Role-Playing	Action RPGs	2						50%				50%	50%	50%	50%	50%		
Role-Playing	MMORPGs	2	100%			50%	50%		50%		100%	100%	50%	50%		50%		
Sports	Exergames	2	50%							50%							100%	
Sports	Sport /management games	1	50%												50%	50%		
Management Simulation	Racing games / vehicles	6	33%					17%							33%	83%		
Management Simulation	virtual worlds/Pets	24	33%	4%	4%	4%	8%	21%	29%	29%	8%	29%	8%	21%	29%	71%	8%	13%
Management Simulation	Business	8								13%		25%				75%		25%
Management Simulation	Life simulation/Social Games	3	33%				67%	67%	33%		33%	33%			33%	67%		
Adventure	Graphics adventure	17	18%	6%	6%	12%	24%	24%	6%	12%	12%	24%	18%	35%	6%	24%	29%	41%
Adventure	puzzle adventure	2		50%				50%				50%	100%	50%		50%		50%
Puzzle	Action/Arcade puzzle (timed)	14					7%					7%				14%		14%
Puzzle	Physics game	4																
Puzzle	Reveal the picture game	2									50%			50%				50%
Puzzle	traditional game	2																
Quiz		11						9%					9%	9%		9%	18%	27%

		SS							Op5									R		C			
		Creativity	Dealing with ambiguity	Decision quality and problem solving	Functional/technical skills	Intellectual acumen	Learning on the fly	Strategic agility and innovation management	Technical learning	Developing others	Directing others	Managing and measuring work	Managing through processes and systems	Organizing	Planning	Priority setting	Time management	Timely decision making	Action oriented	Drive for results	Assessing talent	Conflict management	Managerial courage
		SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8	Op51	Op52	Op53	Op54	Op55	Op56	Op57	Op58	Op59	R1	R2	C1	C2	C3
Action	Beat 'em ups				100%				50%								50%		50%				
Action	shooter games (1st and 3rd person)		100%	100%				100%						100%			100%			100%			
Action	platform games	20%		40%			20%		40%					20%				40%	60%	20%			20%
Strategy	4X (eXplore, eXpand, eXploit, eXterminate)	100%	100%	100%	100%	100%					100%		100%	100%	100%		100%		100%			100%	
Strategy	real-time strategy	100%	100%	100%		100%	100%	100%						100%	100%	100%		100%		100%			
Strategy	real-time tactics		100%	100%	100%	100%	100%	100%			100%		100%		100%		100%	100%				100%	
Strategy	turn - based strategy	25%	75%	100%	75%	75%	75%	50%	50%			50%	50%	100%	75%	75%	50%	50%	50%	50%		50%	50%
Strategy	wargames		100%	100%	100%	100%								100%	100%	100%			100%			100%	100%
Role-Playing	Action RPGs		100%	50%			50%	50%	50%					100%	50%			50%	100%			50%	50%
Role-Playing	MMORPGs		100%	100%	100%	50%	50%		50%					50%		50%		50%	100%	100%		100%	100%
Sports	Exergames			100%	50%				50%		100%		100%	100%	50%	50%		50%	50%				100%
Sports	Sport /management games		50%	50%	50%	50%			50%		50%							50%		50%		50%	
Management Simulation	Racing games / vehicles		100%	83%	100%	67%	33%		100%		50%	17%	67%	83%	83%		83%	50%	50%	17%	33%		
Management Simulation	virtual worlds/Pets	21%	67%	92%	83%	46%	25%	46%	79%	25%	50%	29%	75%	67%	75%	33%	71%	25%	67%		38%	46%	
Management Simulation	Business	13%	50%	88%	63%	75%	25%	63%	88%		25%	50%	63%	88%	63%	25%	75%	13%	100%	13%		75%	
Management Simulation	Life simulation/Social Games		67%	100%	100%	100%		33%	67%		33%	67%	67%	100%	100%	67%	33%	67%	33%		67%	100%	
Adventure	Graphics adventure		41%	88%	47%	59%	24%	24%	59%	12%	6%	12%	12%	71%	41%	29%	29%	41%	29%	59%		24%	41%
Adventure	puzzle adventure		50%	100%					50%		50%			50%		50%		50%	50%	50%		50%	
Puzzle	Action/Arcade puzzle (timed)	14%	21%	93%	21%	57%	21%		79%					14%	14%		7%	57%	21%	43%		7%	21%
Puzzle	Physics game			100%	25%	50%	25%		50%									50%	50%	25%			
Puzzle	Reveal the picture game				50%				50%										50%				
Puzzle	traditional game			50%		50%	50%		100%					50%	50%	50%		50%	50%	50%			50%
Quiz				45%	18%				100%						9%				36%	9%			

Anexo III - Transcrição da conversa com instrutor de condução

*Na primeira aula prática deve ser assumida uma abordagem de advertência explicando as questões de **segurança** na condução do automóvel, focando o candidato na sua condição inicial de aprendizagem e formando consciência da sua **imaturidade** face à condução pois encontra no estágio inicial de aprendizagem da licença de condução.*

A primeira aula prática, tal como as seguintes serão enquadradas na 1ª fase de aprendizagem, onde são abordadas questões teóricas em relação ao veículo ligeiro com reforço na advertência à questão da segurança e numa abordagem de alto nível relativo aos diversos equipamentos existentes, ao modo de funcionamento do veículo, aos procedimentos iniciais de arranque do carro, à posição do condutor e das mãos no volante, à colocação dos pés, à posição dos bancos e espelhos, à colocação do cinto, bem como aos limites de velocidades (km/h) a aplicar.

Após a análise destes diversos assuntos, é ligado o carro pelo candidato/aluno e de preferência num percurso acessível, o formador controla o andamento do carro (pedais e velocidades) enquanto o aluno controla somente o volante do veículo.

Na segunda aula prática volta-se a reforçar os temas abordados anteriormente, tais como velocidades, cintos, posição dos bancos e espelhos, com a análise da postura e comportamentos entretanto realizados a quando a entrada na viatura. A aula começa da mesma forma que terminou a primeira, com o aluno a controlar somente o volante do veículo, onde deve ser dada uma maior atenção à postura do aluno sobre o volante onde deve ser realçada ou reforçada uma posição de distensão para promover um equilíbrio entre as forças nas mãos e pés.

Outro aspeto relevante nesta fase de adaptação do aluno ao veículo prende-se com circulação do veículo numa estrada plana com curvas menos suaves que permita em última análise a manutenção de uma circulação ligeira. Esta circulação realiza-se em marcha lenta com a utilização única das duas primeiras velocidades. Ainda nesta aula e após um período de andamento, deve ser realizada uma paragem do veículo para a explicação do funcionamento dos pedais (pedais de andamento/ embriaguez) e da caixa de velocidades.

Esta explicação divide-se em duas partes. A primeira corresponde à descrição do funcionamento físico da ligação entre a caixa de velocidades e o motor, bem como da relação e utilização da embraiagem neste mecanismo conjuntamente com a relação velocidade/força do veículo. A segunda recai mais sobre a caixa de velocidades, onde é explicado as diferentes velocidades (posição e aplicações) com a referida experimentação do manípulo por parte do aluno. Esta experimentação deve realçar que a entrada de uma velocidade necessita de um sincronismo entre o movimento da

mão no manípulo das velocidade e o pedal da embraiagem, bem como a experimentação das velocidades tanto em ordem ascendente como descendente.

Na explicação da utilização dos pés nos pedais, há uma ideia fundamental: o calcanhar do pé esquerdo (relativo à embraiagem) não toca no chão do veículo, enquanto o calcanhar do pé direito (relativo ao travão/acelerador) deve estar sempre no chão do veículo para que haja um maior controlo na aceleração. Após atingido este grau de conhecimento do veículo, a atenção deve recair sobre o estabelecimento da relação entre o aluno e o carro. Foi referido que este fator é o mais importante nesta fase de aprendizagem pois quanto maior for este relacionamento/sentimento será revelador de um maior controlo e adaptação ao veículo. Para sentir a mudança de velocidade, o aluno terá de realizar/ conhecer o ponto de embraiagem, experiência de ligação com veículo (“sentir o carro”) que a partir deste momento passará ser realizada constantemente nas lições a mudança de velocidade.

Conhecida e aprendida a mudança de velocidade, a circulação do veículo passa ser controlada (mãos e pés) gradualmente para o aluno conforme a evolução da relação com carro, circulando sempre nas duas primeiras velocidades neste processo de conhecimento do veículo.

Outro enfoque nas primeiras aulas tem a ver com o campo de visão do aluno. As indicações a dar quanto à visibilidade baseiam-se em olhar para as coisas para o longe e assim concentrar-se na estrada, para que desta forma treine a visão do condutor. Importa transmitir como regra a seguir que quando a condução se faz com visibilidade, o veículo deve ir mais a meio da via de circulação, enquanto sem ou com pouca visibilidade, o veículo deve ir junto à berma da via. Ainda sobre esta questão, deve ser alertado sobre a tendência inicial ou mesmo intuitiva do aluno olhar para a caixa de velocidade quando uma velocidade é colocada, fazendo deslocar o campo de visão do condutor. Este movimento visual deve ser contrariado com o reforço da aprendizagem de utilização das velocidades que levará à mecanização do movimento.

Gradualmente durante as aulas seguintes e de modo repetitivo, devem ser realçadas as questões do arranque e sua preparação, desde o funcionamento dos piscas, o ajuste dos espelhos retrovisores e da posição dos bancos, bem como a colocação do cinto de segurança.

O processo de aprendizagem deve ser abordado através da definição de objetivos e não da aplicação de um guião de aulas, pois cada aluno tem as suas características e uma adaptação à viatura, porque pode ocorrer uma inversão de comportamentos e ações na condução mesmo após uma evolução inicial positiva.

*Após a evolução na condução da viatura nos vários aspetos apresentados, inicia-se uma nova componente da aprendizagem do aluno que é o controlo da **marcha atrás***

do veículo. Neste ponto, há várias situações a serem analisadas de modo ser realizadas da forma correta. A primeira situação é a posição do condutor na realização desta manobra, onde deve ser colocada uma mão no volante do carro e a outra por detrás do banco do aluno de maneira a obter uma maior visibilidade na parte de trás do veículo. Inicialmente esta manobra deve ser feita em vias retas procedendo-se ao movimento da marcha atrás e posteriormente mesmo que ainda em movimento reto proceder várias vezes com o arranque em frente e voltar à posição inicial fazendo marcha atrás. Após controlar este movimento em vias retas, poder-se-á então iniciar o controlo da marcha atrás em curvas consideradas lentas. Nesta manobra, a posição correta do corpo do aluno é importante, porque é necessário ter cuidado com a tensão colocada sobre o corpo, e em particular no braço. Dai que muitas vezes possa provocar alguma dor muscular a excessiva tensão aplicada o braço colocado atrás do banco.

Ainda numa manobra de marcha atrás, o aluno deve contar com apoio visual e auxiliar através dos espelhos retrovisores. Deste modo sempre que pretendemos utilizar os espelhos devemos parar o veículo porque caso contrário acontece que para onde estivermos a olhar é para lá que o carro deslocar-se-á. Por isso, sempre que se proceda à utilização/verificação dos espelhos, principalmente os laterais, o veículo deverá estar parado para então iniciar a manobra.

A forma como é definida esta solução para uma contrariedade na condução, baseia-se no seguinte princípio: resolver os problemas quando pequenos. O carro tem quatro lados iguais de visão com perspetivas diferentes, cuja atenção é devida. A perspetiva de visão pelos espelhos na retaguarda da via:

$\backslash /$ - aproximar da berma

| | - bom

$/ \backslash$ - afastar da berma

2ª Fase

A evolução da condução do aluno está dependente do sucesso dos objetivos iniciais na aprendizagem que compreendem o conhecimento dos vários elementos constituintes do veículo, a sua adaptação e mecanização de procedimentos, fomentado desta forma uma “relação” com o veículo.

Na segunda fase de aprendizagem prática, um dos aspetos mais importantes consiste na utilização da caixa de velocidades na sua plenitude, desde a utilização de todas as velocidades disponíveis, o auxílio do motor na redução de velocidade e realização de manobras, ganhar o à vontade com a caixa de velocidades (reduções e avanços) aplicando o ponto de embraiagem. Sendo uma fase mais avançada, deverá ser promovido alguns conceitos de planeamento de viagem, tendo em conta a

realização de viagens de longo curso, onde se considera a previsão de reabastecimento de combustível, definição de necessidade de pernoitar, bem como acautelar outras questões na preparação do carro para a viagem tais como: verificação dos níveis de água e do óleo, pressão nos pneus, revisões, travões.

*Também nesta fase há uma maior orientação para os objetivos que fortalecem ainda mais a interação do condutor com o carro. Esta interação é aprofundada gradualmente através de uma condução num primeiro momento em **estradas de manobras fáceis** e depois passar para **estradas urbanas** e ainda para **estradas rápidas**. Após estarem adquiridos estes objetivos, promove-se a condução em **marcha atrás por etapas: num primeiro momento em retas, num segundo em curvas com alguma dificuldade e por último em curvas com um grau de maior dificuldade.***

*Associado à aprendizagem dos objetivos definidos, há o fator psicológico do aluno no controlo do veículo de condução. Só com a confiança deste na realização destas tarefas permitirão atingir os objetivos mais avançados, condizentes com a sua atitude/postura na condução responsável e atenta. Esses objetivos mais avançados relacionam-se com **contornar os obstáculos e verificar a sinalização**, e depois o **estacionamento** onde se pretende que o condutor ganhe à vontade com os movimentos e por fim a **circulação em rotundas**. No que se refere aos objetivos relacionados com a sinalização, estes entram quando se inicializa a circulação em vias urbanas, onde é importante fazer uma ligação com a temática abordada nas aulas teóricas.*

Por último, um aspeto importante transversal a toda a aprendizagem de condução é que o aluno nunca escolhe o trajeto a realizar na formação prática. Cabe sempre ao instrutor o papel de orientação da prática da condução, indicando sempre as manobras a realizar, porque o aluno não tem critério até ao exame de condução.

**Anexo IV - Mapeamento dos tópicos de
competências, de aprendizagem e
tarefas do treino prático de condução**

ID	Tópico de Competência	ID	Tópico de Aprendizagem	Tarefa Pai	ID	Tarefas	Cond	Ordem Treino	Ordem	Modo Operação	Nível
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t1	Usar posições dos piscas			1	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t2	Usar botão 4 piscas			2	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t3	Usar pedais de andamento			3	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t4	Usar o pedal de embriagem			4	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t5	Usar posição de faróis			5	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t14	Usar travão de estacionamento			14	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t7	Ajustar os espelhos retrovisores			7	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t8	Usar limpa vidros			8	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t9	Colocar o cinto de segurança			9	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	0	t114	Retirar o cinto de segurança			10	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo	1	I1	Identificar os elementos constituintes do veículo					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I10	Controlar o ponto de embriagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t4	Usar o pedal de embriagem			1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I10	Controlar o ponto de embriagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t13	Mudança de velocidade marcha atrás			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I10	Controlar o ponto de embriagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t214	Incremento da aceleração (controlo pedais)			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I10	Controlar o ponto de embriagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t314	Usar o pedal de andamento (aceleração)			4	ON	1

1	Velocidade e adaptação ao veículo	l10	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t21	Manobrar o travão de estacionamento			5	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l10	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			14	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l10	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t27	Bloquear com o travão de estacionamento			7	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l10	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (inclinação)	0	t40	Usar os pedais de andamento e embraiagem (imobilizar em aceleração)			8	ON	2
		l10	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (inclinação)	1	l10	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (inclinação)					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem			1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	0	t11	Mudança de velocidade ascendente			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	0	t214	Incremento da aceleração (controlo pedais)			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			4	ON	1
		l11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	1	l11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)	0	t23	Redução do andamento (pedal de travagem)			1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)	0	t12	Mudança de velocidade descendente			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			4	ON	1
		l12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)	1	l12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)					

1	Velocidade e adaptação ao veículo	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletores			1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	0	t25	Redução do andamento (pedal de aceleração/travagem)			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	0	t12	Mudança de velocidade descendente			4	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	0	t23	Redução do andamento (pedal de travagem)			5	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	0	t35	Usar o pedal de travagem para imobilização			14	ON	1
		I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletores			1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t12	Mudança de velocidade descendente			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t38	Redução/Manutenção do andamento (pedal de travagem/aceleração)			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t23	Redução do andamento (pedal de travagem)			4	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t214	Incremento da aceleração (controlo pedais)			5	ON	2
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t35	Usar o pedal de travagem para imobilização			14	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t27	Bloquear com o travão de estacionamento			7	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	0	t41	Usar os pedais de andamento (imobilizar em aceleração)			8	ON	2

		l14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	1	l14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)				
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l15	Controlo de paragem de marcha do veículo (não prevista)	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletos		1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l15	Controlo de paragem de marcha do veículo (não prevista)	0	t23	Redução do andamento (pedal de travagem)		2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l15	Controlo de paragem de marcha do veículo (não prevista)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem		3	ON	1
		l15	Controlo de paragem de marcha do veículo (não prevista)	1	l15	Controlo de paragem de marcha do veículo (não prevista)				
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l2	Identificar a caixa de velocidade e pedal de embraiagem	0	t4	Usar o pedal de embraiagem		1	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l2	Identificar a caixa de velocidade e pedal de embraiagem	0	t11	Mudança de velocidade ascendente		2	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l2	Identificar a caixa de velocidade e pedal de embraiagem	0	t12	Mudança de velocidade descendente		3	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l2	Identificar a caixa de velocidade e pedal de embraiagem	0	t13	Mudança de velocidade marcha atrás		4	OFF	1
		l2	Identificar a caixa de velocidade e pedal de embraiagem	1	l2	Identificar a caixa de velocidade e pedal de embraiagem				
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l3	Verificar elementos para arranque em segurança	0	t14	Ajustar o banco do condutor		1	OFF	2
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l3	Verificar elementos para arranque em segurança	0	t15	Ajustar os espelhos retrovisores		2	OFF	2
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l3	Verificar elementos para arranque em segurança	0	t9	Colocar o cinto de segurança		3	OFF	2
		l3	Verificar elementos para arranque em segurança	1	l3	Verificar elementos para arranque em segurança				
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l38	Verificação de imobilização em segurança		c115	Verificar o travão de estacionamento (bloqueado)	S	1	ON	
1	Velocidade e adaptação ao veículo	l38	Verificação de imobilização em segurança		c114	Verificar a ignição do veículo (desligado)	S	2	ON	

1	Velocidade e adaptação ao veículo	I38	Verificação de imobilização em segurança	0	t114	Retirar o cinto de segurança		3	ON	
		I38	Verificação de imobilização em segurança	1	I38	Verificação de imobilização em segurança				
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	1	I3	Verificar elementos para arranque em segurança		1	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t17	Ligar a ignição		2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletores		3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t1	Usar posições dos piscas		4	ON	2
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t21	Manobrar o travão de estacionamento		14	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t20	Mudança velocidade inicial		7	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	I7	Controlar o ponto de embraiagem (plano)		8	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)		9	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t24	Manobrar o volante		10	ON	
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	0	t11	Mudança de velocidade ascendente		11	ON	1
		I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)	1	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)				
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	1	I3	Verificar elementos para arranque em segurança		1	OFF	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t17	Ligar a ignição		2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletores		3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t1	Usar posições dos piscas		4	ON	2

1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t21	Manobrar o travão de estacionamento			14	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t20	Mudança velocidade inicial			7	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	1	I9	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)			8	ON	2
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			9	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t24	Manobrar o volante			10	ON	
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	0	t11	Mudança de velocidade ascendente			11	ON	1
		I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)	1	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t1	Usar posições dos piscas			1	ON	2
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t25	Redução do andamento (pedal de aceleração/travagem)			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t12	Mudança de velocidade descendente			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t22	Redução do andamento (caixa de velocidade)			4	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t29	Manobrar o volante			5	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t23	Redução do andamento (pedal de travagem)			14	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t27	Bloquear com o travão de estacionamento			7	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	0	t28	Desligar a ignição			8	ON	1
		I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	1	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	I7	Controlar o ponto de embraiagem (plano)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem			1	ON	1

1	Velocidade e adaptação ao veículo	17	Controlar o ponto de embraiagem (plano)	0	t214	Incremento da aceleração (controlo pedais)			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	17	Controlar o ponto de embraiagem (plano)	0	t11	Mudança de velocidade ascendente			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	17	Controlar o ponto de embraiagem (plano)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			4	ON	1
		17	Controlar o ponto de embraiagem (plano)	1	17	Controlar o ponto de embraiagem (plano)					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	18	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem			1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	18	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)	0	t13	Mudança de velocidade marcha atrás			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	18	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)	0	t214	Incremento da aceleração (controlo pedais)			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	18	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			4	ON	1
		18	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)	1	18	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)					
1	Velocidade e adaptação ao veículo	19	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	0	t4	Usar o pedal de embraiagem			1	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	19	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	0	t11	Mudança de velocidade ascendente			2	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	19	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	0	t214	Incremento da aceleração (controlo pedais)			3	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	19	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	0	t314	Usar o pedal de andamento (aceleração)			4	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	19	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	0	t21	Manobrar o travão de estacionamento			5	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	19	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			14	ON	1
1	Velocidade e adaptação ao veículo	19	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	0	t40	Usar os pedais de andamento e embraiagem (imobilizar em aceleração)			7	ON	2

		I9	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)	1	I9	Controlar o ponto de embraiagem (inclinação)					
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	0	t31	Colocar a viatura numa posição mais à direita da via/fila/limite lateral			1	ON	
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	0	t39	Posicionamento correto das mãos no volante			2	ON	
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)			3	ON	
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	0	t25	Redução do andamento (pedal de aceleração/travagem)			4	ON	
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	0	t51	Manobrar o volante no sentido da curva			5	ON	
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	0	t53	Manobrar o volante no sentido da curva (desfazer a manobra)			14	ON	
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			7	ON	
2	Controlo Total do veículo	I114	Circulação em curvas largas	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)			8	ON	
		I114	Circulação em curvas largas	1	I114	Circulação em curvas largas					
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	0	t31	Colocar a viatura numa posição mais à direita da via/fila/limite lateral			1	ON	
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	0	t39	Posicionamento correto das mãos no volante			2	ON	
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)			3	ON	
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	0	t25	Redução do andamento (pedal de aceleração/travagem)			4	ON	
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	0	t51	Manobrar o volante no sentido da curva			5	ON	

2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	0	t94	Manter a velocidade reduzida		14	ON	
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	0	t55	Manobrar o volante no sentido contrário da curva (desfazer a manobra)		7	ON	
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)		8	ON	
2	Controlo Total do veículo	I17	Circulação em curvas apertadas	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)		9	ON	
		I17	Circulação em curvas apertadas	1	I17	Circulação em curvas apertadas				
2	Controlo Total do veículo	I18	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)		1	ON	1
		I18	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano	1	I18	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano				
2	Controlo Total do veículo	I19	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em inclinação	1	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)		1	ON	2
		I19	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em inclinação	1	I19	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em inclinação				
2	Controlo Total do veículo	I20	Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)		1	ON	
2	Controlo Total do veículo	I20	Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas	1	I114	Circulação em curvas largas		2	ON	
2	Controlo Total do veículo	I20	Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)		3	ON	
		I20	Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas	1	I20	Circulação em vias planas com poucas curvas pouco acentuadas				

2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t32	Colocar a viatura numa posição mais à esquerda da via/fila/limite lateral			1	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletos			2	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t1	Usar posições dos piscas			3	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)			4	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t25	Redução do andamento (pedal de aceleração/travagem)			5	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t39	Posicionamento correto das mãos no volante			14	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda		c112	Verificação visual (prospeção visual)	S		7	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t105	Manobrar o volante no sentido da direção da manobra			8	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t54	Manobrar o volante para desfazer a manobra			9	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			10	ON	
2	Controlo Total do veículo	I21	Mudança de direção para a esquerda	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)			11	ON	
		I21	Mudança de direção para a esquerda	1	I21	Mudança de direção para a esquerda					
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t31	Colocar a viatura numa posição mais à direita da via/fila/limite lateral			1	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t1	Usar posições dos piscas			2	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletos			3	ON	

2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)		4	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t25	Redução do andamento (pedal de aceleração/travagem)		5	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t39	Posicionamento correto das mãos no volante		14	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita		c112	Verificação visual (prospecção visual)		7	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t105	Manobrar o volante no sentido da direção da manobra		8	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t54	Manobrar o volante para desfazer a manobra		9	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)		10	ON	
2	Controlo Total do veículo	I22	Mudança de direção para a direita	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)		11	ON	1
		I22	Mudança de direção para a direita	1	I22	Mudança de direção para a direita				
2	Controlo Total do veículo	I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade	1	I4	Iniciar a marcha do carro (plano reto)		1	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade	1	I5	Iniciar a marcha do carro (inclinado)		1	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)		2	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade	1	I114	Circulação em curvas largas		3	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade	1	I17	Circulação em curvas apertadas		3	ON	3
2	Controlo Total do veículo	I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)		4	ON	1

		I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade	1	I23	Circular em vias com curvas de maior dificuldade					
2	Controlo Total do veículo	I24	Ultrapassagem	1	I25	Mudança de faixa			1	ON	
2	Controlo Total do veículo	I25	Mudança de faixa		c112	Verificação visual (prospecção visual)			1	ON	
2	Controlo Total do veículo	I24	Ultrapassagem	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)			2	ON	
2	Controlo Total do veículo	I24	Ultrapassagem	0	t37	Ultrapassar outra viatura			3	ON	
2	Controlo Total do veículo	I24	Ultrapassagem	1	I25	Mudança de faixa			4	ON	
		I24	Ultrapassagem	1	I24	Ultrapassagem					
2	Controlo Total do veículo	I25	Mudança de faixa	0	t59	Verificação de sinalização das linhas horizontais			2	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I25	Mudança de faixa	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletores			3	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I25	Mudança de faixa	0	t1	Usar posições dos piscas			4	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I25	Mudança de faixa	0	t18	Incremento do andamento (pedal de aceleração)			5	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I25	Mudança de faixa	0	t105	Manobrar o volante no sentido da direção da manobra			14	ON	
		I25	Mudança de faixa	1	I25	Mudança de faixa					
2	Controlo Total do veículo	I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas	0	t114	Retirar o cinto de segurança			1	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas	0	t33	Colocar-se na postura corporal de manobra de marcha atrás			2	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas	0	t39	Posicionamento correto das mãos no volante			3	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletores			4	ON	1

2	Controlo Total do veículo	I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas	1	I8	Controlar o ponto de embraiagem Marcha Atrás (plano)			5	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas	0	t34	Manobrar o volante para manter a viatura direita na via			14	ON	2
		I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas	1	I214	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e retas					
2	Controlo Total do veículo	I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas	0	t114	Retirar o cinto de segurança			1	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas	0	t33	Colocar-se na postura corporal de manobra de marcha atrás			2	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas	0	t39	Posicionamento correto das mãos no volante			3	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas	0	t19	Visualização da via pelos espelhos refletores			4	ON	1
2	Controlo Total do veículo	I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas	1	I8	Controlar o ponto de embriagem Marcha Atrás (plano)			5	ON	2
2	Controlo Total do veículo	I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas	0	t50	Manobrar o volante para manter a viatura direita na via			14	ON	1
		I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas	1	I27	Circulação em Marcha Atrás em vias planas e com curvas					
2	Controlo Total do veículo	I37	Inversão de marcha	0	t141	Verificar as características da via			1	ON	
		I37	Inversão de marcha	1	I37	Inversão de marcha					
3	Resolução de situações de trânsito	I28	Condução em cruzamentos e entroncamentos		c100	<i>Verificação da existência de sinalização</i>	0		1	ON	3
		I28	Condução em cruzamentos e entroncamentos	1	I28	Condução em cruzamentos e entroncamentos					
3	Resolução de situações de trânsito	I29	Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados	1	I18	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano	1		2	ON	

3	Resolução de situações de trânsito	I29	Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	3		3	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I29	Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados		c101	Verificar a regra de apresentação pela direita	2		4	ON	3
3	Resolução de situações de trânsito	I29	Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados	0	t52	Efetuar a manobra no cruzamento ou entroncamento	3		5	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I29	Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	3		14	ON	
		I29	Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados	1	I29	Condução em cruzamentos e entroncamentos não sinalizados					
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados		c102	Verificar a regra da sinalização apresentada	2		1	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados		c105	Verificar qual o sinal luminoso ligado (Sinalização Semáforo)	4		2	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	3		3	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	3		4	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	4.1		5	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	4.2		14	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	1	I18	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano	1		7	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	1	I33	Cedência de passagem	5		8	ON	

3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados		s200	Sinalização de Perda de Prioridade	5		9	ON	3
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados		s201	Sinalização Placa Stop	3		10	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados		s202	Sinalização Semáforo	4		11	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	0	t52	Efetuar a manobra no cruzamento ou entroncamento	3		12	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	0	t52	Efetuar a manobra no cruzamento ou entroncamento	4.3		13	ON	
		I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados	1	I30	Condução em cruzamentos e entroncamento sinalizados					
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas	0	t142	Verificar a proximidade dos veículos			1	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas		c1014	Mudança de direção para a direita	2.1		2	ON	1
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas		c107	Mudança de direção para a esquerda	2.1		3	ON	2
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas		c108	Identificar o tipo da via			4	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	2.2		5	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas	1	I14	Controlo de paragem de marcha do veículo em inclinação (prevista)	2.2		14	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas	1	I18	Aproximação a veículos, peões, sinalização e obstáculos em plano	0		7	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas	1	I25	Mudança de faixa	1		8	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas	1	I34	Controlo de velocidade	0		9	ON	2

3	Resolução de situações de trânsito	I31	Condução em filas paralelas	1	I14	Parar a marcha do carro (plano reto/inclinado)	2.3		10	ON	
		I31	Condução em filas paralelas	1	I31	Condução em filas paralelas					
3	Resolução de situações de trânsito	I32	Incrementar a velocidade de circulação	1	I34	Controlo de velocidade			1	ON	
		I32	Incrementar a velocidade de circulação	1	I32	Incrementar a velocidade de circulação					
3	Resolução de situações de trânsito	I33	Cedência de passagem		c104	Verificar a proximidade dos veículos	2		1	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I33	Cedência de passagem	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)	1		2	ON	3
3	Resolução de situações de trânsito	I33	Cedência de passagem	1	I13	Controlo de paragem de marcha do veículo em plano (prevista)	2.1		3	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I33	Cedência de passagem	0	t52	Efetuar a manobra no cruzamento ou entroncamento	2.2		4	ON	
		I33	Cedência de passagem	1	I33	Cedência de passagem					
3	Resolução de situações de trânsito	I34	Controlo de velocidade		c108	Identificar o tipo da via	0		1	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I34	Controlo de velocidade	1	I11	Controlar as mudanças de velocidade ascendente (caixa e pedais)	1		3	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I34	Controlo de velocidade	1	I12	Controlar as mudanças de velocidade descendente (caixa e pedais)	2		4	ON	
3	Resolução de situações de trânsito	I34	Controlo de velocidade		c109	Identificar velocidade permitida	0		2	ON	
		I34	Controlo de velocidade	1	I34	Controlo de velocidade					
3	Resolução de situações de trânsito	I35	Contornar obstáculos/sinalização		c103	Verificar a regra da sinalização apresentada			1	ON	3
3	Resolução de situações de trânsito	I35	Contornar obstáculos/sinalização	0	t140	Cumprir a regra imposta			2	ON	

		I35	Contornar obstáculos/sinalização	1	I35	Contornar obstáculos/sinalização				ON	3
3	Resolução de situações de trânsito	I314	Incremento de complexidade, nos obstáculos, tipos de estradas e adversidades	0	t70	Circulação em Rotunda			1	ON	3
				1	I314	Incremento de complexidade, nos obstáculos, tipos de estradas e adversidades					

Anexo V - Descrição da implementação dos trajetos rodoviários no simulador de condução (DRiS)

Universo 1

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
Direita	C1	55	Constante	40	PosC0	50	Atravessa o cruzamento em frente (EU1)
Direita	C2	40	Constante	59	PosC1	30	Atravessa o cruzamento em frente (EU1)
Esquerda	C3	55	Constante	70	PosC0	90	Vira no cruzamento para norte (NU0)
Frente	C4	40	Constante	350	PosC0	25	Circula na faixa contrária
Frente	C5	40	Constante	150	PosC0	25	Circula na faixa contrária
Frente	C6	40	Constante	150	PosC0	25	Circula na faixa contrária

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	W	Cruzamento
Ligeiro	W	Cruzamento
Ligeiro	E	Cruzamento
Ligeiro	N	Via
Ligeiro	N	Via
Ligeiro	N	Via

Universo 2

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
Frente	C2	40	Constante	350	PosC0	25	Circula na faixa contrária
Direita	C1	40	Constante	40	PosC0	50	Para no cruzamento, espera que Carro2 passe e vira para direita (WU2N)

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	N	Via
Ligeiro	W	Cruzamento

Universo 3

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
Frente	C1	40	Constante	40	PosC0	50	Para no cruzamento e vira para direita (WU2)
Frente	C2	40	Constante	350	PosC0	25	Circula na faixa contrária

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	N	Cruzamento
Ligeiro	N	Via

Universo 4

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
Direita	C1	40	Constante	40	PosC0	50	Para no cruzamento, espera que Carro2 passe e vira para direita (WU2N)
Esquerda	C2	50	Constante	350	PosC0	25	aproxima-se do cruzamento, e segue em frente (WU3)
Frente	C1	50	Constante	300	PosC0	100	Circula na faixa contrária

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	W	Cruzamento
Ligeiro	E	Cruzamento
Ligeiro	N	Cruzamento

Universo 5

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
Frente	C5	40	Constante	150	PosC0	25	Circula na faixa contrária
direita	C1	55	Constante	10	PosC0	200	Circula na faixa, curva à direita no cruzamento e prossegue a marcha no sentido da viatura (SU4) e segue sempre em frente até ao fim do universo 5

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	N	Via
Ligeiro	W	Cruzamento

Universo 6

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
direita	C1	55	Constante	200	PosC0	200	Circula na faixa, curva à direita no cruzamento e prossegue a marcha mais 80 metros (SU6)
esquerda	C2	55	Constante	230	PosC0	200	Vira no cruzamento para norte (NU5)
Frente	C5	40	Constante	150	PosC0	25	Circula na faixa contrária
Frente	C6	40	Constante	90	PosC0	25	Circula na faixa contrária

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	W	Cruzamento
Ligeiro	E	Cruzamento
Ligeiro	N	Via
Ligeiro	N	Via

Universo 7

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
Esquerda	C1	55	Constante	40	PosC0	50	Atravessa o cruzamento em frente (EU1)
Direita	C2	40	Constante	59	PosC1	30	Atravessa o cruzamento em frente (EU1)

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	W	Cruzamento
Ligeiro	W	Cruzamento

Universo 8

Direção	Carro	Veloc.	Tipo	Posição Inicial do cruzamento	Objeto Trigger relativo	Posição Trigger Relativo	Manobra
Frente	C5	40	Constante	150	PosC0	25	Circula na faixa contrária
Frente	C4	40	Constante	110	PosC0	25	Circula na faixa contrária
Esquerda	C1	55	Constante	40	PosC0	50	Atravessa o cruzamento em frente (EU1)
Direita	C2	40	Constante	59	PosC1	30	Atravessa o cruzamento em frente (EU1)

Tipo carro	Direção	Local
Ligeiro	N	Via
Ligeiro	N	Via
Ligeiro	W	Cruzamento
Ligeiro	W	Cruzamento

**Anexo VI - Descrição dos trajetos
rodoviários implementados no simulador
de condução (DRiS)**

Universo	Distância	Distância Percorrida	Tarefa	Descrição das tarefas	Trigger	Evidência
1	0	0	Arranque	Engatar a 1ª velocidade	Caixa Velocidade=1	Cx.Veloc=1;
1	0	0	Arranque	Aceleração da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>0;
1	>1	1	Aceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2	Cx.Veloc=2;
1	>1	1	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>15;
1	>50	50	Aceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
1	>200	200	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
1	>400	400	Andamento	Engatar a 4ª velocidade	Caixa Velocidade=4;	Cx.Veloc=4;
1	>400	400	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>40; Var.Veloc<60;
1	>750	750	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;	Var.Veloc<=45;
1	>750	750	Desaceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
1	>1200	800	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=40;
1	>1250	850	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
1	>1275	875	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<90; VarAngVolante>0;
1	>1300	900	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante<-90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<-90;
1	>1330	930	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>-90; VarAngVolante>0;
1	>1350	950	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;	Var.Veloc<=45;
1	>1375	975	Desaceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2;	Cx.Veloc=2;
1	>1390	990	Paragem do carro	Reduzir a velocidade	Veloc--;Travão++;	Veloc.=0
2	0	1000	Arranque	Engatar a 1ª velocidade	Caixa Velocidade=1	Cx.Veloc=1;
2	0	1000	Arranque	Aceleração da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>0;
2	>1	1001	Aceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2	Cx.Veloc=2;
2	>1	1001	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>15;
2	>50	1050	Aceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
2	>200	1200	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
2	>250	1250	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>40; Var.Veloc<60;
2	>400	1400	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=40;
2	>425	1425	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
2	>450	1450	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<90; VarAngVolante>0;

270 Anexos

2	>480	1480	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante<-90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<-90;
2	>510	1510	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>-90; VarAngVolante>0;
2	>540	1540	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
2	>575	1575	Andamento	Engatar a 4ª velocidade	Caixa Velocidade=4;	Cx.Veloc=4;
2	>600	1600	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>40; Var.Veloc<70;
3	>380	1980	Desaceleração	Reduzir a velocidade da viatura	Veloc--;	Var.Veloc<60;
3	>400	2000	Desaceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
3	>410	2010	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=40;
3	>425	2025	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
3	>450	2050	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<90; VarAngVolante>0;
3	>480	2080	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante<-90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<-90;
3	>510	2110	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>-90; VarAngVolante>0;
3	>540	2140	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
3	>575	2175	Andamento	Engatar a 4ª velocidade	Caixa Velocidade=4;	Cx.Veloc=4;
3	>600	2200	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>40; Var.Veloc<70;
4	>380	2580	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;	Var.Veloc<=45;
4	>400	2600	Desaceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
4	>410	2610	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=40;
4	>425	2625	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
4	>450	2650	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<90; VarAngVolante>0;
4	>480	2680	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante<-90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<-90;
4	>510	2710	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>-90; VarAngVolante>0;
4	>550	2750	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;	Var.Veloc<=45;
4	>575	2775	Desaceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2;	Cx.Veloc=2;
4	>580	2785	Informação visual	Sinalizar a mudança de direção	Piscas=Direita;	Piscas=Dto;
4	>590	2790	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;Travão++;	Veloc.<=20;

4	>600	2800	Virar à direita no cruzamento	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
5	>1	2801	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>15;
5	>50	2850	Aceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
5	>200	3000	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
5	>250	3050	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>40; Var.Veloc<60;
5	>400	3200	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=40;
5	>425	3225	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
5	>450	3250	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<90; VarAngVolante>0;
5	>480	3280	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante<-90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<-90;
5	>510	3310	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>-90; VarAngVolante>0;
5	>540	3340	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
5	>575	3375	Andamento	Engatar a 4ª velocidade	Caixa Velocidade=4;	Cx.Veloc=4;
5	>600	3400	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>40; Var.Veloc<70;
6	>10	3410	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>60;
6	>50	3450	Aceleração	Engatar a 5ª velocidade	Caixa Velocidade=5;	Cx.Veloc=3;
6	>200	3600	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>70;
6	>240	3640	Informação visual	Sinalizar a mudança de direção	Piscas=Esquerda;	Piscas=Esq;
6	>250	3650	Ultrapassagem	Ultrapassar veículo em menor velocidade	Dist.EntreCarros<10; VarVeloc.entreCarros>0;	Dist.CentroVia<0
6	>500	3900	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>60; Var.Veloc<100;
6	>1600	5000	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=70;
6	>1610	5010	Desaceleração	Engatar a 4ª velocidade	Caixa Velocidade=4;	Cx.Veloc=4;
6	>1750	5150	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=60;
6	>1760	5160	Desaceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
6	>1800	5200	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=40;
6	>1825	5225	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
6	>1850	5250	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<90; VarAngVolante>0;
6	>1880	5280	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante<-90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<-90;

272 Anexos

6	>1910	5310	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>-90; VarAngVolante>0;
6	>1950	5350	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;	Var.Veloc<=45;
6	>1975	5375	Desaceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2;	Cx.Veloc=2;
6	>1990	5375	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;Travão++;	Veloc.<=20;
7	>1	5401	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>15;
7	>50	5450	Aceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
7	>100	5500	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
7	>250	5750	Andamento	Manter a velocidade da viatura	Veloc==;	Var.Veloc>40; Var.Veloc<60;
7	>800	6200	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--; Travao++;	Var.Veloc<=40;
7	>850	6250	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante>90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>90;
7	>875	6275	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<90; VarAngVolante>0;
7	>900	6300	Manobra o volante	Movimentar o volante no sentido da via e manter-se dentro da faixa na curva	AnguloVolante<-90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante<-90;
7	>930	6330	Manobra o volante	Endireitar a posição da viatura no sentido da via	AnguloVolante<90;	Dist.CentroVia>0; Dist.Berma<0; VarAngVolante>-90; VarAngVolante>0;
7	>950	6350	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;	Var.Veloc<=45;
7	>975	6375	Desaceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2;	Cx.Veloc=2;
7	>990	6390	Paragem do carro	Reduzir a velocidade	Veloc--;Travão++;	Veloc.=0
8	0	6400	Arranque	Engatar a 1ª velocidade	Caixa Velocidade=1	Cx.Veloc=1;
8	0	6400	Arranque	Aceleração da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>0;
8	>1	6401	Aceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2	Cx.Veloc=2;
8	>1	6401	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>15;
8	>50	6450	Aceleração	Engatar a 3ª velocidade	Caixa Velocidade=3;	Cx.Veloc=3;
8	>100	6500	Aceleração	Aumentar a velocidade da viatura	Veloc++;	Var.Veloc>35;
8	>150	6550	Desaceleração	Reduzir a velocidade	Veloc--;	Var.Veloc<=45;
8	>150	6550	Informação visual	Sinalizar o estacionamento da viatura	Piscas=Direita;	Piscas=Dto;
8	>180	6580	Desaceleração	Engatar a 2ª velocidade	Caixa Velocidade=2;	Cx.Veloc=2;
8	>200	6600	Paragem do carro	Reduzir a velocidade	Veloc--;Travão++;	Veloc.=0

Anexo VII - Formulário da informação do participante

Testes DCTools

*Obrigatório

Número anónimo de Participantes *

A sua resposta

Por favor indique o seu sexo? *

- Feminino
- Masculino

Por favor indique a sua idade? **

- 18-23
- 24-30
- 31-40
- 41-50
- 51-65
- +65

Por favor indique se tem carta de condução **

- Sim
- Não

SEGUINTE

Página 1 de 2

Anexo VIII - Declaração de consentimento

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

(Baseada na declaração de Helsínquia)

No âmbito da realização da tese de doutoramento “**Jogos Sérios para Treino e Certificação de Competências**”, eu abaixo assinado, _____, declaro que compreendi a explicação que me foi fornecida acerca do estudo que irei participar, nomeadamente o carácter voluntário desta participação, tendo-me sido dada a oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias.

Tomei conhecimento de que a informação ou explicação que me foi prestada versou os objetivos, os métodos, o eventual desconforto e a ausência de riscos para a minha saúde, e que será assegurada a máxima confidencialidade dos dados.

Foi-me explicado, ainda que poderei abandonar o estudo em qualquer momento, sem que daí advenham quaisquer desvantagens.

Por isso, consinto participar no estudo e na recolha de dados relativos ao desempenho da experiência, bem como a recolha de imagens.

Porto, ___ de _____ de 2017

(Participante ou seu representante)

Anexo IX - Dados recolhidos nos testes do caso de estudo

Sexo	Carta	Idade	TVMd	T1				T2				T3				T4	T5					T6		T7					T8					
				V40Prc	V40VMd	STPPrc	EXVPrc	V40Prc	V40VMd	PRDPrc	PRDVMd	EXVPrc	V40Prc	V40VMd	STPPrc	EXVPrc	EXVPrc	V40Prc	V40VMd	PRDPrc	PRDVMd	EXVPrc	V80Prc	V80VMd	V40Prc	V40VMd	APRPrc	PRDVMd	EXVPrc	V40Prc	V40VMd	STPPrc	EXVPrc	
0	2	50	34,67	0,20	42,38	1	0,94	0,71	38,21	0,59	43,25	0,86	0,96	38,56	0	0,92	0,88	0,23	22,39	0,33	40,35	0,00	0,15	83,09	0,60	38,55	0,69	34,95	0,97	1,00	39,36	0	0,92	
0	2	23	40,10	0,84	35,80	0	1,00	0,41	40,14	0,42	38,92	0,89	0,63	40,40	0	0,94	0,87	0,77	44,36	0,10	42,12	0,00	0,58	73,16	0,00	43,96	0,42	40,69	1,00	0,00	42,66	0	0,94	
0	3	23	24,74	1,00	31,44	0	0,99	1,00	35,20	0,00	19,57	0,89	0,85	37,20	1	0,81	0,75	0,00	31,87	1,00	38,59	0,00	1,00	62,17	0,85	38,30	1,00	17,59	0,90	0,83	33,07	1	0,86	
0	2	23	43,38	0,16	41,73	1	1,00	0,65	39,05	1,00	60,29	0,86	0,81	38,95	0	0,95	0,85	1,00	63,44	0,61	39,46	0,00	0,37	81,07	0,64	39,79	0,55	37,09	1,00	0,93	38,05	0	0,91	
0	2	40	37,94	0,09	41,40	0	0,99	0,39	40,13	0,00	12,31	0,92	0,75	39,50	0	0,86	0,90	0,79	42,32	0,23	40,69	0,00	0,86	55,19	0,44	41,37	1,00	31,17	1,00	0,50	40,06	0	0,91	
0	2	30	28,36	0,41	40,86	1	0,99	0,59	39,43	1,00	74,97	0,90	0,37	40,00	1	0,95	0,88	1,00	80,74	0,19	41,54	0,00	0,00	82,75	0,56	40,05	0,00	61,58	1,00	0,52	39,85	1	0,93	
0	2	23	32,40	0,67	38,91	1	1,00	0,26	41,07	1,00	48,88	0,87	0,36	41,06	1	0,94	0,84	1,00	54,72	0,58	39,76	0,00	0,94	69,28	0,51	39,94	0,00	52,54	1,00	0,75	37,67	0	0,95	
0	3	23	30,05	0,16	48,90	1	0,99	0,74	37,69	0,04	32,99	0,90	0,90	36,64	1	0,92	0,88	0,40	43,16	0,39	40,02	0,00	0,83	69,86	0,92	37,94	1,00	27,48	0,99	0,96	38,3	1	0,93	
1	3	23	32,55	0,00	75,12	0	0,36	0,74	35,81	1,00	46,77	0,35	0,00	53,39	1	0,62	0,45	1,00	45,80	0,00	46,30	0,00	1,00	67,18	0,00	64,73	0,00	59,97	0,33	0,53	38,19	1	0,48	
1	3	23	34,23	0,41	40,32	1	0,69	0,86	36,57	0,19	36,65	0,45	1,00	36,67	1	0,51	0,57	1,00	49,54	0,62	38,31	0,01	1,00	69,42	0,97	35,88	1,00	37,00	0,61	0,48	38,83	1	0,23	
1	3	23	36,70	0,12	42,27	1	0,88	1,00	38,47	0,00	34,85	0,87	0,64	37,53	1	0,93	0,83	0,89	44,65	0,90	36,53	0,00	1,00	64,38	0,16	42,19	0,60	39,45	1,00	0,29	41,13	1	0,82	
1	3	23	23,28	1,00	35,89	1	0,50	1,00	34,97	1,00	48,02	0,59	1,00	29,13	1	0,94	0,68	0,57	41,05	0,52	40,47	0,01	0,84	65,53	0,92	32,19	0,00	43,36	0,78	0,00	40,83	1	0,78	
0	3	40	22,83	0,00	66,30	0	0,48	0,74	37,73	0,00	36,98	0,72	0,80	38,25	0	0,87	0,73	0,35	37,64	0,06	42,47	0,01	0,78	75,44	0,76	36,39	0,00	51,76	0,95	0,45	39,81	1	0,94	
0	2	50	29,12	0,14	46,97	0	0,99	0,90	28,21	0,00	21,51	0,88	0,94	34,85	0	0,93	0,91	0,00	24,40	1,00	35,97	0,00	1,00	62,78	0,83	34,14	1,00	16,42	0,99	0,88	37,34	0	0,90	
0	2	40	19,66	0,27	41,09	0	1,00	0,57	39,39	0,14	19,49	0,88	0,43	39,54	0	0,89	0,87	0,01	38,66	0,09	41,05	0,00	1,00	67,73	0,08	41,37	1,00	35,46	1,00	0,13	41,18	0	0,91	
0	2	23	39,00	0,25	41,17	0	0,99	0,45	40,64	0,10	16,05	0,88	0,33	41,01	0	0,91	0,88	1,00	51,73	0,00	42,42	0,00	1,00	66,75	0,45	40,68	1,00	27,42	1,00	0,11	41,6	0	0,92	
0	2	50	32,17	0,00	48,43	0	0,92	0,78	38,11	1,00	48,80	0,87	0,53	39,60	0	0,94	0,87	1,00	56,66	0,97	35,86	0,00	0,88	70,63	0,32	43,24	0,00	65,15	0,99	0,52	38,79	0	0,93	
0	2	23	47,22	1,00	37,57	1	1,00	1,00	36,44	1,00	97,86	0,92	0,78	38,29	0	0,96	0,88	1,00	89,50	0,70	39,42	0,00	0,81	74,10	0,87	36,83	1,00	25,76	1,00	0,94	35,9	0	0,91	
0	2	23	40,90	0,89	38,37	0	1,00	1,00	36,77	1,00	72,25	0,86	1,00	32,96	0	0,96	0,61	1,00	111,87	1,00	34,08	0,00	1,00	67,65	1,00	37,15	1,00	31,52	1,00	1,00	38,93	0	0,92	
0	2	23	37,75	0,00	54,01	0	1,00	0,59	39,87	0,69	41,37	0,90	0,77	37,83	0	0,94	0,92	1,00	45,92	0,70	38,49	0,00	1,00	63,73	0,49	39,84	1,00	38,54	1,00	0,39	40,2	0	0,93	
0	2	30	35,54	0,47	40,28	1	0,99	0,50	39,73	1,00	54,54	0,91	0,27	40,81	0	0,95	0,90	1,00	77,78	0,14	44,18	0,00	0,87	70,55	0,58	40,74	0,00	51,41	1,00	0,59	39,69	1	0,95	
0	2	23	31,96	0,70	38,39	0	0,99	0,63	39,37	0,23	22,80	0,89	1,00	38,01	0	0,90	0,87	0,65	41,01	1,00	35,94	0,00	1,00	64,36	1,00	36,50	1,00	14,24	1,00	1,00	38,67	0	0,91	
1	2	30	31,06	0,89	36,60	0	1,00	0,53	39,87	0,00	20,78	0,91	0,70	38,90	0	0,93	0,88	0,00	29,42	0,66	38,94	0,00	0,81	76,17	0,92	37,32	1,00	31,53	1,00	0,34	40,95	1	0,92	
1	3	30	38,46	0,87	38,79	0	1,00	0,40	40,37	0,58	42,79	0,90	0,70	37,51	0	0,95	0,88	1,00	47,08	0,80	38,67	0,00	1,00	61,92	0,81	37,24	1,00	25,93	1,00	0,92	38,15	0	0,92	
1	2	30	24,47	0,00	43,48	0	1,00	0,66	38,78	0,00	12,96	0,90	1,00	34,59	1	0,89	0,89	0,00	13,24	1,00	34,94	0,00	1,00	53,87	1,00	35,23	1,00	16,87	1,00	1,00	37,18	0	0,92	
0	3	30	33,62	0,54	41,29	0	0,91	0,84	37,95	0,06	19,18	0,93	0,66	39,33	0	0,93	0,91	0,82	47,68	0,44	40,95	0,00	0,62	78,47	0,45	40,09	1,00	24,02	0,98	0,35	42,23	1	0,85	
0	2	40	33,79	0,75	35,36	0	1,00	1,00	33,18	0,00	15,32	0,93	0,62	35,89	0	0,90	0,89	1,00	73,17	0,72	38,36	0,00	1,00	63,49	0,75	35,86	1,00	26,54	1,00	1,00	35,72	1	0,92	
1	3	23	33,68	1,00	36,55	0	0,76	1,00	35,12	0,00	36,15	0,50	1,00	36,21	0	0,40	0,38	1,00	53,62	1,00	35,18	0,02	1,00	61,72	0,00	58,18	0,00	58,05	0,37	0,29	43,76	0	0,22	
0	2	23																																
0	2	30	43,05	0,00	56,96	0	0,98	1,00	35,56	0,10	32,25	0,91	1,00	37,59	0	0,94	0,90	0,46	39,72	0,96	36,54	0,00	0,38	79,77	0,00	48,77	0,91	28,36	1,00	0,00	44,52	0	0,93	
1	3	23	34,89	0,54	39,12	0	1,00	1,00	36,11	0,69	40,66	0,92	1,00	35,13	0	0,95	0,90	1,00	60,46	0,92	35,24	0,00	1,00	51,92	0,96	33,03	1,00	31,79	1,00	1,00	36,12	0	0,92	
1	3	23																																
0	2	23																																
0	2	23	39,29	0,91	36,26	0	1,00	1,00	37,60	0,00	17,05	0,92	0,92	37,08	0	0,91	0,85	1,00	51,95	0,59	38,47	0,00	1,00	66,20	1,00	35,29	0,85	25,06	0,99	1,00	36,32	0	0,88	
0	2	23	37,68	0,29	41,76	0	0,99	0,31	40,03	1,00	58,83	0,86	0,00	41,22	1	0,95	0,86	1,00	55,11	0,64	38,98	0,00	0,76	71,92	1,00	37,52	0,78	36,38	1,00	0,65	38,51	1	0,94	
0	2	23	32,63	0,98	36,97	0	0,99	0,86	37,74	0,10	17,56	0,90	0,97	37,15	0	0,90	0,90	0,70	45,02	0,76	37,72	0,00	0,61	75,09	0,41	40,18	0,92	16,94	0,99	0,58	39,58	0	0,91	
0	2	23																																
1	3	30	31,29	1,00	36,82	0	1,00	1,00	33,60	0,26	36,19	0,91	1,00	36,93	0	0,95	0,91	0,08	36,01	0,59	39,66	0,00	1,00	28,30	1,00	36,19	1,00	38,76	1,00	0,76	38,41	0	0,94	
0	2	30	46,93	0,00	50,65	0	0,99	0,87	38,04	0,67	45,55	0,90	0,57	38,27	1	0,95	0,87	1,00	68,52	0,31	41,21	0,00	0,98	74,02	0,72	38,61	0,00	51,09	1,00	0,32	40,26	1	0,95	
0	2	65	41,84	0,17	43,07	0	1,00	0,03	43,48	0,22	32,22	0,91	0,60	40,80	0	0,93	0,92	1,00	50,69	0,34	45,94	0,00	0,79	75,77	0,14	43,85	0,83	28,09	1,00	0,26	42,56	0	0,95	
0	2	23	43,79	0,73	39,58	0	1,00	0,86	37,71	1,00	53,67	0,90	0,88	37,40	0	0,95	0,91	1,00	57,68	0,62	40,17	0,00	0,97	75,73	0,76									

Anexo X - Cálculos da elaboração dos histogramas e curva de distribuição normal dos dados

Histogramas de treino e avaliação da competência de velocidade

	Treino	Avaliação
Minímo	0,07	0,00
Máximo	1,00	1,00
Média	0,66	0,58
Tamanho (n)	46	46
Est. Classes	6,78233	6,78233
Classes	6	6
Incremento	0,155	0,166667
Desv. Pad	0,19103	0,310108
Incremento 2	0,0093	0,01

Treino		
Classe	Corte	Frequencia
1	0,225	1
2	0,38	2
3	0,535	8
4	0,69	15
5	0,845	10
6	1	10

Treino		
Pontos	Valor	FDM
1	0,07932	0,019
2	0,08862	0,022
3	0,09792	0,026
4	0,10722	0,03
5	0,11652	0,034
6	0,12582	0,039
7	0,13512	0,045
8	0,14442	0,051
9	0,15372	0,058
10	0,16302	0,066
11	0,17232	0,075
12	0,18162	0,085
13	0,19092	0,096
14	0,20022	0,109
15	0,20952	0,122
16	0,21882	0,137
17	0,22812	0,153
18	0,23742	0,171
19	0,24672	0,191
20	0,25602	0,212
21	0,26532	0,235
22	0,27462	0,26
23	0,28392	0,286
24	0,29322	0,315
25	0,30252	0,346
26	0,31181	0,379
27	0,32111	0,414
28	0,33041	0,452
29	0,33971	0,491
30	0,34901	0,533
31	0,35831	0,577
32	0,36761	0,623
33	0,37691	0,671

Treino		
Pontos	Valor	FDM
34	0,3862132	0,7215
35	0,395513	0,7737
36	0,4048128	0,8276
37	0,4141126	0,8832
38	0,4234124	0,9404
39	0,4327122	0,9988
40	0,442012	1,0584
41	0,4513118	1,1189
42	0,4606116	1,18
43	0,4699114	1,2416
44	0,4792112	1,3032
45	0,488511	1,3647
46	0,4978108	1,4257
47	0,5071106	1,4859
48	0,5164104	1,5449
49	0,5257102	1,6026
50	0,53501	1,6584
51	0,5443098	1,7121
52	0,5536096	1,7634
53	0,5629094	1,8119
54	0,5722092	1,8573
55	0,581509	1,8993
56	0,5908088	1,9377
57	0,6001086	1,9723
58	0,6094084	2,0026
59	0,6187082	2,0287
60	0,628008	2,0502
61	0,6373078	2,067
62	0,6466076	2,079
63	0,6559074	2,0862
64	0,6652072	2,0884
65	0,674507	2,0856
66	0,6838068	2,078

Treino		
Pontos	Valor	FDM
67	0,693	2,065
68	0,702	2,048
69	0,712	2,026
70	0,721	2
71	0,73	1,969
72	0,74	1,934
73	0,749	1,895
74	0,758	1,853
75	0,768	1,807
76	0,777	1,758
77	0,786	1,707
78	0,795	1,653
79	0,805	1,597
80	0,814	1,539
81	0,823	1,48
82	0,833	1,419
83	0,842	1,358
84	0,851	1,297
85	0,861	1,235
86	0,87	1,174
87	0,879	1,113
88	0,888	1,052
89	0,898	0,993
90	0,907	0,934
91	0,916	0,877
92	0,926	0,822
93	0,935	0,768
94	0,944	0,716
95	0,954	0,666
96	0,963	0,618
97	0,972	0,572
98	0,981	0,529
99	0,991	0,487
100	1	0,448

Avaliação		
Classe	Corte	Frequencia
1	0,167	5
2	0,333	7
3	0,500	8
4	0,667	7
5	0,833	5
6	1	14

Avaliação		
Pontos	Valor	FDM
1	0,01	0,23956545
2	0,02	0,25402446
3	0,03	0,26907621
4	0,04	0,2847236
5	0,05	0,30096779
6	0,06	0,31780811
7	0,07	0,33524192
8	0,08	0,35326455
9	0,09	0,37186919
10	0,1	0,3910468
11	0,11	0,41078603
12	0,12	0,43107317
13	0,13	0,45189206
14	0,14	0,47322408
15	0,15	0,49504804
16	0,16	0,51734024
17	0,17	0,54007437
18	0,18	0,56322156
19	0,19	0,58675037
20	0,2	0,6106268
21	0,21	0,63481438
22	0,22	0,65927414
23	0,23	0,68396476
24	0,24	0,7088426
25	0,25	0,7338618
26	0,26	0,75897445
27	0,27	0,78413064
28	0,28	0,80927866
29	0,29	0,83436514
30	0,3	0,85933521
31	0,31	0,88413271
32	0,32	0,90870037
33	0,33	0,93298004

Avaliação		
Pontos	Valor	FDM
34	0,34	0,956913
35	0,35	0,98044
36	0,36	1,003501
37	0,37	1,026037
38	0,38	1,047988
39	0,39	1,069297
40	0,4	1,089906
41	0,41	1,109757
42	0,42	1,128795
43	0,43	1,146966
44	0,44	1,164219
45	0,45	1,180503
46	0,46	1,19577
47	0,47	1,209977
48	0,48	1,223079
49	0,49	1,235039
50	0,5	1,245819
51	0,51	1,255387
52	0,52	1,263714
53	0,53	1,270774
54	0,54	1,276546
55	0,55	1,281011
56	0,56	1,284155
57	0,57	1,285969
58	0,58	1,286448
59	0,59	1,285589
60	0,6	1,283395
61	0,61	1,279874
62	0,62	1,275036
63	0,63	1,268896
64	0,64	1,261473
65	0,65	1,25279
66	0,66	1,242873

Avaliação		
Pontos	Valor	FDM
67	0,67	1,231754
68	0,68	1,219465
69	0,69	1,206045
70	0,7	1,191532
71	0,71	1,17597
72	0,72	1,159406
73	0,73	1,141886
74	0,74	1,123463
75	0,75	1,104188
76	0,76	1,084116
77	0,77	1,063302
78	0,78	1,041805
79	0,79	1,019681
80	0,8	0,996989
81	0,81	0,973789
82	0,82	0,950141
83	0,83	0,926104
84	0,84	0,901736
85	0,85	0,877097
86	0,86	0,852245
87	0,87	0,827236
88	0,88	0,802126
89	0,89	0,776971
90	0,9	0,751822
91	0,91	0,726731
92	0,92	0,701747
93	0,93	0,676918
94	0,94	0,652288
95	0,95	0,627902
96	0,96	0,603799
97	0,97	0,580018
98	0,98	0,556594
99	0,99	0,533562
100	1	0,51095

Histogramas de treino e avaliação da competência de manutenção dentro da faixa de rodagem

	Treino	Avaliação
Mínimo	0,45	0,30
Máximo	0,94	0,97
Média	0,88	0,91
Tamanho (n)	46	46
Est. Classes	6,78233	6,782329983
Classes	6	6
Incremento	0,0827125	0,112741667
Desv. Pad	0,114001	0,148111555
Incremento 2	0,0049628	0,0067645

Treino		
Classe	Corte	Frequencia
1	0,528	2
2	0,611	1
3	0,693	1
4	0,776	1
5	0,859	1
6	0,941	40

Treino		
Pontos	Valor	FDM
1	0,4502	0,00271166
2	0,4551	0,00319434
3	0,4601	0,00375581
4	0,4651	0,00440761
5	0,4700	0,00516274
6	0,4750	0,00603579
7	0,4799	0,00704312
8	0,4849	0,008203
9	0,4899	0,00953581
10	0,4948	0,01106418
11	0,4998	0,01281321
12	0,5048	0,01481063
13	0,5097	0,01708701
14	0,5147	0,01967595
15	0,5196	0,02261426
16	0,5246	0,02594215
17	0,5296	0,02970342
18	0,5345	0,03394564
19	0,5395	0,03872029
20	0,5445	0,04408289
21	0,5494	0,05009317
22	0,5544	0,05681512
23	0,5593	0,06431709
24	0,5643	0,07267177
25	0,5693	0,08195626
26	0,5742	0,09225193
27	0,5792	0,10364439
28	0,5842	0,11622327
29	0,5891	0,13008205
30	0,5941	0,14531774
31	0,5990	0,16203054
32	0,6040	0,1803234
33	0,6090	0,20030154

Treino		
Pontos	Valor	FDM
34	0,6139	0,22207182
35	0,6189	0,24574212
36	0,6239	0,27142055
37	0,6288	0,29921463
38	0,6338	0,32923038
39	0,6387	0,36157131
40	0,6437	0,39633735
41	0,6487	0,4336237
42	0,6536	0,47351964
43	0,6586	0,51610725
44	0,6636	0,56146011
45	0,6685	0,60964193
46	0,6735	0,6607052
47	0,6784	0,71468983
48	0,6834	0,77162174
49	0,6884	0,83151155
50	0,6933	0,89435326
51	0,6983	0,96012301
52	0,7033	1,02877794
53	0,7082	1,10025508
54	0,7132	1,17447047
55	0,7182	1,2513183
56	0,7231	1,33067032
57	0,7281	1,41237532
58	0,7330	1,49625891
59	0,7380	1,5821234
60	0,7430	1,66974802
61	0,7479	1,75888926
62	0,7529	1,84928154
63	0,7579	1,94063809
64	0,7628	2,03265206
65	0,7678	2,12499794
66	0,7727	2,21733321

Treino		
Pontos	Valor	FDM
67	0,7777	2,3093
68	0,7827	2,4005
69	0,7876	2,4906
70	0,7926	2,5792
71	0,7976	2,6659
72	0,8025	2,7503
73	0,8075	2,832
74	0,8124	2,9106
75	0,8174	2,9857
76	0,8224	3,057
77	0,8273	3,124
78	0,8323	3,1864
79	0,8373	3,244
80	0,8422	3,2963
81	0,8472	3,3431
82	0,8521	3,3842
83	0,8571	3,4193
84	0,8621	3,4482
85	0,8670	3,4708
86	0,8720	3,4869
87	0,8770	3,4965
88	0,8819	3,4995
89	0,8869	3,4958
90	0,8918	3,4855
91	0,8968	3,4686
92	0,9018	3,4454
93	0,9067	3,4157
94	0,9117	3,38
95	0,9167	3,3382
96	0,9216	3,2908
97	0,9266	3,2379
98	0,9315	3,1798
99	0,9365	3,1168
100	0,9415	3,0493

Avaliação		
Classe	Corte	Frequencia
1	0,41014	2
2	0,52288	1
3	0,63563	0
4	0,74837	0
5	0,86111	1
6	0,97385	42

Avaliação		
Pontos	Valor	FDM
1	0,3042	0,0005643
2	0,3109	0,0006803
3	0,3177	0,0008184
4	0,3245	0,0009825
5	0,3312	0,0011771
6	0,3380	0,0014073
7	0,3448	0,0016789
8	0,3515	0,0019989
9	0,3583	0,0023748
10	0,3650	0,0028156
11	0,3718	0,0033313
12	0,3786	0,0039331
13	0,3853	0,0046341
14	0,3921	0,0054486
15	0,3989	0,0063928
16	0,4056	0,0074851
17	0,4124	0,0087458
18	0,4192	0,0101974
19	0,4259	0,0118653
20	0,4327	0,0137772
21	0,4395	0,0159638
22	0,4462	0,018459
23	0,4530	0,0212996
24	0,4597	0,0245262
25	0,4665	0,0281827
26	0,4733	0,0323169
27	0,4800	0,0369803
28	0,4868	0,0422284
29	0,4936	0,0481209
30	0,5003	0,0547214
31	0,5071	0,0620975
32	0,5139	0,070321
33	0,5206	0,0794677

Avaliação		
Pontos	Valor	FDM
34	0,5274	0,089617
35	0,5342	0,100852
36	0,5409	0,113259
37	0,5477	0,126927
38	0,5545	0,141948
39	0,5612	0,158416
40	0,5680	0,176426
41	0,5747	0,196075
42	0,5815	0,217457
43	0,5883	0,240669
44	0,5950	0,265803
45	0,6018	0,292951
46	0,6086	0,322199
47	0,6153	0,353628
48	0,6221	0,387314
49	0,6289	0,423325
50	0,6356	0,461721
51	0,6424	0,502549
52	0,6492	0,545848
53	0,6559	0,591643
54	0,6627	0,639943
55	0,6694	0,690743
56	0,6762	0,744023
57	0,6830	0,799743
58	0,6897	0,857844
59	0,6965	0,918249
60	0,7033	0,980859
61	0,7100	1,045555
62	0,7168	1,112196
63	0,7236	1,180619
64	0,7303	1,25064
65	0,7371	1,322054
66	0,7439	1,394633

Avaliação		
Pontos	Valor	FDM
67	0,7506	1,468131
68	0,7574	1,542282
69	0,7642	1,616803
70	0,7709	1,691392
71	0,7777	1,765735
72	0,7844	1,839505
73	0,7912	1,912364
74	0,7980	1,983966
75	0,8047	2,05396
76	0,8115	2,121992
77	0,8183	2,18771
78	0,8250	2,250764
79	0,8318	2,310809
80	0,8386	2,367513
81	0,8453	2,420554
82	0,8521	2,469626
83	0,8589	2,514443
84	0,8656	2,554739
85	0,8724	2,590272
86	0,8791	2,620826
87	0,8859	2,646216
88	0,8927	2,666284
89	0,8994	2,680906
90	0,9062	2,689992
91	0,9130	2,693484
92	0,9197	2,691361
93	0,9265	2,683636
94	0,9333	2,670357
95	0,9400	2,651607
96	0,9468	2,627503
97	0,9536	2,598192
98	0,9603	2,563855
99	0,9671	2,524699
100	0,9739	2,480962

Anexo XI - Extended Abstract of Ph.D. thesis carried out under the Doctoral Program in Digital Media

Index

Abstract	293
Introduction	295
1 Digital Games and Game Based-Learning (GBL)	297
1.1 Games and Digital Games	297
1.2 Game genre taxonomies	300
1.3 Serious Games	303
1.3.1 Motivation: Serious games' key to success	305
1.3.2 Classification and taxonomies	306
1.4 Game assessment	307
1.4.1 Assessment of digital learning	308
1.4.2 Evaluation design in serious games	310
1.4.3 Final considerations on the design and evaluation of learning with games	312
2 Training, competences and certification	313
2.1 Training	313
2.2 Skills	314
2.3 Education competencies	315
2.4 Certification	316
3 Triadic Certification Method	318
3.1 Relationship between game taxonomy and competences development survey	319
3.2 Design of TCM	321
4 Case study of driver's licenses	326
4.1 Case study (context, implementation + DRIS)	327
4.2 TCM design	328
4.3 Analysis of results	333
Conclusions	337
References	339

Abstract

Digital Games can be effective learning tools when used in applications that can be designated as Serious Games (SG), Games for Learning (GL) or Games-Based Learning (GBL).

SGs provide challenges in accordance with the intended learning objectives and can adapt and/or repeat them (by allowing for error recovery) according to the learner's level. In training, this aspect is decisive in the acquisition of knowledge, experience and professional skills, namely through: providing motivating and engaging environments, various approaches to problem solving, the simulation of different situations, and unique contexts wherein players can develop professional skills.

The effectiveness of games-based training is directly related to the success of the challenges in promoting skills acquisition, for which there is no optimal design methodology.

Until now, most research has been focused on the evaluation of the games themselves rather than on the assessment of learners. Player analysis is usually performed at the end of the game using traditional questionnaire forms.

In this work, we propose a “Triadic Certification Model” that provides a set of guidelines for game designers to build specific games for the certification of competences, and an in-game assessment in specific training applications. This assessment can be done with in-game mechanics and challenges, providing a learning path for obtaining the intended competences.

These guidelines are established based on a triad of components: Competences/Mechanics/Levels, which combines the competences defined for each training plan with the challenges designed for the serious games on a matrix that matches needs and levels.

The Triadic Certification Model, which promotes balance between the parts and participants of a certification process, provides a four-step guide and a set of tools for developing serious games to certify skills training.

Introduction

Currently, the computer games industry is one of the most important and profitable globally. Games are marketed for all age groups, not limited to the younger generations, and for both genders.

Simultaneously, the use of games to promote and/or reinforce learning (GBL) has increasingly come to play a relevant role: several contributions from the scientific community have demonstrated the potential of games as learning tools, either when the games are designed and developed expressly for this purpose or when there is a reorientation of commercial game goals. In both cases, the ability of games to motivate players, promote their ability to solve problems and facilitate collaboration and competition between them has been harnessed to create contexts for acquiring knowledge and developing personal skills.

The relevant advantages and contributions of GBL have been analyzed in different disciplinary areas, such as Languages or Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM); at various levels of education, such as basic education, secondary education, vocational education and higher education; and in different contexts, such as the formal classroom, training or training actions, and non-formal and even informal learning processes.

Through games, students are faced with challenges and evaluated according to the results obtained. However, this assessment does not in itself translate into a valid title or certificate. To gain this recognition, students need to prove their knowledge and skills through another traditional, summative evaluation process.

We can therefore consider that, although the games already support (even systematically) learning, the process of assessing the knowledge and skills acquired in this way still presents many shortcomings.

As we believe that the process of validation of competences can occur within the game itself, this research aims to design, define and validate a serious (educational) game development methodology that integrates the components of training, evaluation and certification of skills.

To fit the present work, we began with an analysis of the integrated evaluation systems in GBL, identifying the hypotheses already proven to correspond to the scientific focus of the present work:

Is it possible to integrate the evaluation process and the consequent certification of competences within the context of GBL, when this process is governed by specific norms that describe and systematize the measurement of student performance?

From this problem, four specific research questions have been identified:

- RQ1. Is there any relation between gaming genres and the training of specific skills?
- RQ2. What are the specific aspects of serious game design that favor the evaluation of learning and training of the player's skills when they are based on referential structures of competences?
- RQ3. Is it possible to identify a method for the certification of competences using serious games, starting from a game design that already considers the learning objectives and the performance metrics for this certification?
- RQ4. How to integrate Learning Analytics for the in-game assessment system to correctly measure player performance in skills training?

After defining the research questions, the main objective of this work is to define a method for the design of serious games, which ensures the mapping of learning objectives onto the challenges of the game.

As an additional objective, we propose to establish a comparative matrix between gaming genres and a competence training benchmark that allows for the identification of the most appropriate game mechanics to support the previous goal.

Finally, we intend to implement the in-game evaluation component through a Learning Analytics process that will test the results according to the objectives, expected goals, activities and performance metrics.

The structure of this document is composed of four chapters explaining our research work. Firstly, a review of the literature on the topics involved, such as digital games and genre taxonomies of games, serious (educational) games and taxonomies, GBL and learning assessment, is presented. Another topic described considers the

training and certification of competences, where several references of competencies are presented.

The remaining chapters relate firstly to the triad certification method developed to respond to the identified problem. Finally, we describe our case study on the training and certification of competences in the teaching of automobile driving, carried out as proof of concept of the developed method.

1 Digital Games and Game Based-Learning (GBL)

This chapter provides a summary of the state of the art of digital games, particularly Serious Games, which is the new and growing trend in 21st century education, and technology is making it all possible. Digital games have several genres, features and implications for human behavior, particularly within the context of education. This perspective or vision of games in the pedagogical context has united several authors around the topic of Game Based-Learning (GBL), which supports using games for learning.

1.1 Games and Digital Games

In this section, we aim to reveal aspects of games and their contributions to changing human behavior when applied to education. This position reflects the importance of games in the pedagogical context and the support lent to them by constructivist authors.

It is prudent to open this section with the definition of some concepts related to interactive games with pedagogical features; namely, the two fundamental concepts of Game and Play.

The first, “Game”, is defined by Oxford Pocket Dictionary Manser and McGauran (Manser & McGauran, 1991) as a “match” or “meeting”. This definition relates to all purposeful competition where the rules are created, applied and adapted to a restricted environment. In general, games have a small number of rules, which are easily understood and applied. Even when games may be viewed as a leisure activity by many players, all players are acutely aware that victory is the main goal. So, the definition considers a “game” to be a goals structure or semi-structure in which players must follow a set of rules and complete challenges. Not following the established rules

is considered a fault or error with consequences such as losing the game. The game can involve a wide number of players (one, two or several) who can act in distinct ways: collaborative or competitive.

The second, “Play”, refers to daily activities that imply an explicit and intentional movement or action, such as practicing sports, playing with others or playing the piano. However, within specialized contexts, technical or not, the meaning assumes a more particular notion of how those activities are performed.

An important game specialist is Johan Huizinga (1949), who proposes the definition of “magic circle” as the conceptual space where everything (play) happens without consequence. The “*Homo Ludens - A Study of the Play-Element in Culture*” study was popularized and had a strong influence on video games and learning researchers. According to this conceptualization, everyone’s actions within the context of a game have one meaning, but outside this context they have no logic (Dodig-Crnkovic & Larsson, 2005). Salen and Zimmerman (2004) reinforce this concept and apply it to the digital game as “where the game takes place. To play a game means entering into a magic circle, perhaps creating one as a game begins, and the magic circle of game is where it happens”. The player is mostly engaged in the activity for enjoyment and recreation.

Several authors (Caillois, 1955; Huizinga & Hull, 1949; Juul, 2001; Salen & Zimmerman, 2004) show an intrinsic approximation of the game to the player with multiple factors associated with an individual’s desire to play a game. The factors differ from person to person based on age, game understanding, IQ levels and personality. These elements are fundamental for game designers to improve and vary the number and complexity of the goals, rules, challenges and participants to increase players’ engagement with the game. The concept is very useful in the application of games to learning, which will be further addressed below.

Contrary to popular belief, a game is not a chaotic or rule-free activity. In fact, games are structured contexts where users (players) have clear objectives (with victory as the end goal) that they try to accomplish. Users face opponents (real or in-game characters) and overcome challenges, all the while respecting a clearly-defined set of rules. Failure to follow these rules implies a punishment or penalty. Games can involve one player acting alone, two or more players acting cooperatively or, more frequently, players or teams of players competing amongst themselves (Batista & de Carvalho, 2008).

By way of general conclusion, a “game” is a rule-based activity that has a beginning, a middle and an end, and, as in real life, “games present problems that

must be solved and overcome by taking action. However, games depart from reality in the consequences of success or failure and in the clarity of outcomes.” (Bergeron, 2006).

The history of the computer game is very related to the evolution of the personal computer (PC) and other consumer electronics. One of the first video games, “Spacewar”, developed by Massachusetts Institute of Technology (MIT) students, was released in 1961, and the first adventure game for the PC, “Colossal Cave Adventure” or “Adventure”, was released in 1976. Its features, as they were for nearly all games at that time, were based in text, without any images (D. Myers & others, 1990).

By the early 1980s, with the evolution of the computer platform, the emergence of the computer mouse, the growth of disc memories and data processing speeds and the improvement of graphics abilities to support high-definition, games mixing static and color images with text began to appear. The video game brought new advantages such as increased versatility and objects generated with movement. However, the PC evolution was not always directly influenced by the evolution of computer games in penetrating the mass entertainment market, as evidenced by the development of new computers such as the Apple Macintosh (1984), the Commodore Amiga and the Atari 520ST (1985) (D. Myers & others, 1990). Today, the battle between both consoles and PCs endures, with one sometimes having more advantages over the other, mainly in terms of the 3D graphic component and speed. Nowadays, the PC has become more technologically powerful, seeking to develop and advance in aesthetics and proposed design, and games have advanced so far that they have in fact created needs that have forced the evolution.

The computer game may be defined as a game of any type or genre that is played through a computer, and based not only on video graphics, but also on text and other interactive fiction. Strictly technology neutral, in the beginning a computer game would be displayed on a monitor or television as the primary feedback device, but currently any recent technology or device can support them, including mobile phones, tablets, PDAs, etc.

Another aspect considered by several authors (Jenkins, 2005; Picot, 2009; Scacchi, Nideffer, & Adams, 2008; Stokrocki, 2007) is the invocation of the computer as an art form, whose status evolution began with the legitimation of interactive fiction as the greatest literary form of computer games (D. Myers & others, 1990).

In addition to being cultural artefacts, computer games are economically very profitable, representing a significant portion of the whole of audiovisual production (cinema, television, computer games, internet, etc.).

The video game industry has continued to grow dramatically over the past decade, cutting into mainstream media in participation and revenues as it becomes part of mainstream media culture, and in fact modern culture in general (Oblinger, 2006). The younger generations, encompassing today's children, university students and young workers, were born with video games, which are therefore an important part of their culture, in addition to TV, movies and books. Rewards are a major part of their universe, whether they are translated into game entities (get more life power, access new levels, acquire new capacities or equipment, etc.) or even as neurological impulses for satisfaction or happiness. Comparatively, in real life, humans do not achieve the rewards obtained in the complex world of games quite as easily.

Computer games have foremost importance on a global scale. Consequently, it is expected that not only will entertainment preferences be affected in coming years, but so will such things as personal practices and management. Additionally, things develop quickly in this industry, and one year can mean significant difference in participants, markets and products. Cadin and Guérin (Cadin & Guérin, 2006) define this characteristic as the velocity of the industry. There are purchase cycles throughout the year, including the "ordinary" product life cycles of games themselves and console cycles. With a growth rate between 10 and 15 percent per year over a 25-year period, velocity is high.

1.2 Game genre taxonomies

The greatest feature of computer games is the pattern of interaction between the player and the game that determines your gender (D. Myers & others, 1990). So, what is important to study in these kinds of games is not the type of technology or platform the game runs on, but the intrinsic properties of the various game players, as well as its structure and content and their coding whole context action - reaction (behavior with other agents and the player).

The genre is used to categorize video games based on their gameplay interaction rather than visual or narrative differences (Apperley, 2006), as well as a set of gameplay challenges.

Genre definitions or taxonomies are always controversial. There have been myriad suggestions for computer game genres (Breuer & Bente, 2010) throughout the years because the authors analyze the different focus of player in the game. Briefly, and confronting various authors, we discuss the progression of genre interpretations

showing different approaches. Chris Crawford began this task by proposing a generic taxonomy which divided genres of computer games into two groups: firstly, the skill/action games, in which the emphasis is on the player's perception and motor skills; and secondly, the strategy/cognitive games, where the focus is on cognitive player effort (Crawford, 1984; D. Myers & others, 1990).

The understanding of game genre and its taxonomy has intensified over the last decade, but this type of classification can be seen as a subjective practice and the number of accepted game genres has evolved in recent years as games become more sophisticated and diverse (Sellers, 2006).

Games can be organized into categories (game genres) defined by the gameplay challenges (mechanics). Understanding games genres allows game designers to appropriately match additional content with standard game mechanics and to expand upon already established game mechanics (Adams & Rollings, 2006). The main factor that unifies a game genre is a similarity in the type of interaction that is supported between the player and the game (Pinelle et al., 2008). So, this interaction corresponds to the game mechanics, such as the actions of game objects and players during gameplay. These repeated actions or challenges are what define the genre of a game.

Based on several available taxonomies of video game genres (Adams & Rollings, 2006; Bateman & Boon, 2005; Oblinger, 2006; Stahl, 2005), there is no standard, but rather a list which varies between 5 and 9 categories, including several sub-genres.

We consider consistent game genre categories to be the ones that have been widely accepted by the video game industry, composed of eight genres: Action, Strategy, Playing, Sports, Management Simulation, Adventure, Puzzle and Quiz (Adams & Dormans, 2012; Association, 2011; Wolf, 2002).

The following table presents the taxonomy of game genres with a brief goal description of each of the eight categories and their sub-categories (Adams & Rollings, 2006; Lindsay, 2005).

Table 1. Taxonomy of Game Genres

Game Genre	Goals	Sub-Genre
Action	To overcome mental or physical challenges against one or more opponents by engaging in a series of actions (timing - reaction speed- in which accuracy may be emphasized). Realism is not relevant	Beat-'em-ups, Shooter games (1 st and 3 rd person), Platform games
Strategy	To deploy tactics/strategy to overcome complex challenges against one or more opponents by planning a superior series of actions (physical challenges are not emphasized).	4X (eXplore, eXpand, eXploit, eXterminate), Real - time strategy games, Real - time tactics, Turn - based strategy, War games
Role-Playing	Victory is achieved through superior planning or out-thinking the opponents (physical challenges and chance take a smaller role). Distinct from action games, RPGs seldom test a player's physical skill (combat is more tactical than physical) and involve other non-action game play (resource management)	RPGs, MMORPGs
Sports	Similar to action games, except for the realism of movements and techniques, which are very important	Exergames, Sport/management games
Management Simulation	To overcome economics challenges by planning a series of actions. Direct action upon an opponent is not emphasized. Typically designed to be never-ending (no-win scenario). Goal example: to build a collection of objects	Racing games/Vehicle, Virtual worlds/Pets, Life simulation/social games, Business
Adventure	To use an avatar for the exploration of an interactive story and to overcome challenges in isolation (puzzle adventure) by planning a superior series of actions (physical challenges are not emphasized)	Graphics adventure, Puzzle adventure
Puzzle	To overcome mental challenges in isolation (not around a conflict with another opponent) by planning a superior series of actions. Games usually involve shapes, colors or symbols that the player must directly or indirectly manipulate into a specific pattern	Action/Arcade puzzle (timed), Reveal the picture game, Physics game
Quiz	To test your knowledge of several commonly used gaming terms in a fun and friendly manner.	

This is but one list fragment amongst many. Even ignoring the fact that there are numerous genre hybrids which can (and do) combine all the commonly identified “basic” genres, technology-driven innovations in the games industry create new genres with every new platform or input device (e.g., all the “*physical*” games on Nintendo’s Wii, like Wii Fit).

1.3 Serious Games

Serious Games are becoming increasingly more popular in corporate settings as well as within research communities. SGs are defined as games that aim to take advantage of all the features that make them fun and engaging (Susi et al., 2007), capturing the interest of trainees by making the educational subject and learning process exciting (Wiberg & Jegers, 2003).

With the progress in the video games industry, the player is able to play and learn at the same time. Based in the idea that entertainment can lead to learning with some specific constraints, serious games use this feature to engage players with defined topics to teach some specific educational content or train workers to perform certain tasks. The term “serious games” sounds like a contradiction, but it is not. The “serious” adjective can refer to products used by industries like defense, education, scientific exploration, health care, emergency management, city planning, engineering, religion and politics. A brief definition is that SGs are digital games used for purposes other than entertainment, namely training, advertising, simulation or even education.

The research of De Freitas and Jarvis (2007) on Games-Based Learning “shows some initial evidence of accelerating learning, increasing motivation and supporting the development of higher-order cognitive thinking skills”. As the association of that with digital games, digital games-based learning supports an innovative approach to learning because the player, who is in the educational context a learner, uses games to explore, discover, question and ultimately construct concepts and relationships in authentic contexts. This study also concluded that “the advantage of serious games approaches lies in their ability to create dedicated content for learning purposes, rather than to adapt existing leisure games to educational practices”. These games are intentionally designed to help with learning, skills acquisition and behavior change (Bergeron, 2006; D. Michael & Chen, 2006). The game design process becomes the key to achieving the learning outcomes through gameplay.

The idea of using games for purposes other than fun was first formulated in the book *Serious Games* by Clark C. Abt. For Abt, the meaning of the game was not concerned with its design, but could be assigned to the game via the context it is used or embedded in. If the learning process takes place via the game, these types of games, serious games, “have an explicit and carefully thought-out educational purpose and are not intended to be played primarily for amusement” (Abt, 1970, p. 9).

However, the first Woodrow Wilson-sponsored Serious Games initiative only took place in 2002, but since the 2004 Serious Games Summit, there has been a great explosion in the field of game-based learning.

Serious games “are games insofar as they have rules, simulate behaviours, accept input from the player, and provide feedback within the context of the rules and behaviour” (D. Michael & Chen, 2006). This type of game is defined as “an interactive computer application, with or without a significant hardware component, that: has a challenging goal; is fun to play and/or engaging; incorporates some concept of scoring; imparts to the user skills, knowledge or attitudes that can be applied in the real world” (Bergeron, 2006).

The concept of SG still lacks clarification of its definition because some authors give other names like: immersive learning simulations, digital game-based learning, gaming simulations and “games you have to play” (Derryberry, 2007). The term refers to a game designed for educational or training purposes that serves to educate, rather than entertain (Tadayon et al., 2011). The main goal is to provide an interactive means by which a knowledge domain can be transferred to the player (Rieber et al., 1998). Moizer and Lean (Moizer & Lean, 2010) defined an SG as a game with three features: a) designed to educate or train the player, b) contains a direct means of assessing a skill or learning, c) employs a game interface which provides the above two features.

SGs can be considered a new tool within the active learning paradigm, and according Salen and Zimmerman (Salen & Zimmerman, 2004), the condition of learning within the game exists as meaningful play, defined as “what occurs when the relationships between actions and outcomes in a game are both discernible and integrated into the larger context of the game”. If game design is focused on learning outcomes, then learning will be a natural consequence of playing.

Mike Zyda describes that as “a mental contest, played with a computer in accordance with specific rules, that uses entertainment to further government or corporate training, education, health, public policy, and strategic communication objectives” (Zyda, 2005). However, the main emphasis of a serious game is still the educational purpose (Wiberg & Jegers, 2003) with focus on learning and training and

the application of new pedagogies (Allen et al., 2009). De Freitas and Jarvis' (S. De Freitas & Jarvis, 2007) research on game-based learning “shows some initial evidence of accelerating learning, increasing motivation and supporting the development of higher order cognitive thinking skills”. Thus, Muratet et al. (2009) argue that any video game built to differ from pure entertainment can be considered a serious game, therefore representing a wide range of digital games. Even so, it is not the case that all games are good for all learning outcomes (Van Eck, 2006).

However, video game features that allow players to simultaneously play and learn are used by SG to interest players in specific topics, teach targeted educational content, or train workers to perform concrete tasks.

1.3.1 Motivation: Serious games' key to success

Motivation is key to the success of any serious game, with success meaning that students are able to learn what is intended, or even go beyond the original scope, while having fun at the same time. Without it, a serious game will become a boring task that students must complete (Gallacher, 2011). But what is motivation exactly? Motivation is a psychological process that stimulates an individual to act upon something to attain a desired effect or goal. According to Prinrich's study (Pintrich et al., 1993), motivation in learning can be affected by three factors:

- Intrinsic motivation - An individual will act upon something, according to their inner desires and expectations, without any external stimulus. These can be subdivided into several factors that can be classified either as personal or interpersonal (Wigfield et al., 2004)
- Extrinsic motivation - An individual will act upon something to attain an outcome, a reward of some kind. (Deci et al., 1999; Lepper et al., 1973)
- Emotional stability- Life presents many challenges, and if an individual is not able to cope with the difficulties, this can have a very detrimental effect on their motivation.

These motivational factors should be taken into consideration when designing and developing serious games, although due to the broadness of the range of individuals' emotional stability, it may be extremely difficult to design a game capable of addressing it.

1.3.2 Classification and taxonomies

One of the first Serious games taxonomies was defined by Sawyer and Smith (Sawyer & Smith, 2008), and it classifies games based on their training purposes in various fields, such as Government, Defense, education, corporate and industry, distinguishing aspects such as occupational safety, skills, communications, orientation. Some examples include Alcoa SafeDock, Rosser Surgery Skills w/Games and Shield of Freedom - a training simulator for the U.S. Coast Guard and America's Army. Other examples in different domains include America's Army, Darfur is Dying and Tactical Language & Culture for different aims or learning objectives.

Just as there are many partially conflicting definitions of serious games and their use for learning purposes, there are also several different attempts to classify serious games in genres or similar typologies. The criteria used to classify the games vary greatly. Two central aspects which Michael and Chen include in their comparison between serious games and "edutainment" are learning modes and target audience. However, the criteria most commonly used are the educational content and field of application of serious games.

The diversity of classifications of serious games is even greater than that of the definitions of serious games. Michael and Chen (2006) name military, government, educational, corporate, healthcare, political, religious and art games. This typology is solely based on the application areas of the games, and even these genres can have various subcategories. For health games, Susi et al. (Susi et al., 2007) list the subgroups of exergaming (Graves et al., 2008), health education (Lieberman, 2013), biofeedback (Raposa, 2003) and therapy (Griffiths, 2003). A higher-resolution taxonomy that is oriented along non-academic lines is suggested by Sawyer and Smith (2008). They cross game and learning types with application areas to achieve a finer granularity. As game types, they list advergaming, games for work or games for health. The core innovation of Sawyer and Smith was to separate designed purpose from actual application areas.

Based on the very promising work of Ratan and Rittefeld (2009), we would propose the following label categories, which allow for the inclusion of specifically designed serious games as well as COTS games for "serious" purposes as the following table presents:

Table 2. Categories for classifying serious games

Label/Tag Category	Exemplary Labels
1. Platform	Personal Computer, Sony Play Station 3, Nintendo Wii, Mobile Phone
2. Subject Matter	World War II, Sustainable development, Physics, Shakespeare's works
3. Learning Goals	Language skills, historical facts, environmental awareness
4. Learning Principles	Rote memorization, exploration, observational learning, trial and error, conditioning
5. Target audience	High school children, nurses, law students, general public, preschoolers, military recruits
6. Interaction mode(s)	Multiplayer, Co-Tutoring, single player, massively multiplayer, tutoring agents
7. Application area	Academic education, private use, professional training
8. Controls/Interfaces	Gamepad controlled, mouse keyboard, Wii balance board
9. Common gaming labels	Puzzle, action, role-play, simulation, card game, quiz

1.4 Game assessment

All learning stems from the meaning obtained from an experience, whose expected result is the construction of knowledge between the information received and the previously acquired information. The evaluation enters this process by comparing the expected goals with the evidence obtained from the learning actor.

Based on the formal learning example, which is known to be well structured, evaluation is a prerequisite underlying this whole learning process. Similarly, when one thinks of the use of digital games in learning (DGBL), there is consequently a need to evaluate the results. In most situations where DGBL is used, the question of evaluation is solved through traditional methods based on the use of questionnaires, interviews, log file analysis or observation of experience (Omar & Jaafar, 2010). The application of these methods stems from a timeline where two distinct moments are evaluated, the before and after, conferring antecedent and consequent knowledge, respectively.

To gain a greater practical benefit from this use of games and to break with the widespread use of evaluation tests on the learning experience, Quellmalz states that a new generation of evaluation tools is beginning to be developed and supported by new technologies and media (Quellmalz et al., 2009). This research tries to respond to the current evaluation gaps, especially in competences that are not fully verified and are not undergoing some circumstances of paper tests or laboratory tasks.

Over the last decades, research in this field has sought to develop efforts to design and implement new approaches that support the evaluation paradigm in game-based learning.

To analyze this question, we divide it into two distinct contexts. The first refers to measuring learning, where we intend to present some evaluation methodologies that support learning through objectives defined by measuring the expected results. The second context of analysis reflects different models of game design associated with learning that seek to incorporate the evaluation component in the game development process.

1.4.1 Assessment of digital learning

The measurement of the results obtained by students using the games has advanced through the implementation or reimplementation of tools based on theories or methods of evaluation.

First and foremost, it is important to emphasize that the assessment of the games learning experience is mostly carried out outside the context of the game. This process takes advantage of a set of external tools, such as Acumen Team Skills Assessment and Profiles Team Analysis, among others (Allen et al., 2009), that attest to the results obtained, as demonstrated by several authors in areas such as: higher education, management and development of personal and team skills.

On this subject, the literature refers to three theoretical frameworks that support the evaluation of learning in serious games. They are: RETAIN - Relevance, Embedding, Transfer, Adaptation, Immersion and Naturalization - (Gunter et al., 2008), the four levels of evaluation of Kirkpatrick (Kirkpatrick's levels of evaluation) (Kirkpatrick, 1996) and the CRESST learning model (Baker & Mayer, 1999).

First, the RETAIN framework was developed to support the development of learning games and to evaluate how they contain and incorporate educational content. It aims to identify the best combination between the various game elements, associating them to the genre taxonomy.

The educational potential of games depends on the coherence between the different elements using some models of learning conceptualization and assessment at distinct levels. These are based on the curriculum and the use of motivational elements in their design. The models of learning conceptualization are a) Bloom's taxonomy, which corresponds to a taxonomy of educational objectives, dividing the learning into three main objectives: to generate skills, to develop competences and

to transfer knowledge in three distinct domains: Cognitive, Behavioral and Aptitude; b) Gagné's Events of Instruction, which propose motivational events as positively influencing the achievement of the expected results. Involvement with experience does not derive from a hierarchy of events, but rather from the assumption that what goes on inside and outside the game learning experience are lines of intersection (Zemliansky & Wilcox, 2010) and many elements in a single event can be combined or interconnected (Becker, 2005); c) Keller's ARCS Model, which states that motivation in student learning is based on a systematic process represented by four steps, within which motivation can be achieved or promoted (Roodt & Joubert, 2009).

These seek to maximize the potential of educational situations by choosing the most appropriate combination of factors to incorporate into the development of the game.

Second, the model for conceptualizing evaluation is the four levels of Kirkpatrick's evaluation: Reaction, Learning, Behavior and Results (Kirkpatrick, 1994). The model presents a hierarchy of levels for the evaluation of learning or training programs in which the transition between levels also plays a key role in the evaluation process because the information collected has an added value, although the process becomes more complex and time consuming. Each evaluation level produces the expected results, but this methodology must be applied in its entirety, following the levels in order, to obtain a correct analysis of the expected results (Kirkpatrick, 1996). This framework has a broad implantation in training evaluation due to its structure, which is consistent with the cycle of learning aptitudes and competences, where the evaluation is carried out on several axes.

Finally, we present the CRESST framework by Baker & Mayer (Baker & Mayer, 1999), which is composed of five sets of fundamental cognitive requirements for learning: content comprehension, problem solving, self-regulation, communication and collaboration/teamwork. The focus of this model is on the actions considered for each group, which will be tested for validation of the expected results.

In summary, the three frameworks presented reflect the domains of learning evaluation, but still need to improve their convergence with technologies, particularly because evaluation in GBL must consider a hierarchical set of needs (Bloom Taxonomy), expected results (the four levels of Kirkpatrick's assessment) and/or cognitive requirements (CRESST model). Regarding all game-related learning, the learning environment must always be considered, as it must promote student-friendly involvement. For successful learning, the experience should increase students'

motivation in the game process through tactics (Keller's ARCS model) and/or events (Gagné's Nine Events of Instruction model), with a focus on results.

1.4.2 Evaluation design in serious games

On the topic of game learning, we intend to map a set of conceptual frameworks for serious game design that already apply several evaluation models integrated in the game development process. This analysis explains the elements/components of each of these and their guiding principles.

The first is the Evidence-Centered Assessment Design (ECD) framework, the fundamental idea of which is that evaluation results from evidence analysis function in a "triangular interaction" (Mislevy et al., 2003). The keys to a balanced triangular interaction are: cognition (theory and information about how students learn), observation (student task performance can demonstrate their learning), and interpretation (used to draw inferences from observations) (Glaser et al., 2001).

Another example of an evaluation framework is the structure of the four dimensions of De Freitas & Oliver (2006): context, student specification, modes of representation and pedagogical principles. These dimensions allow for the evaluation of game-based learning (and simulations) and cannot be considered individually, but rather only in relation to each other. In this way, the four dimensions should be considered as interactive, each containing a set of key characteristics.

Third, Harteveld (Harteveld, 2011) is another researcher who contends that the design fundamentals of any game have a serious purpose, providing a way to think about how to successfully design games. This model is in continuity with the structures presented previously, where the balance between the forces exerted by the three intervening areas (pedagogy, game elements and reality) in the design or use of educational games is key. Despite the similarities, this approach has another goal, which is to bridge a gap in game design theory by clarifying the definition of space design (Simon, 1969). This space has three nuclear pillars: Play Space, Meaning and Reality.

The three components create an imaginary place at the intersection of their lines by establishing a triangle. This conceptualization contributes to the planning of the design process, namely by linking a problem (selected from a world of possibilities related to problems) to a solution (chosen from a world of possible designs) (Harteveld et al., 2009; Krishnamurti, 2006).

Another structure developed for the design and development of educational games is "Design, Play and Experience Framework" (DPE). Its main objective is to describe the relationship between the designer and the player as a mediated experience to achieve the expected results through the game. Feedback on the player's experience is one of the major contributions to the success of the established goals. Therefore, this model is supported by three pillars, each of which contributes to the game's design according to the phase/level of the game and the type of player.

According to Marc LeBlanc & Hunicke (2004; 2005), DPE is an extension that combines the MDA framework, which encompasses mechanics, dynamics and aesthetics in an iterative design process (Salen & Zimmerman, 2004), with the purpose of responding to the diverse needs of SG development and presenting a language with which to discuss design, all through a methodology that makes it easier for all parties to deconstruct, study and develop a wide class of designs and artifacts for learning games.

For Brian Winn (Winn, 2009), when the "DPE Framework" is applied to serious games, it expands with another set of layers related to the specificity of the design of these types of games (Learning, Storytelling, Gameplay, and User experience), which are transversal to the three components of the structure (Design, Play and Experience).

To conclude this overview of the frameworks, it is important to refer to two more models in the context of SG design: the "Experimental Gaming Model" (Kristian Kiili, 2005) and the EFM Model (Effective learning environment, Flow experience and Motivation) (M. Song & Zhang, 2008). Following the previous model, these models reflect a greater focus on the experience in the context of the game, emphasizing the measurement of goals such as motivation and the player's learning experience, or other more emotional or affective aspects.

The "Experimental Gaming Model" framework presents the learning process as a circular process, based on the construction of cognitive schemes through activities within the game environment. According to this model, both the direct interactions between players and their experiences with the environment create a circular learning mechanism that includes all the necessary steps to guarantee the success and achievement of the objectives.

According to (K Kiili, 2005), the author of this model, the principal elements of an educational game should be contained in the scenario that will define the learning objectives. Feedback plays a key role because it provides insight on the acquired knowledge and evaluates the player's own performance (Malliarakis et al., 2014).

As for the second and last model of experience flow in the game, EFM suggests some clever design practices to inspire motivation and help learners to truly learn from the game. The model suggests some ideas for developing games with effective learning environments, where students develop increased motivation during the flow of the experience. The author considers an effective learning environment to be one that supports the seven basic requirements by presenting certain tasks with clear objectives and appropriate challenges while achieving a high degree of interaction and feedback. There are two other distinct levels: first, a group of nine components of the flow of experience, subdivided into three categories (Conditional, Experience, and Results); and second, another group of strategies with four essential components (relevance, trust, satisfaction and attention) to stimulate motivation.

1.4.3 Final considerations on the design and evaluation of learning with games

Despite existing research and the diversity of approaches to applying evaluation in the design and development of games, the use of evaluation in games-based learning is still lacking recognition for its involvement in the success of this approach to learning.

It is recognized, however, that the referenced models seek to associate the assessment process with the gains games-based learning has had with students, more specifically how the various elements of the games are influential in obtaining an effective evaluation within the games themselves. If we take the whole process of game development into account, the evaluation of results can be ensured and quantified through the interconnection of key elements of the game, such as: interface, play environment, narrative and mechanics (S. Song & Lee, 2007), not to mention the element of student motivation and involvement in acquiring knowledge and reaching new heights in learning.

Another important aspect of the evaluation process is its stakeholders and the respective roles they play in it. If we consider using three cooperating axes in the evaluation of educational games, we could consider the evaluation criteria, the evaluators and the appropriate evaluation process (Omar & Jaafar, 2010). In this context, the evaluators must face new challenges, since the intervention is based on an expectation of collaboration and assistance from those responsible for the development and implementation, not only of the evaluation process, but also in understanding and identifying the entertainment elements associated with the game

and contributing to a supportive environment for students seeking excellence in learning.

In turn, the evaluation of the acquisition and transfer of knowledge obtained through games is focused on the need to hierarchize the learning to achieve the expected results. However, learning is not seen only as a sequence of goals achieved through a gaming experience. The evaluation, although still performed in a traditional way (i.e., summative tests) with some regularity, already considers the convergence models. Another important and cross-cutting aspect of learning and play is motivation, the promotion of which is the key to success of the student in achieving the expected results. The various models presented highlight the promotion of motivation and involvement as a key element in the decision to carry out the activities and corresponding acquisition of knowledge.

According to Conole (2004; Conole & Warburton, 2005) and Wills & al. (Wills et al., 2009), one of the ideas that is drawn from this analysis in the field of game evaluation is the search for, or demand for, a greater convergence between the role of technology and its impact on evaluation, since it is still at the beginning. Thus, in GBL, it is necessary to move toward the development of new models that allow us to explore and take advantage of the success of the gaming experience. These issues have an important significance for this work, as they indicate the best way forward for new research, especially in the field of methodologies for the design of serious games.

2 Training, competences and certification

2.1 Training

Training is defined as an organized activity aimed at imparting information and/or instructions to improve the recipient's performance or to help him or her attain a required level of knowledge or skill. The scope is associated with improving competences and the certification process validates that the trainee has achieved these competences.

Using games and structured learning activities in training are a delightful way to bring key topic areas to your learner (Sugar & Whitcomb, 2006).

There is a difference between competency and competence. The first is an individual's ability to make deliberate choices from a repertoire of behaviors for

handling situations and tasks in specific contexts of professional practice, while the second is context-dependent and always implies the integration of knowledge, skills, judgement and attitudes (Govaerts, 2008). It cannot be forgotten that the capability to use or apply a set of competences to successfully perform a specific role can be acquired through learning, exposure to tasks and training sessions.

Some types of competencies can be considered for each scope of organization or field: personal, functional and task-oriented. Firstly, the personal competencies represent the core of knowledge, skill and attitude that each person should have for superior performance. The second type is functional competency, which is dependent on a particular area or profession and is related to technical knowledge or required skills. Lastly, task competencies are implicit and associated with specific role functions.

2.2 Skills

In the training and working world, the word most often used to identify the new acquisition is called “skill” in preference to “competence”. Skills can be defined as specific personal abilities that an individual possesses (Raybould & Sheedy, 2005). They are divided between two main groups, hard and soft. Hard skills and soft skills have been defined by several authors.

Hard skills are associated with specific technical abilities or the solid factual knowledge required for a job, such as machine operation, computer protocols and safety standards (Babić & Slavković, 2011). Other examples are programming languages, operating system skills, networks and communications (Snyder et al., 2006), foreign language skills, procedure skills, typing speed, a degree or a certificate and public speaking experience (not to be confused with communication skills); they are specific, teachable abilities and are typically easy to observe, quantify and measure. Another feature they share is being easy to train, because most of the time the skills sets are brand new to the learner and no unlearning is involved (Azadegan et al., 2012). Development of ICT has made a considerable impact on hard skills, since the market release of a new hardware demands upgrading hard skills.

On other side, there are soft skills, also called “people skills”, which are typically subjective and are often associated with personal attributes and character. Rainsbury et al. (2002) define soft skills as the interpersonal, human, people or behavioral skills necessary for applying technical skills and knowledge in the workplace. According to

James (2004), soft skills are a new way to describe a set of abilities or talents that an individual can bring to the workplace. People need to know how to relate to each other in the workplace: by communicating, listening, engaging in dialogue, giving feedback, cooperating as a team member, solving problems, contributing in meetings and resolving conflict, effective communication skills, time management and organizational skills. In contrast to hard skills, people skills are commonly more difficult to observe, quantify and measure.

This dichotomy of skills is broadly accepted, and in the words of Hunt (2007), hard skills may be seen as “what you know” and soft skills as “how you use it”.

2.3 Education competencies

Lominger’s set of sixty-seven competencies (Constant Contact, 2014) became a universal common denominator as most of these competencies lead to task success. This assessment tool is called Leadership Architect Competencies and allows us to compose a list, using one or combining a few of the existing competency models, encapsulating the competencies needed to succeed (Lombardo & Eichinger, 2005).

This competency model represents “a collection of competencies associated with a successful performance” (Garman & Johnson, 2006). To apply it to education or training, the same authors created, together with Microsoft, a similar approach called Education Competencies or Educational Competency Wheel (Microsoft, 2006b). This tool represents many of the necessary attributes, behaviors, areas of knowledge, skills and abilities required for successful job performance.

The table of competencies, shown in Table 3, consists of six core skill sets and personality characteristics such as Individual Excellence, Organizational Skills, Courage, Results, Strategic Skills and Operating Skills. These categories contain 44 competencies of Lominger’s standard, but can be extended to other areas outside of education, such as competency training. The competency wheel provides other resources to help identify the core competencies, which are those associated with the success of an organization (Garman & Johnson, 2006). These resources include a definition, four levels of proficiency, sample interview questions, activities and resources for developing skills to help an organization achieve success.

Table 3: Educational Competency Wheel (Microsoft, 2006a)

Education Success Factors					
Individual excellence	Organizational skills	Courage	Results	Strategic skills	Operating skills
- Building effective teams (IE1)	- Comfort around authority (OrS1)	- Assessing talent (C1)	- Action oriented (R1)	- Creativity (SS1)	- Developing others (OpS1)
- Compassion (IE2)	- Organizational agility (OrS2)	- Conflict management (C2)	- Drive for results (R2)	- Dealing with ambiguity (SS2)	- Directing others (OpS2)
- Customer focus (IE3)	- Presentation skills (OrS3)	- Managerial courage (C3)		- Decision quality and problem solving (SS3)	- Managing and measuring work (OpS3)
- Humor (IE4)	- Written communications (OrS4)			- Functional/technical skills (SS4)	- Managing through processes and systems (OpS4)
- Integrity and trust (IE5)				- Intellectual acumen (SS5)	- Organizing (OpS5)
- Interpersonal skills (IE6)				- Learning on the fly (SS6)	- Planning (OpS6)
- Listening (IE7)				- Strategic agility and innovation management (SS7)	- Priority setting (OpS7)
- Managing relationships (IE8)				- Technical learning (SS8)	- Time management (OpS8)
- Managing vision and purpose (IE9)					- Timely decision making (OpS9)
- Motivating others (IE10)					
- Negotiating (IE11)					
- Personal learning and development (IE12)					
- Valuing diversity (IE13)					

The table presents the six qualities or success factors and their related competencies. The factors can be divided into two categories: hard and soft skills. This categorization has become the norm. While the first are teachable abilities or skill sets that are easier to quantify, the others are subjective skills that are much harder to quantify.

In this categorization, we may consider the following core skill sets as soft skills: Individual Excellence, Courage, Results and Strategic Skills. The remaining may be considered hard skills: Operating Skills and Organizational Skills. This group of soft skills provides the ability to achieve results by working effectively with others in various circumstances; the ability to speak directly, honestly and with respect in difficult situations; an emphasis on goal-oriented action; and an array of skills used to accomplish focused, longer-term goals. As for the hard skills group, it provides an array of skills used for the daily management of tasks and relationships, as well as the ability to communicate by various means within different organizational settings.

2.4 Certification

Firstly, we aim to distinguish or differentiate certification from qualification, because they do not have the same meaning. A “qualification”, as defined by European Qualification Framework (EQF) is the formal outcome of an assessment, while “certification” is a process of validation carried out by a competent body that

evaluates if an individual has achieved the learning outcomes according to a specific standard.

Several international and national standards govern professional certification. Particularly relevant is ISO/IEC 17024 (from the International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission), which specifies requirements for certification bodies that are independent of any area of expertise (see www.moldreporter.org/vol2no6/isoStandard). The European Community has also adopted this standard. In the US, the National Organization for Competency Assurance (www.noca.org) has created a set of standards and an accreditation process for certification programs that has been operating since the late 1970s (Naveda & Seidman, 2005).

A professional certification effort has three relatively independent dimensions:

- a characterization of the professional role to be certified,
- a list of the abilities and skills a professional in that role needs to have,
- a description of the certification process and its organization.

The ISO/IEC 17024 is the standard for the certification of persons and “can serve as the basis for the recognition of the certification bodies for persons and the certification schemes under which persons are certified, in order to facilitate their acceptance at the national and international levels” (ISO/IEC, 2012). It defines the certification process as one that “encompasses all activities by which a certification body establishes that a person fulfilled specified competences requirements”.

Typically, a competency certificate can be redefined as: “a document issued by a designated authority that the named employee [has] fulfilled the requirements or standards to perform the particular job or a Position”.

The competences certification is an evaluation system that enables professionals already working in the labor market to be recognized, since they achieve the qualifications according to a set of parameters. As a result, the certification serves to ensure training quality. For instance, in the EQF, the validation process assesses whether an individual has acquired learning outcomes as measured against a relevant standard. In this framework, the validation consists of four distinct phases:

1. identification through dialogue of an individual’s experiences;
2. making the individual’s experiences visible in the documentation produced;
3. a formal assessment of these experiences;
4. recognition leading to certification for a partial or full qualification.

The focus of the process is based on the actual skills and knowledge that a learner demonstrates regarding a specific task, verifying that he or she possesses the competency and it is applicable to the task.

3 Triadic Certification Method

The creation of virtual environments conducive to learning through games is a milestone because there is a guarantee of success in the acquisition of knowledge and experience provided to the players/students by numerous elements of motivation and involvement. The literature reviewed in previous chapters demonstrated the characteristics and strategies of the games that express this learning success.

There are several situations and contexts wherein individuals can be trained to succeed in achieving the expected results. However, it has also been identified that there is still some progress to be made in assessing skills and, more precisely, the certification of knowledge and skills acquired in learning processes carried out through SGs.

This research work largely addresses the challenges of advancing with the development of new methods to explore and obtain the maximum benefits of successful learning with games. In this sense, convergence was sought with the certification of competency training, which, rather than assessing learning, validates the knowledge and skills acquired through training for a professional function or activity.

The main objective of the triadic certification method is to incorporate the certification process into the very development of the SG (conception, design and implementation). The method is characterized by four steps that will decisively influence the design of the game with the elements necessary for the success of the certification. Another main issue is that the set of fundamental decisions for the functioning of the SG is guaranteed by the communication between the main interlocutors of the training and competence certification game: the trainer/instructor and the designer.

The potentialities of this method are several because it is not restricted to any game taxonomy, it can be considered for any training context and the evolution of the skills acquired throughout the training levels will always be framed within a proficiency-level profile, indicative of the situation/state of the learning performed.

Certification only occurs when the training of all defined competencies is successfully completed.

To respond to the concern raised by the research question of this work, the integration of certification in game development, it is in this flow of the design that the context of the training and certification of competences must be included.

The inclusion of this contribution makes it necessary to rethink the whole chain of the SG development process, as well as to understand and add the intervention of one more player to the team: instructor/coach. The latter is responsible for defining the skills and competences training, and will therefore actively participate in specifying contextual elements such as: characteristics, missions, specific objectives and determination of the expected learning outcomes.

3.1 Relationship between game taxonomy and competences development survey

One of the main contributions of the present research is the definition of the correlation matrix between game taxonomy and competences. How games, SGs in particular, provide challenges for learning is decisive in training for the acquisition of knowledge, experience and professional aptitudes. The effectiveness of training-based games is directly related to the success of challenges promoting skills acquisition, however there is no ideal design methodology that supports it.

A key piece of information needed to help the game designer adapt mechanics to training and effective certification through serious games is the definition of the game genre. For this reason, this study analyzes the most common options used in challenges according to the set of competencies (Goncalves et al., 2014).

Based on the evaluation of several game taxonomies (Adams & Dormans, 2012; Adams & Rollings, 2006; Association, 2011; Bateman & Boon, 2005; Stahl, 2005; Wolf, 2002), because there is no standard or consensual taxonomy, we defined a taxonomy with 8 categories subdivided into 22 subcategories.

The competency model chosen was the Educational Competencies developed by Microsoft (2006a) as this set of competencies is aligned with several current references of competencies considered useful and necessary for future success in performing functions.

Our research analyzed 116 serious games referenced in different sites and open repositories of serious games.

For each game, the following information was obtained: description, classification, domain areas, game genre, topics, audience and type of realism. The analysis of the available data on each game, together with the possibility of playing it when available, allowed us to more clearly identify which competences were involved.

Table 4 gives a quantitative summary by genre and subgenre of the analyzed games, where the genre that has the greatest number of serious games analyzed is Simulation, followed by Puzzle and Adventure games.

Table 4: Summary by genre and subgenre of the analyzed games

Genre	Subgenre	Subtotal	Total
Action	“Beat-’em-ups”	2	8
	1 st /3 rd person games	1	
	Platform games	5	
Strategy	4X (eXplore, eXpand, eXamine, eXterminate)	1	8
	Real-time strategy	1	
	Real-time tactics	1	
	Turn-based strategy	4	
	War games	1	
Role-Playing	Action RPGs	2	4
	MMORPGs	2	
Sports	Exergames	2	3
	Sport/management games	1	
Management simulation	Racing/vehicle games	6	41
	Virtual worlds/fantasy/pets	24	
	Business	8	
	Social games and life simulations	3	
Adventure	Graphic adventures	17	19
	Puzzle adventures	2	
Puzzle	Arcade/Action puzzle (timed)	14	22
	Physics games	4	
	Hidden image games	2	
	Traditional games	2	
Quiz		11	11

The results of the study provided a cross-reference of the genre categories with a set of competences in a matrix, allowing us to identify some areas with significant intersections to achieve learning outcomes (Ricardo Baptista et al., 2015, 2016)(Baptista, Coelho, & de Carvalho, 2015; Baptista, Coelho, & de Carvalho, 2016).

The potential of many of the genres to support aptitude learning is extremely important and contributes in the same way to the development of a wide variety of game design strategies. The contribution of this study results in the

mixture/combination of genres or the reinforcement of challenges to reach skills such as: Decision-making and problem-solving quality (SS3) and Technical learning (SS8); Organization (OpS5) and Timely Decision-Making (OpS9); and both Results category competencies, Action-Oriented (R1) and Move for Results (R2), which can be synchronized in different strategies to achieve better student performance.

This study aims to identify the benefits to learning and skills training that can be achieved through SGs. The primary benefit identified through this study was experience, which is the most important aspect of SGs, and performance can be improved through a set of challenges. Usually, using the mechanics of a single genre is not enough to support the goals of skills training, however, through this study, we demonstrate that game designers have a variety of choices to achieve the best competence acquisition.

3.2 Design of TCM

The Triadic Certification Method (TCM) leverages the advantages of using the previously presented games, adding new contributions to competency and skills certification where training guidelines are incorporated into the SG design, allowing for performance measurement during the training/mission.

The design of this method is based on the four steps already described for obtaining an evaluation of the players' performance at the end of the game, not through traditional methods such as questionnaires, but instead through in-game methods (R Baptista, Coelho, et al., 2013). This approach makes it possible to provide a set of guidelines to the development team, especially to the designers, to include the certification of competences in the construction of the game, associated with an evaluation map.

The developed method's four-step architecture evaluates the progression of skills acquisition and certification. Another objective sought through this method is to contribute to the participation of players in the design process, favored over the dialectic of coach(es)/instructor(s) and serious game designer(s), and it may even be considered a tool to support communication.

The following figura shows the workflow of method design:

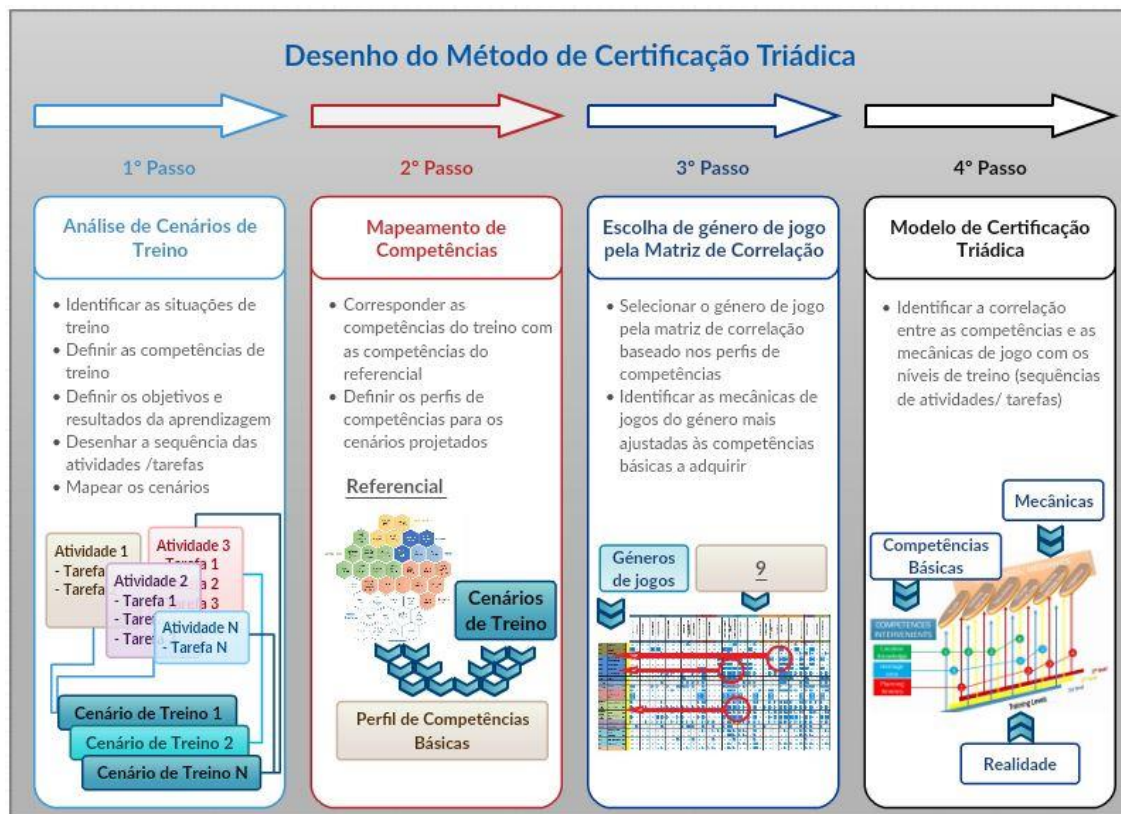


Figura 1 - Workflow of Certification Triadic with used tools and defined goals

The first step of the TCM corresponds to the analysis/diagnosis of the training context, wherein the specialist and context partner for the development team is the trainer/instructor. At this stage, the needs or requirements of the training are defined, including the competencies that the player/student must learn from the training to become a certified specialist in certain learning objectives.

The diagnosis of training or learning allows for the identification of situations, scenarios, specific objectives and respective learning outcomes. In this regard, it is first necessary to detail the situations that are required to be trained, based on the following three components: knowledge, skills and aptitudes.

Once all the necessary situations are identified, they are grouped and combined into hypothetical training scenarios, and both (situations and scenarios) are matched with the desired goals by quantifying the intended results.

To create the training scenarios, we would like to highlight two methodologies or approaches that are useful for the identification of activities and tasks: Army “CRAWL - WALK - RUN” and Mission Essential Task List (METL).

Briefly, the first step of the TCA method is to analyze the specific training context, benefitting from the convergence of the two methodologies. First, it benefits from

METL with the contribution of hierarchy to the list of tasks and activities included in each training mission. Thus, in the same mission there may be several guidelines for expected performance, depending on the choices present on the list of essential tasks to complete the training, which are always decided by the coach/instructor.

Secondly, it benefits from the CRAWL-WALK-RUN approach by defining the sequence of tasks that favor achievement of performance levels against proposed progressive learning, whether the task is performed individually or performed in a sequence of tasks (activity). In this way, we can measure performance along the various levels of learning defined in the training planning.

One of the results of this step is the construction of a reference table for all training scenarios, where each training stage is associated with a list of essential tasks that, when properly sequenced, promote the success of the training through the fulfillment of the expected levels of performance.

To visualize the scenarios, a concept similar to the use case diagrams (through the Unified Modeling Language -- UML (Jacobson et al., n.d.)) can be used to reference training scenario actors.

The second step of the method corresponds to the mapping of educational competencies that fit the list of tasks and activities defined in the previous step, wherein the actor continues to be the trainer/instructor.

In this second stage, we proceed to define the basic skills of each profile of the target groups that will be acquired through training. This definition results from mapping the training competencies with reference to the Educational Competencies (Microsoft, 2006a). This exercise of mapping the competency or the combination of skills required allows the specific training context to be framed with a standard reference, where the learning results will prove that the skills have been acquired to proceed correctly through each scenario.

The starting point for this stage of the method is to use the reference matrix chosen as a competence model to identify the basic competencies required to operate/train a specific function in any context: employment, occupation, organization or industry. In this way, the intention is to elaborate the behavioral description representative of the function to perform or to be carried out based, according to Fogg (1999), on the definition of the competences associated with each occupational function.

After obtaining the list of competences mapped from the reference matrix for a specific task or position (competencies), one can identify which action is most appropriate in the game to achieve its learning objectives (game mechanics). With the completion of this step, defining the basic skills profile, we move to the next step: the

choice of game genre based on the correlation matrix between game mechanics and basic skills.

The third step of the method is the choice of the serious game genre that best fits the basic skills profile defined above.

To achieve this step in the methodology, it was necessary to research a diverse set of serious games to better understand what contributions gaming genres have made toward the acquisition of competences. Since it is much more difficult to get into the details of identifying the game mechanics best suited to the acquisition of competences, our decision to analyze game genres has the goal of identifying combinatorial patterns of competences that a certain genre of game manages to encompass.

With this high-level analysis of the mechanics of several serious games, it is possible to determine the most likely choice of game mechanics for acquiring certain skills. This step of the methodology is the responsibility of the designer, who can use this tool as a good practice for guiding game design, without it restricting or limiting creativity, which is always essential to this type of process.

However, in some situations, the choice of genre may not be univocal, but rather a combination of genres where the orientations obtained from the matrix combine mechanics and challenges of various genres to best train the desired skills.

One of the conclusions that can be drawn from this correlation matrix is that the key to achieving a correct and efficient implementation of SGs is to aggregate the analysis of the previous successful SG application experience in a single tool, where the patterns recognized in the past can serve as development guides for the future.

Finally, the fourth and final step of the method is the integration of previous design contributions into the new game.

The purpose of this module is to adapt the design of a serious game to skills training, keeping it autonomous in its operation and configuration, but dependent on the receipt of values/elements related to player performance in the established mechanics and challenges. In addition to the development of this component, this step of the methodology finalizes what we call a triadic certification model (TCMd).

The concept of the TCM, besides acting as a communication tool between the various players, intends to standardize game design for the acquisition of competences, providing a balance between the three components: identified skills and competences (basic skills), mechanics and challenges based on the type of game (mechanics) and training levels (reality).

With the "in-game" certification method (TCM), the intention is to define, certify and validate design contributions and ensure that the games can deliver true learning.

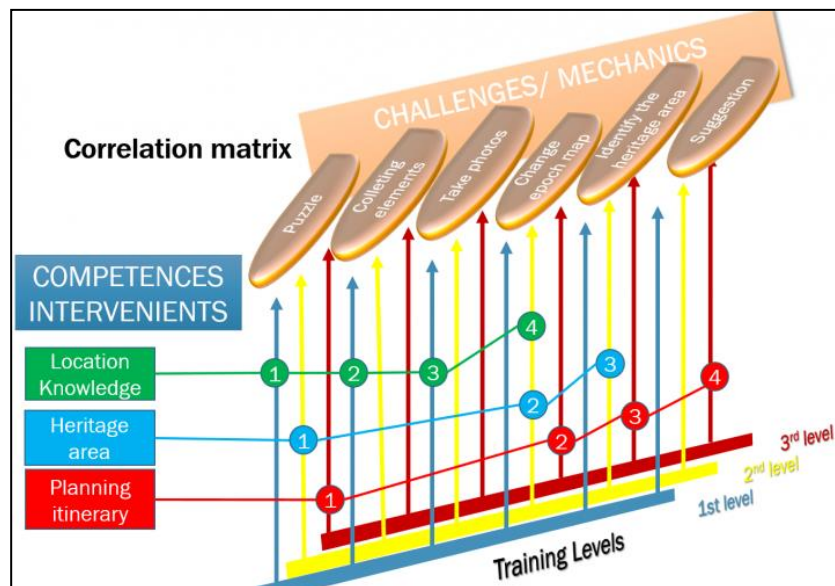


Figure 2: Certification Triadic Model for training local tour guides

The model has three reference axes: vertical, horizontal and oblique. Each of the axes assumes a function, combining with each other to achieve the defined competencies.

Explaining each of them, we begin with the vertical axis. This one contains the competences that fit the various profiles (1 - Basic, 2 - Intermediate, 3 - Advanced, 4 - Expert) and are distributed by the mechanics framework whose articulation and successful progression throughout various training sessions have a meaning by assigning the profile reached.

All skills are divided into this set of profiles and are assigned a rating based on the evaluation of actions taken in the game. Finally, the distribution of profiles by competency throughout training sessions represents the learning of each profile through progression in a single or a combination of several mechanics. This distribution has a greater analytical and organizational complexity when there are several mechanics that benefit the progression of competency learning.

Secondly, the horizontal axis indicates the mechanics involved in acquiring skills. There is no proper order in the presentation of these, but its application is transversal, as are the competences. This course of learning stems in a linear way from the accumulation of successful tasks because when a game mechanic is assigned a higher

competence, it means the game has already been previously successful as proven by the accumulation of previous profiles.

Regarding the accumulation of competency profiles, the third and last axis refers to sessions or training levels, and is represented in Figure 4.4 as oblique or deep.

With this axis, we obtain the perception of gradation or progression of the various competencies from the lowest (basic) to the highest (expert) profile. The rationale behind the progression implemented at the various levels of training is that each subsequent level integrates the results of the previous level into a logic of accumulation in proficiency profiles.

Despite this progressive and cumulative nature, this does not mean that a certain competence might not depend only on a single mechanic, or even that a single level of training might combine several mechanics.

In the construction of this triadic model, we would like to point out that there may be some continuity/discontinuity in the learning objectives between various levels of training because not all learning outcomes are different from one profile to another. These overlapping or non-context-related results can remain the same in more than one profile.

As a final explanatory note, the training levels should be understood in a global way rather than individually. This essential commitment to the configuration of the method arises insofar as the learning outcomes are the result of the mobilization and combination of the mechanics applicable to competence.

4 Case study of driver's licenses

To test our research hypothesis (Q13), we proceed to the development of gaming applications, more concretely prototypes, to support the case study of the training of competences for acquiring a driver's license.

This case study considers the topic of road safety, which remains a priority that is never *passé*. The use of games as a learning tool allows for a greater scalability of results, cost reduction and a solid consolidation of learning.

The task of acquiring driving skills is considered complex and dynamic because it involves, among others, several psychological processes on the part of the driver. This complexity can be broken down into three stages of acquisition: information gathering, information processing and action.

With the goal of promoting the education and training of safer and more responsible drivers, new, serious game-based learning tools can be used to enhance quality in the acquisition and training of driving skills.

4.1 Case study context and implementation in DRIS

The motivations for choosing to study the acquisition of driver's licenses are two. Firstly, it was the analysis of OCDE²⁹ data that road accidents were one of the major causes of death among people between 15 and 24 years of age. For this reason, deaths and other serious injuries associated with the occurrence of road accidents make this a public health problem, one in which young drivers are major contributors. The search for validation solutions for the task of driving could gradually reduce this on-going catastrophe.

Secondly, we had the opportunity to test this case study in a context of automotive driving learning thanks to the virtual automobile simulator (DriS) that exists in the Traffic Analysis Laboratory of the Civil Engineering Department of the Faculty of Engineering of the University of Porto.

The virtual simulator was configured with a training environment to obtain the evolution of students' performance in real time and the corresponding validation according to the predefined plans/assignments and the learning objectives.

With the use of DriS, our intent was to test the application of the concept of validation of vehicle control and mastery skills (operational), as well as adaptation to constant changes in the road environment (tactical) based on the learning support matrix of Driving: GDE - Goals for Driver Education (Engström et al., 2003; Keskinen, 2007; Peräaho, Keskinen, & Hatakka, 2003b). This matrix hierarchically defines the driving task, emphasizing the individual characteristics of each driver with an impact on driving, including experience, attitudes, skills, motivations, decisions and behaviors.

As a tool for defining the skills needed to become a safe driver, using this matrix allows for the definition of educational objectives and performance indicators in driver training. In this sense, the perception of learning guidelines is vital to the

²⁹ Young Drivers - The Road to Safety: Conference of Ministers of Transport (ECMT): OCDE 2006

understanding that some areas must be learned before others may progress, as well as that the development of different components have different timings.

Finally, feedback is another important aspect of learning the task of driving, which can inform driving practices in both higher order and lower order factors. In the first case, feedback acts as a regulator and behavioral motivator, while in the second case it is more active in the trainee because it accompanies the whole task of driving since it is connected to the necessary automatisms and procedures. The amount of feedback perceived in the driving task at this lower level is greater, hence the conclusion that low-level skills are learned faster than high-level skills.

A prototype was implemented for the training certification system module to validate the acquisition of a driving license. The module, developed for the Windows Operating System, has the main objective of integrating with any SG that provides a set of metrics representative of the mechanics necessary to perform the training in real time. The coupling of the module is intended to be generic and is established through communication via "sockets" in TCP/IP networks.

The module was designed to be compatible with other application cases through the definition of distinct projects associated with a separate database file. This last option stems from the independence and portability required for each application case.

The tool provides the independent interaction of each participant in the training process with three distinct work areas: Trainer who defines the training competencies; Game Designer who defines the elements and mechanics of the game associated with training; and Certification as the training outcome component, which analyzes student performance data and provides feedback to the training plan.

The feedback system is a very important component in this implementation because it allows for the monitoring of the tasks performed by the student during the implementation. This follow-up happens in two distinct ways: visual and auditory.

4.2 TCM design

Upon implementation of the Triadic Certification Method, the first step is the analysis of training scenarios. To carry out this diagnosis of competences, it was necessary to consult the legal code of the road and driving instructional manuals, where the various theoretical themes of road safety, traffic rules, traffic signals and so on, are organized. Other available resources used included the technical files

already developed by the IMT outlining the set of articulated information of transversal themes with the GDE matrix, as well as the programmatic content proper to be operationalized with different teaching methods and pedagogical resources. In addition to analyzing the existing literature, testimony from a professional instructor was collected, explaining the procedures for initiating the practice of driving a category B (light) motor vehicle.

Driving instruction in Portugal is based on a matrix that allows structuring of the various levels of learning for drivers. Both the legislative and regulatory responsibility for driving education lies with the Portuguese State through the Institute of Mobility and Transport (IMT, IP).

Based on this collected information about the practical learning of the task of driving, a set of frameworks of the learning phases was developed based on the information available through the Portuguese driving education system.

In the first step of this triadic method, we intend to analyze the tasks and competences of the specific situation and design the distinct levels of training necessary for the acquisition of the competences required for, in this case, driving light vehicles.

In this sense, we defined that the master competences of the training scenarios to be designed would be the following: speed and adaptation to the vehicle, total control of the vehicle and resolution of traffic situations. The topics of learning (skills / abilities) were mapped for each of the competences, which were then associated with tasks that needed to be carried out/trained for the student to learn the competence.

The analysis that is presented in the Mapping of competency topics is the reference result based on the Crawl - Walk - Run strategies. The training framework began with an initial and basic task structure (CRAWL) that increases the level of difficulty by increasing realism and the sequence of tasks (WALK), and lastly the successful practice of previous phases of task training to achieve superior performance in the environment (RUN).

In the definition of the training mission according to the Mission Essential Task List (METL) methodology, we look for a hierarchy in the list of tasks to activities included in each training mission. The scheduling of training scenarios aggregates activities that list essential tasks, which are properly sequenced so that they can learn successively more complex content as knowledge and practice increase.

The scenario considered for the present case study has the following competencies: speed control, approach and transfer crossover in defined crossings and circulation in flat and wide curves. According to METL, the planning of activities should favor the

creation of automatisms that allow starting the execution of several simple tasks simultaneously. For the progression analysis of training performance, the specific tasks are:

- Safe starting of the vehicle, with the aim of creating start-up automatism
- Safe stopping of the vehicle, with the purpose of creating stopping automatism
- Change of speed, to create automatism between gearbox and pedals (movement and clutch)
- Light driving, moving in straight lines in profiled tracks, traced and wide curves
- Decision-making in relation to existing signs on the road to practice defensive driving (defined as the attitude and maneuvers taken by the driver while driving to prevent accidents)

To achieve the proposed scenario, a set of routes with different driving situations was created. The idealized course is divided in two stages: training and evaluation.

For the training stage, we put the various activities interconnected with the placement of speed limit signaling on the routes (T1, T2, T3 and T5) and signaling related to crossings and junctions (STOP sign on T1 and T3 routes, approach signal at intersection with priority in T2 and route with priority in T4).

In relation to controlling the car inside the roadway, the various routes (T1, T2, T3, T4 and T5) were drawn on a curve to the right followed by a curve to the left, where the respective indicative signaling was placed. Another important issue in the implemented training situations was the placement of other circulating vehicles, either in the opposite lanes or in the driver's own vehicle path along the training routes.

The circulation of other vehicles was also implemented to simulate real situations when approaching intersections and crossings, where the vehicles undertake maneuvers to change direction and cross intersections. Thus, we proceed to the design of a training scenario that contemplates a set of traffic situations that will allow us to achieve the proposed objectives.

Performance on the course is verified by compliance with the signage located along the various routes, cumulative for each of the competences.

There is an interconnection between the routes that provides competency training through the application of the previously mentioned training methods. Regarding the

moment of evaluation, there is also an interconnection with the trajectories carried out in training.

The sequence of the paths planned for this training scenario is presented in Table 5:

Table 5: Table of interconnection of routes by competences

Competency	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<i>Speed limit control</i>	1t	2t	3t		4t		1a	2a
<i>Stopping at the STOP sign</i>	1t		2t					1a
<i>Right of way</i>		1t					1a	
<i>In-road vehicle control</i>	1t	2t	3t	4t			1a	2a

The second step, competency mapping, falls into four specific competences: speed limit control, in-road vehicle control and approach to crossings and junctions with signaling in two components: STOP signaling and signaling with and without right of way.

When we try to match equivalent competencies with the matrix of educational competences, we identify that the competences best fit with the strategic skills (SS) and operational skills (OpS).

The following competencies were identified in the reference matrix of the method:

- Strategic Skills:
 - o Quality of decision-making and problem-solving (SS3)
 - o Functional/technical skills (SS4)
- Operational skills:
 - o Planning (OpS6)
 - o Setting priorities (OpS7)
 - o Timely decision-making (OpS9)
- Results:
 - o Action-Oriented (R1)

In the third step of the method, we chose the game genre from the correlation matrix between game genres and the competence benchmarks, where the skills identified in the previous step can be included in the game design to allow for their training.

When verifying competences in the comparative table of gaming genres and skills, we find a greater percentage of success among the Action, Strategy and Simulation game genres.

The game genre for our case study is a mix of simulation games with vehicles (such as "rally" or heavy-vehicle driving) along with action and strategy games. To consider a combination of genres is beneficial because we can take advantage of the individual mechanics, with lower mechanical levels relating to the action and higher levels involving strategy-related mechanics.

In the fourth step of the method, implementation of the game based on this combination of mechanics related to the chosen game taxonomy makes it possible to identify a series of challenges where these can be applied to specific objectives within the game itself.

For each of the genres previously selected, we identified the following mechanics and actions that allowed for the training of the anticipated competences:

- *spatial perception*: the ability to navigate through the game environment to create a spatial relationship to reach a destination
- *points*: to obtain feedback on the progress made in the scenario defined with the visualization
- *levels*: scenarios for new sets of challenges to show progression
- *detailed simulation actions*: acceleration, deceleration with the pedals and gearbox, brake pedals and acceleration, coordination of the vehicle within the lane, stopping the car

Figure 5.10 shows the mapping of competencies along the competency training plan where each horizontal axis corresponds to a different path (e.g., Path 1, Path 2, ...). The alignment between skills and paths occurs through the mechanics or challenges implemented in the game.

For each defined competency, there is a scalable profile (1 - Basic, 2 - Intermediate, 3 - Advanced, 4 - Expert) associated with the competency reference used, which classifies the use of mechanics in the task.

Classification by means of a profile has a double functionality: one, to categorize all the mechanics and competency alignments with a level of learning, and two, to contextualize the student when performing a training task with a learning result.

As already mentioned, each training path incorporates one or more skills that can be learned/trained sequentially. Therefore, this mapping allows us to verify the

evolution of the competency along the scale so long as the performance of the mechanics is successful.

With this structure, we can frame the learning of competencies within each path, where each student accumulates evidence of their learning when successfully performing tasks through mechanics. After training, the learning result will be achieved by combining successful evidence from the various mechanics, creating a profile, then an assignment of the achieved degree of competence.

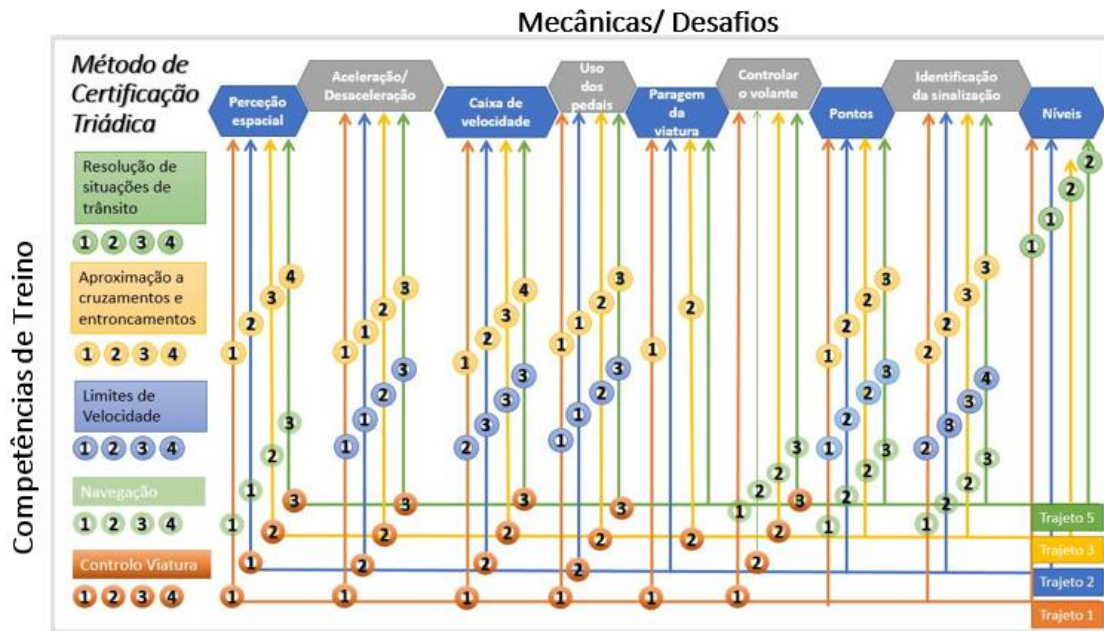


Figure 3. Mapping of the trainings (paths) with the level of competence acquired through the mechanics identified by the game taxonomy

4.3 Analysis of results

After the tests were completed, a total of 50 volunteers participated, of whom 38 were men and 12 women, aged between 18 and 65 years old. Of the 50 participants, four left early due to nausea originating from the simulation.

The remaining participants (n = 46) were separated into two groups, those who had a driver’s license (31 participants) and those who did not (15 participants), as is presented in the description of participants in Table 5.6.

Table 1. Description of participants

Category	Groups	Frequency	Percentage
Age	18 -23	26	56.5
	24 -30	12	26.1
	31 - 40	4	8.7
	41 - 50	3	6.5
	51 - 65	1	2.2
Gender	Female	11	23.9
	Male	35	76.1
Driver's License	Yes	31	67.4
	No	15	32.6

All participants tried the simulator before the experiment to familiarize themselves with the scenario, the perception of acceleration and deceleration, as well as the rotation and control of the steering wheel. For those who did not have a driver's license, they were previously told which traffic signs were present in the simulation and their meaning.

With the data collected during the experiment, we completed a more detailed and descriptive analysis of each of the competences to better understand the individual progression of learning under the training plan established to validate the competences.

Considering the other qualitative variables (gender, driving ability and age) that exist in the test, we will verify the performance of the participants in the two components of the experiment, or moments: training (paths 1, 2, 3 and 5) and evaluation (paths 7 and 8).

Performance was analyzed as follows: success in the training part, success in the evaluation, success in both components and, finally, to verify the immersion of failure in training for success in the evaluation.

Using the graphs to analyze these data, it was possible to evaluate the overall differences between the performances (1st moment and 2nd moment), who had individually evolved favorably from one moment to another (4th) and who had maintained a successful performance both times (3rd).

Firstly, we start with an analysis of the performance of the speed competence. We can conclude that we obtained high percentages of failure in performance both at the global level and at the parcel level. In addition to the low value of progression in learning (only 5 participants), the total of successful outcomes was only 18 of 46 participants.

This low value of successful participants may have been due to the design of the training and the imposed speed limit value.

To expand on the latter point, given the application of the CRAWL - WALK - RUN method, firstly, the design of the training plan contemplates four paths, three of them being sequential, plus two sequential paths for the evaluation.

This training scenario seemed sufficient for the participant to train and be evaluated on the issue of speed. However, always using the same situation of speed training in all routes could have caused disinterest and monotony when carrying out the task, resulting in widespread failure and not just in part of one of the segments analyzed.

Secondly, another more objective reason for the results obtained in the learning could have been due to the maximum limit of 40 km/h in the simulation routes. During the experiment, there were several participants who mentioned that the limit was low, often making it extremely difficult to control the speed in different driving situations.

Moving on to the results for the second competence, control of the car within the lane, we can affirm that there was also a positive evolution of learning with the defined training map. The evolution indicator was around 10% (4 out of 41), which we consider a good result considering the growth margin of this indicator was reduced because about 37 participants had already been successful in both attempts (training and evaluation).

In relation to the competence of approaching crossings and junctions with signaling, the training map contemplates two distinct situations: crossing with the STOP sign and with the right of way sign.

The results obtained allow us to say that there was a very positive evolution between the two moments (training and evaluation), since it went from nine successful participants in training to 23 successful ones (255% evolution) in the evaluation.

It was verified that the difference between successful participants in training (9 participants) and in both moments (7) is small (2), which means that there was a very considerable number of participants (16) who had successful learning but failed in the rule of mandatory stop signaling at the time of training and assessment completion. In addition to this conclusion, it is also valid to state that 50% (23 of the 46 participants) were successfully evaluated in the learning of this competence.

After the analysis of STOP signaling, we proceed to the analysis of right of way signaling or right of way assignment.

In this competence, the results indicated that about 31 of the 46 participants (67%) were successful in learning. Although there were many participants who were successful at the time of training, there was a positive evolution of the behavior desired between the two moments for a total of 17, an increase that corresponds to more than 1/3 of the participants.

Finally, we proceed to the global analysis of the performance evaluation (success or failure) of the participants in the training plan presented. Based on Equation 1, the successful evaluation of the total score achieved by each participant in the test implies the success of all tasks with equal weights in the proposed competencies.

$$LO(l, t) = \sum \frac{t|F(Ti, l, t)|}{L(l)}$$

Equation 1: Calculation of the result expected by the tasks performed

For our case, the planned training was configured with the following set of metrics and respective percentages indicating the minimum success rate: speed compliance: 75%; maintenance within the roadway: 90%; mandatory STOP: 100% and reduction of speed upon approach to intersection or junction: 100%.

The overall results obtained allow us to state that the training plan presented can be used to verify and validate the competences considered, because about 86% of the successful participants already have the qualifications to drive. Another conclusion we draw from this analysis is that only 7 participants (6 males and 1 female, as well as 4 under 23 years old) have acquired the four competencies included in the training plan.

Considering the results obtained, we consider that the low success rate among the participants may be related to the successive repetition of the several previous paths (T1, T2, T3 and T4) and of an imposition of the maximum speed limit of 40 km/h during a segment of each route. The fulfillment of this speed limit represented a great difficulty for most of the participants, and may even have triggered a lot of annoyance/demotivation in the successive repetitions, probably leading them to pay less attention when accomplishing the final routes, which were indeed the focus of our analysis.

Another analysis that we performed was to verify the results considering the method applied to the training design: CRAWL - WALK - RUN. This method establishes that a set of tasks be performed sequentially and repeatedly by participants. However, in the present analysis of performance in skills acquisition, the results obtained by the sum of each competency were not very significant since we only obtained 7 successful

participants out of a total of 46. We can justify this poor overall performance with some lack of motivation/lack of interest caused by the speed control mechanics used (speed limit of 40 km/h) in the repeated performance of tasks.

However, as we obtained a high percentage (86%) of success among participants with driver's licenses, we can conclude that the training method for the design of the training and skills validation is valid.

Conclusions

In recent years, serious games have emerged as an interesting alternative to acquiring, training and certifying skills because they can offer a more meaningful and engaging learning experience. Bearing in mind their rules, behavioral simulation and feedback of players' actions provide a learning environment where mistakes can occur without the impact of real-life penalties, and the trainees also get instant feedback on their actions.

However, for purposes of training validation and certification, serious games must be designed and implemented according to an appropriate methodology, as the gameplay element is one of the main ways to achieve progression and successful, effective learning.

The starting point of this research was the search for valid answers to the following question: is it possible to use the evaluation of the results obtained by the player and on his or her interaction with the game to certify the acquired competences?

Through the review of the literature, it was possible to validate the pertinence of the question, as well as to establish the focus of our research on the possibility of integrating the evaluation process and consequent certification of knowledge and skills within the context of games-based learning, according to specific norms that describe and systematize student performance measurement.

The four defined research questions find the respective answers to the structuring of the Triadic Certification Method and the tools created.

One of the contributions of this research is the matrix of correlation between competences and game taxonomy (RQ1 - existence of relation between gaming genres and training of specific competences) that makes it possible to identify a set of game mechanics associated with game genres, which will help the game designer to build specific games capable of delivering effective learning experiences.

To respond to RQ2 (Identification of serious game design aspects that favor the evaluation of learning and training of players based on competency frameworks), it was fundamental to identify a reference of comprehensive competences whose categories included three fundamental elements: classification (hard and soft), framing within the necessary skills for the 21st century and, finally, performance results that can be measured in different training and learning scenarios.

The choice of the matrix of successful educational factors had an impact on the answers obtained in questions RQ1 and RQ3 (possibility of identifying a method for competence certification using SGs from game design), and in the case of RQ3, the question became one of the developed method tools. The association of a matrix of competences to the design of serious games brought a specific context to the training scenarios (tasks and the scales of performance measurement), with the trainer/teacher/instructor indicating the scenarios for the designer to outline the adjusted game mechanics required for the acquisition of the desired skills.

To achieve our desired research objective of measuring global performance through serious games (RQ3), the answer was the definition of the Triadic Certification Method, a four-step process that allows for the collection of results, either individually or as a group, on player performance according to the competency matrix.

Finally, we have the matter of integrating learning metrics (RQ4 - how to integrate learning metrics into an in-game evaluation system to measure performance), the implementation of which allows for the evaluation of knowledge and skills acquired during the learning process. Here, the implementation of performance validation was based on the Score, whose formula integrates a set of successful activities within a training plan. The combination of these metrics with the expected results validates or not the success of the training performed.

With the present investigation, we consider that there is a decisive acquisition of knowledge and experiences with SGs because we have been able to demonstrate with the results obtained that it is possible to use the evaluation of the results obtained by the player and in his interaction with the game to certify the competences acquired through the application of the Triadic Certification Method in the development of SGs for competences training. With this method, there is an opportunity to not have to resort to traditional methods of validating knowledge and acquired skills (surveys and observations) to ensure learning success in both assessment and certification.

References

- Abt, C. C. (1970). Serious games.
- Adams, E., & Dormans, J. (2012). *Game mechanics: advanced game design*. New Riders.
- Adams, E., & Rollings, A. (2006). *Fundamentals of Game Design*.
- Allen, L., Seeney, M., Boyle, L., & Hancock, F. (2009). The implementation of team based assessment in serious games. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009. VS-GAMES'09. Conference in* (pp. 28-35).
- Apperley, T. H. (2006). Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres. *Simulation & Gaming*, 37(1), 6-23.
- Association, E. S. (2011). *Essential Facts about the Computer and Video Game Industry 2011*.
- Azadegan, A., Riedel, J. C. K. H., & Baalsrud Hauge, J. (2012). Serious Games Development and Applications: Third International Conference, SGDA 2012, Bremen, Germany, September 26-29, 2012. Proceedings. In M. Ma, M. F. Oliveira, J. B. Hauge, H. Duin, & K.-D. Thoben (Eds.), (pp. 74-85). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/978-3-642-33687-4_6
- Babić, V., & Slavković, M. (2011). Soft and Hard Skills Development: A Current Situation in Serbian Companies.
- Baker, E. L., & Mayer, R. E. (1999). Computer-based assessment of problem solving. *Computers in Human Behavior*, 15(3), 269-282.
- Baptista, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. (2013). METHODOLOGY FOR IN-GAME CERTIFICATION IN SERIOUS GAMES. In *EDULEARN13 Proceedings* (pp. 3152-3162). IATED.
- Baptista, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. V. (2015). Relationship Between Game Categories and Skills Development: Contributions for Serious Game Design. In *ECGBL2015-9th European Conference on Games Based Learning: ECGBL2015* (p. 34).
- Baptista, R., Coelho, A., & de Carvalho, C. V. (2016). Relation Between Game Genres and Competences for In-Game Certification. In *Serious Games, Interaction, and Simulation* (pp. 28-35). Springer.
- Bateman, C., & Boon, R. (2005). *21st Century Game Design (Game Development Series)*. Charles River Media, Inc.
- Batista, R., & de Carvalho, C. (2008). Work in progress - learning through role play games. In *Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual* (p. T3C-7-T3C-8). <http://doi.org/10.1109/FIE.2008.4720599>
- Becker, K. (2005). How are games educational? Learning theories embodied in games.
- Bergeron, B. (2006). *Developing serious games (game development series)*.
- Breuer, J. S., & Bente, G. (2010). Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4(1), 7-24.
- Cadin, L., & Guérin, F. (2006). What Can We Learn from the Video Games Industry?

European Management Journal, 24(4), 248-255.
<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2006.05.001>

- Caillois, R. (1955). The structure and classification of games. *Diogenes*, 12, 62-75.
- Conole, G. (2004). Assessment as a catalyst for innovation. In *QAA aeries of workshops on assessment*.
- Conole, G., & Warburton, B. (2005). A review of computer-assisted assessment. *Research in Learning Technology*, 13(1).
- Crawford, C. (1984). The art of computer game design.
- de Freitas, S., & Jarvis, S. (2006). A framework for developing serious games to meet learner needs. In *Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference. Florida. December*.
- De Freitas, S., & Jarvis, S. (2007). Serious games-engaging training solutions: A research and development project for supporting training needs. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 523.
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627.
- Derryberry, A. (2007). Serious Games: Online Games for Learning.
- Dodig-Crnkovic, G., & Larsson, T. (2005). Game ethics-Homo Ludens as a computer game designer and consumer. *International Review of Information Ethics*, 4(12), 19-23.
- Engström, I., Gregersen, N. P., Hernetkoski, K., Keskinen, E., & Nyberg, A. (2003). Young novice drivers, driver education and training. *Literature Review. VTI Report A*, 491.
- Fogg, C. D. (1999). *Implementing your strategic plan: How to turn“ intent” into effective action for sustainable change*. AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Gallacher, S. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. *International Journal of Advertising*, 30(5), 916-917.
- Garman, A. N., & Johnson, M. P. (2006). Leadership competencies: An introduction. *Journal of Healthcare Management*, 51(1), 13.
- Glaser, R., Chudowsky, N., Pellegrino, J. W., & others. (2001). *Knowing What Students Know:: The Science and Design of Educational Assessment*. National Academies Press.
- Goncalves, R., Baptista, R., Coelho, A., Matos, A., de Carvalho, C. V., Bedkowski, J., ... Majek, K. (2014). A game for robot operation training in search and rescue missions. In *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2014 11th International Conference on* (pp. 262-267).
- Govaerts, M. J. B. (2008). Educational competencies or education for professional competence? *Medical Education*, 42(3), 234-236.
- Graves, L., Stratton, G., Ridgers, N. D., & Cable, N. T. (2008). Energy expenditure in adolescents playing new generation computer games. *British Journal of Sports Medicine*, 42(7), 592-594.
- Griffiths, M. (2003). The therapeutic use of videogames in childhood and adolescence. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 8(4), 547-554.
- Gunter, G. A., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2008). Taking educational games seriously:

- using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6), 511-537.
- Harteveld, C. (2011). *Triadic game design: Balancing reality, meaning and play*. Springer Science & Business Media.
- Harteveld, C., Guimarães, R., Mayer, I. S., & Bidarra, R. (2009). Balancing play, meaning and reality: The design philosophy of LEVEE PATROLLER. *Simulation & Gaming*.
- Huizinga, J., & Hull, R. F. C. (1949). *Homo ludens. A study of the play-element in culture.*[Translated by RFC Hull.]. Routledge & Kegan Paul.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (Vol. 4, p. 1).
- Hunt, S. T. (2007). *Hiring success: the art and science of staffing assessment and employee selection*. John Wiley & Sons.
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (n.d.). *The unified software development process* (Vol. 1).
- James, R. F., & James, M. L. (2004). Teaching career and technical skills in a “mini” business world. In *Business Education Forum* (Vol. 59, pp. 39-41).
- Jenkins, H. (2005). Games, the new lively art. *Handbook of Computer Game Studies*, 175-189.
- Juul, J. (2001). The repeatedly lost art of studying games. *Game Studies*, 1(1).
- Keskinen, E. (2007). What is GDE all about and what it is not. In *Henriksson W., Stenlund T., Sundström A., Wiberg M. 2007, Proceedings from the conference: The GDE-Model as a guide in driver training and testing, Umea* (pp. 3-13).
- Kiili, K. (2005). Content creation challenges and flow experience in educational games: The IT-Emperor case. *The Internet and Higher Education*, 8(3), 183-198.
- Kiili, K. (2005). *On educational game design: Building blocks of flow experience*.
- Kirkpatrick, D. (n.d.). *Evaluating Training Programs-The Four Levels*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- Kirkpatrick, D. (1996). Great ideas revisited. *Training and Development*, 50(1), 54-59.
- Krishnamurti, R. (2006). Explicit design space? *AI EDAM-Artificial Intelligence Engineering Design Analysis and Manufacturing*, 20(2), 95-104.
- LeBlanc, M. (2005). Game design and tuning workshop. In *Workshop presented at FuturePlay 2005 International Academic Conference on the Future of Game Design and Technology, East Lansing, MI*.
- Lepper, M. R., Greene, D., & Nisbett, R. E. (1973). Undermining children’s intrinsic interest with extrinsic reward: A test of the “overjustification” hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28(1), 129.
- Lieberman, D. A. (2013). Effects on Knowledge, Self-Efficacy, Social Support. *Health Promotion and Interactive Technology: Theoretical Applications and Future Directions*, 103.
- Lindsay, G. (2005). Game Type and Game Genre.
- Lombardo, M. M., & Eichinger, R. W. (2005). *The leadership machine*. Lominger.
- Malliarakis, C., Satratzemi, M., & Xinogalos, S. (2014). Designing educational games

- for computer programming: A holistic framework. *Electronic Journal of E-Learning*, 12(3).
- Manser, M. H., & McGauran, F. (1991). *Oxford Learner's Pocket Dictionary*. Oxford University Press.
- Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious games: games that educate, train, and inform*. Thomson Course Technology. Boston, MA.
- Microsoft. (2006a). Education Competency Wheel.
- Microsoft. (2006b). Professional Leadership Education Competency Wheel.
- Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., & Almond, R. G. (2003). Focus article: On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 1(1), 3-62.
- Moizer, J., & Lean, J. (2010). Toward endemic deployment of educational simulation games: A review of progress and future recommendations. *Simulation & Gaming*, 41(1), 116-131.
- Muratet, M., Torguet, P., Jessel, J.-P., & Viallet, F. (2009). Towards a Serious Game to Help Students Learn Computer Programming. *Int. J. Comput. Games Technol.*, 2009, 3:1--3:12. <http://doi.org/10.1155/2009/470590>
- Myers, D., & others. (1990). Computer games genres. *Play & Culture*, 3(4), 286-301.
- Naveda, J. F., & Seidman, S. B. (2005). Professional certification of software engineers: the CSDP program. *IEEE Software*, 22(5), 73-77. <http://doi.org/10.1109/MS.2005.132>
- Oblinger, D. (2006). Simulations, games, and learning. *ELI White Paper*.
- Omar, H. M., & Jaafar, A. (2010). Challenges in the evaluation of educational computer games. In *Information Technology (ITSim), 2010 International Symposium in* (Vol. 1, pp. 1-6).
- Peräaho, M., Keskinen, E., & Hatakka, M. (2003). Driver Competence in a Hierarchical Perspective ; Implications for Driver Education. *Report to Swedish Road ...*, 1-51.
- Picot, E. (2009). Play on Meaning. *Computer Games as Art*.
- Pinelle, D., Wong, N., & Stach, T. (2008). Using genres to customize usability evaluations of video games. In *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share* (pp. 129-136).
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garc'ia, T., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801-813.
- Quellmalz, E. S., Timms, M. J., & Schneider, S. A. (2009). Assessment of student learning in science simulations and games.
- Rainsbury, E., Hodges, D. L., Burchell, N., & Lay, M. C. (2002). Ranking workplace competencies: Student and graduate perceptions.
- Raposa, J. (2003). Biofeedback in educational entertainment. *Unpublished Master Thesis, Domus Academy, Milano*.
- Ratan, R., & Ritterfeld, U. (2009). Classifying serious games. *Serious Games: Mechanisms and Effects*, 10-24.
- Raybould, J., & Sheedy, V. (2005). Are graduates equipped with the right skills in the employability stakes? *Industrial and Commercial Training*, 37(5), 259-263.

- Rieber, L. P., Smith, L., & Noah, D. (1998). The value of serious play. *EDUCATIONAL TECHNOLOGY-SADDLE BROOK NJ-*, 38, 29-36.
- Roodt, S., & Joubert, P. (2009). Evaluating Serious Games in Higher Education: A Theory-based Evaluation of IBMs Innov8. In *Proceedings of the 3rd European Conference on Games Based Learning* (pp. 332-339).
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- Sawyer, B., & Smith, P. (2008). Serious Games Taxonomy. *Health San Francisco*, 1-54. Retrieved from <http://www.dmill.com/presentations/serious-games-taxonomy-2008.pdf>
- Scacchi, W., Nideffer, R., & Adams, J. (2008). Collaborative game environments for informal science education: DinoQuest and DinoQuest Online. In *Collaborative Technologies and Systems, 2008. CTS 2008. International Symposium on* (pp. 229-236).
- Sellers, M. (2006). Designing the experience of interactive play. *Playing Video Games: Motives, Responses, and Consequences*, 10.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA.
- Snyder, L. A., Rupp, D. E., & Thornton, G. C. (2006). Personnel selection of information technology workers: The people, the jobs, and issues for human resource management. *Research in Personnel and Human Resources Management*, 25, 305-376.
- Song, M., & Zhang, S. (2008). EFM: A model for educational game design. In *Technologies for e-learning and digital entertainment* (pp. 509-517). Springer.
- Song, S., & Lee, J. (2007). RETRACTED: Key factors of heuristic evaluation for game design: Towards massively multi-player online role-playing game. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(8), 709-723.
- Stahl, T. (2005). *Video Game Genres*.
- Stokrocki, M. (2007). Art education avatars in cyberspace: Research in computer-based technology and visual arts education. In *International handbook of research in arts education* (pp. 1361-1379). Springer.
- Sugar, S., & Whitcomb, J. (2006). *Training Games* (1st). ASTD Press.
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.
- Tadayon, R., Amresh, A., & Burlison, W. (2011). Socially relevant simulation games: a design study. In *Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia* (pp. 941-944).
- Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE Review*, 41(2), 16.
- Wiberg, C., & Jegers, K. (2003). Satisfaction and learnability in edutainment: a usability study of the knowledge game "Laser Challenge" at the Nobel e-museum. In *Proceedings of HCI International—10th International Conference on Human Computer Interaction, Crete, Greece*.
- Wigfield, A., Guthrie, J. T., Tonks, S., & Perencevich, K. C. (2004). Children's motivation for reading: Domain specificity and instructional influences. *The Journal of Educational Research*, 97(6), 299-310.
- Wills, G. B., Bailey, C. P., Davis, H. C., Gilbert, L., Howard, Y., Jeyes, S., ... others.

- (2009). An e-learning framework for assessment (FREMA). *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(3), 273-292.
- Winn, B. M. (2009). *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*. (R. E. Ferdig, Ed.). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-59904-808-6>
- Wolf, M. J. P. (2002). Genre and the video game. *The Medium of the Video Game*, 113-134.
- Zemliansky, P., & Wilcox, D. (2010). Design and Implementation of Educational Games: Theoretical and Practical.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.