

**BÁRBARA COSTA VILAS BOAS BARROSO**

Prova de Reconhecimento do Título de Especialista

**DESIGN E DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCATIVO**



**JULHO 2018**

**BÁRBARA COSTA VILAS BOAS BARROSO**

**DESIGN E DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EDUCATIVO**

Trabalho apresentado ao Instituto Politécnico do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do título de Especialista, previsto no Decreto-Lei n.º 206/2009 de 31 de agosto, e no Despacho n.º 14093/2011, DR n.º 200, 2ª Série, de 18 de outubro na área de Artes da Imagem – Audiovisuais e Produção dos Média (*área de acordo com despacho IPP/P-64/2013, de 20/09*).

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta alguns dos fundamentos teóricos, princípios e metodologias utilizados no design e desenvolvimento de um jogo digital educativo. O jogo “Vi Ana” tem como público-alvo prioritário alunos do 3º ano de escolaridade do ensino básico e propõe suporte a vários conteúdos do programa curricular de Estudo do Meio, procurando potenciar o conhecimento sobre o património edificado e cultural de Viana do Castelo de forma ativa e imersiva.

Como jogo sério educativo pretende contribuir como possível resposta a desafios do processo de ensino-aprendizagem na contemporaneidade, que se prendem com o reconhecimento das fortes bases emocionais que sustentam a aprendizagem e a necessidade de sistemas de maximização de aprendizagem.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. JOGOS SÉRIOS E EDUCAÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 TEORIA INSTRUCIONAL, APRENDIZAGEM AUTÊNTICA E FLEXIBILIDADE COGNITIVA .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 PRINCÍPIOS DE DESIGN E RESULTADOS DE APRENDIZAGEM NOS JOGOS SÉRIOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1 O MODELO <i>INPUT – PROCESS – OUTCOME</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2 O MODELO <i>EXPERIENTIAL GAMING</i> .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.3 O MODELO <i>FOUR-DIMENSIONAL</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.4 O MODELO <i>DESIGN, PLAY AND EXPERIENCE</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.5 O MODELO <i>EFM</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.6 O MODELO <i>CONCEPTUAL FRAMEWORK</i>.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.7 O MODELO <i>EDUCATIONAL GAMES DESIGN</i> .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.8 O MODELO <i>GAME BASED LEARNING</i> .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.9 O MODELO <i>INTEGRATED DESIGN</i> .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 PRINCÍPIOS DE DESIGN E FUNCIONALIDADES NOS JOGOS EDUCATIVOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3. O JOGO “VI ANA” .....</b>	<b>36</b>
<b>4. REFLEXÕES FINAIS .....</b>	<b>46</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>48</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1</b> Input – Process – Outcome (Garris et al, 2002) .....	17
<b>Fig. 2</b> Experiential Gaming Model (Kili, 2005) .....	18
<b>Fig. 3</b> Four-dimensional Framework (de Freitas & Jarvis, 2006).....	19
<b>Fig. 4</b> Design, Play and Experience Framework (Winn, 2008).....	20
<b>Fig. 5</b> EFM Model (Song & Zhang, 2008) .....	22
<b>Fig. 6</b> Conceptual Framework (Yusoff et al, 2009).....	23
<b>Fig. 7</b> Educational Games Design Model (Ibrahim & Jaafar, 2009).....	25
<b>Fig. 8</b> Game-based Learning Model (van Staalduinem & de Freitas, 2011) .....	27
<b>Fig. 9</b> Integrated Design Framework (Hajaraih, 2012) .....	28
<b>Fig. 10</b> Diagrama de Teorias de Aprendizagem (Wu et al, 2012) .....	29
<b>Fig. 11</b> Modelo de decisões de design (Ellaway, 2016).....	32
<b>Fig. 12</b> Diagrama próprio para o ciclo de design e desenvolvimento de um jogo sério educativo	33
<b>Fig. 13</b> Website de apresentação do NMSPCAM ( <a href="http://nmspcam.ipvc.pt">http://nmspcam.ipvc.pt</a> ) .....	36
<b>Fig. 14</b> Concept Art do Livro Mágico Ancestral como Interface Principal.....	39
<b>Fig. 15</b> Storyboard de estudo da cut-scene inicial .....	40
<b>Fig. 16</b> Estudo dos mecanismos de progressão e respetiva visualização .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

No âmbito do ensino superior politécnico, a atribuição do título de especialista decorre da conciliação de alguns condicionamentos definidos no Decreto-Lei nº 206/2009, de 31 de Agosto, o qual esclarece sobre a importância de um percurso profissional com pelo menos dez anos de experiência, sendo esta inserida numa determinada área. Estabelece, ainda, a exigência da apresentação de um trabalho que faça parte do currículo profissional. Desta forma, torna-se relevante um domínio pragmático, mais do que teórico, circunscrito a essa área.

Perante este enquadramento, considera-se o trabalho que aqui se propõe como prova para a obtenção do título de especialista ter qualidade e dimensão para o requerido efeito, assim como ser exemplificativo do percurso profissional enquanto autora ou colaboradora em projetos de carácter diversificado.

O trabalho proposto é um jogo digital educativo dirigido a crianças do 3º ano de escolaridade do ensino básico que tem o intuito de apoiar o processo de ensino-aprendizagem quanto ao programa curricular de Estudo do Meio. As fases de pré-produção e produção deste jogo estão inseridas num projeto de maior âmbito, intitulado Novos Média ao Serviço do Património Cultural do Alto Minho [NMSPCAM], que surgiu de uma parceria entre o Instituto Politécnico de Viana do Castelo e o Instituto Politécnico de Bragança e que veio a agregar outras entidades para prossecução dos seus fins. Destas destaco a PLIN [PLANO INTERATIVO – Associação pedagógica, científica e cultural], por contribuir especificamente para esta atividade. Para além disso, será a PLIN a assegurar futuramente as fases de pós-produção, distribuição e manutenção do jogo.

O projeto NMSPCAM está alinhado com a Estratégia Nacional de Especialização Inteligente e foca-se na utilização de tecnologias de informação e comunicação aplicadas à criação de conteúdos digitais criativos com o intuito de mobilizar públicos diferenciados para a região de Viana de Castelo. Trata-se de um projeto de investigação e desenvolvimento que reflete sobre a integração de tecnologia, metodologias pedagógicas e cultura local. Neste contexto, todo o design e desenvolvimento do jogo se relacionou com o programa curricular de Estudo do Meio procurando potenciar o conhecimento sobre o património edificado e cultural de Viana do Castelo de forma ativa e imersiva.

Quanto à PLIN, é uma associação sem fins lucrativos, dotada de personalidade jurídica e de autonomia administrativa e financeira. A PLIN tem como fins principais:

- a) Contribuir para a formação social e cívica dos seus associados e da população em geral, através da promoção e desenvolvimento de atividades de caráter pedagógico, científico e cultural relacionadas com jogos;
- b) Promover o design e desenvolvimento de jogos e sistemas de gamificação, enquanto objetos artísticos e culturais, conjugando-os com a educação e o desenvolvimento sustentado, uma conduta de respeito pelos Direitos Humanos, e explorando temas pertinentes à sociedade contemporânea;
- c) Possibilitar que criadores de jogos e inovadores sociais gerem mudanças reais.

Para a prossecução destes fins, de entre várias tipologias de ação, a PLIN propõe-se, no seu Plano de Atividades, o desenvolvimento de jogos sérios e projetos de gamificação educativos que apoiem a introdução de metodologias ativas em contexto escolar e é nesse âmbito que surge a sua colaboração no projeto NMSPCAM.

Assim, a equipa de design e desenvolvimento do jogo educativo “Vi Ana” é constituída por mim, enquanto Diretora Criativa e Produtora, coordenando todo o trabalho, uma Líder de Design e um Líder de Programação, que assumem um papel de aferição quotidiana do progresso de trabalho, um Assistente de Design, um Assistente de Produção, dois Programadores, uma Escritora de Diálogos, um desenvolvedor de *User Interface* (UI), um Designer de Som, dois Modeladores 3D, quatro artistas 2D, uma Animadora. Adicionalmente, dado o cariz do projeto e os fins da PLIN, foram convidados a participar no projeto alunos da licenciatura de Design de Jogos Digitais da EsACT – IPB, que intervêm em algumas funções relacionadas com *level design*, modelação 3D e arte 2D. Trata-se, portanto, de uma equipa multidisciplinar em que os elementos têm calendários diferenciados, mas com tarefas interligadas, em que é imperativo um grande empenho no controle do foco criativo e na gestão do projeto. O ciclo de desenvolvimento do jogo foi iniciado em Dezembro de 2017 e o lançamento online (App Store / Play Store) está agendado para Novembro de 2018.

## 2. JOGOS SÉRIOS E EDUCAÇÃO

Nos últimos 40 anos, têm sido inúmeras as publicações que abordam a interligação entre jogos digitais e o processo de ensino-aprendizagem. Este interesse foi suscitado em parte pela predominância que a indústria de jogos foi assumindo, mas também pelo potencial de motivação e engajamento por longos períodos de tempo que os jogos granjeiam perante os jogadores, assim como pela forma como os jogadores passam a dominar competências cada vez mais complexas para atingir objetivos.

Muita desta literatura aborda esta interligação pela perspectiva do que aprendem os jogadores com os jogos digitais, em vez de como estes podem ser projetados para facilitar a aprendizagem (Gee, 2003; Aguilera & Mendiz, 2003; O'Neil, Wainess, & Baker, 2005; Mayer et al, 2014; Arnab et al, 2015). Por outro lado, pelos jogos digitais situarem esta questão na conjunção de tecnologia com paradigmas educativos, existe um longo histórico de teoria instrucional que suporta a evolução dos jogos sérios educativos (Lombardi & Oblinger, 2007; Reigeluth & Carr-Chellman, 2009; Duffy & Raymer, 2010; Reigeluth, 2012), assim como diferentes análises dos jogos sérios e influências relevantes para este contexto, como é o caso da psicologia ou das ciências cognitivas (Goleman, 1996; Carvalho, 2000; Boyle et al, 2011; Blumberg et al, 2012; Ingram et al, 2012; Wouters et al, 2013).

Perante a complexidade do tema, numa breve revisão de literatura, podemos centrar-nos em teorias que permitam conceituar como os jogos digitais, enquanto suporte tecnológico de conteúdos, promovem a aprendizagem, assim como que resultados de aprendizagem podemos relacionar com princípios de design de jogos. Isto é, apresentar de forma sintética alguns dos pressupostos teóricos que fundamentam a minha prática profissional no design e desenvolvimento de um jogo sério<sup>1</sup> educativo.

---

<sup>1</sup> Para desambiguação do termo, a definição de jogos sérios que alicerça este texto segue a proposta do trabalho pioneiro de Clark C. Abt (1970) que, sendo usada por vários autores no presente (Chen & Michael, 2005; Djaouti et al, 2011), se refere a jogos cuja finalidade principal está para além do entretenimento ou diversão.

## 2.1 TEORIA INSTRUCIONAL, APRENDIZAGEM AUTÊNTICA E FLEXIBILIDADE COGNITIVA

Tal como a teoria instrucional preconiza quanto aos paradigmas de educação pós-industrial, os jogos sérios procuram responder a processos de ensino-aprendizagem centrados no aluno, em que o papel do professor é perspectivado como mediador e não como transmissor do conhecimento, nas denominadas metodologias ativas. Este posicionamento implica de forma clara que se respeitem os diferentes ritmos de aprendizagem de cada indivíduo. Trata-se de um “*sistema de maximização de aprendizagem*” (Reigeluth, 2012), no sentido em que não força os indivíduos que precisam de um maior período de tempo a avançar antes de realmente compreenderem um conteúdo, nem força os indivíduos cujo ritmo foi mais rápido a aguardar pelos restantes.

Merrill (2009) propôs cinco princípios universais relacionados com: (1) o foco na tarefa, em que a estratégia instrucional deve compreender uma progressão de tarefas completas cada vez mais complexas; (2) a demonstração, proporcionando orientação que a relacione às generalidades e permitindo a observação; (3) a aplicação, fornecendo treino que é gradualmente retirado e feedback intrínseco ou corretivo, assim como possibilitando a colaboração entre pares; (4) a ativação, pois a estratégia instrucional deve ativar estruturas cognitivas relevantes permitindo que o aprendente recorde, descreva ou demonstre conhecimento ou experiência prévia, bem como adquira uma estrutura para organizar novos conhecimentos; (5) a integração, quando o aprendente reflete, debate ou defende novos conhecimentos ou competências, desenvolvendo formas pessoais de usar esses conhecimentos ou competências.

Estes princípios abrangentes formam uma macroestrutura que é depois ajustada perante cada contexto, ao serem identificadas as situacionalidades que conduzam à escolha de métodos específicos de atuação. Reigeleuth & Carr-Chellman (2009) identificam dois grandes tipos de situacionalidades que conduzem a escolhas de métodos fundamentalmente diferentes: (1) as baseadas em diferentes abordagens da instrução, como por exemplo, o role-play, o debate, a resolução de conflitos, a aprendizagem experiencial, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em simulações; (2) as baseadas em diferentes resultados, como por exemplo, compreensão, aplicação, análise, síntese, desenvolvimento afetivo, aprendizagem integrada.

Estes princípios e situacionalidades complementam-se para que o processo de ensino-aprendizagem se distancie de uma prática pedagógica excessivamente expositiva e centrada na figura do professor – transmissor para se tornar um processo baseado na performance do aprendente perante

atividades autênticas<sup>2</sup>. Para tal, para além do progresso baseado em conquistas (objetivos / competências adquiridos), embora haja um núcleo central de conhecimentos, habilidades e atitudes que todos os aprendentes devem atingir, deve existir um grau de personalização que dê tempo e espaço para se cultivarem talentos, interesses e pontos fortes específicos a cada indivíduo. Ao propor sete tipos principais de inteligência, Gardner (1999) argumentou que as inteligências mais fortes de um aprendente podem ser usadas mais efetivamente como “pontos de entrada” para sedimentar conhecimento, competências e atitudes. Deste modo, para além de possibilitar o percurso individual personalizado, a estratégia instrucional deve proporcionar aos aprendentes a oportunidade de aprenderem uns com os outros reconhecendo a sua diversidade, o que é sustentado pelo construtivismo social<sup>3</sup> (Vigotsky, 1984).

Assumindo estes conceitos como alicerce para o design de um jogo educativo, é de extrema importância considerar que um conjunto de alunos a trabalhar sobre uma tarefa autêntica a partir de um suporte interativo, o seu “*espaço de tarefas*” (Reigeluth, 2012), pode encontrar uma lacuna de aprendizagem, isto é, de conhecimento factual, de compreensão, de atitude, que precisa de resolver antes de conseguir prosseguir. Nesse momento, é fundamental que tenha acesso a orientação personalizada que responda com factos, desenvolvimento de habilidades ou compreensão ou que promova mudança de atitudes. Por conseguinte, é necessário configurar também um “*espaço instrucional*” (Reigeluth, 2012). Estes espaços, de tarefas e instrucional, conjugam-se para possibilitar tanto o domínio de competências individuais, como de performance em grupo, evitando a fragmentação de sistemas de ensino-aprendizagem anteriores.

Para além disso, a coexistência destes espaços permite conceber a avaliação como algo integrado no percurso do indivíduo, não como um momento formalizado noutra tempo e espaço. Aliás, tanto a avaliação formativa, que oferece feedback de correção ao aprendente, como a avaliação sumativa, que permite registar o cumprir de objetivos, são centrais à estratégia instrucional, pois possibilitam que o aprendente tenha as suas competências e conhecimento certificados perante o grupo em que se insere e perante si próprio, contribuindo para o seu sentido de realização pessoal.

É também importante equacionar que os ambientes de aprendizagem autêntica são inerentemente multidisciplinares, isto é, devem assemelhar-se ao *mundo real*, onde os conhecimentos e competências não se aplicam de forma compartimentada e estanque; por exemplo, para gerir um projeto, projetar uma casa,

---

<sup>2</sup> A experiência de aprendizagem autêntica baseia-se na experimentação e ação e é tipicamente focada na resolução de problemas reais complexos, tirando partido de estudos de caso, colaboração e cooperação entre pares, e ambiente inerentemente multidisciplinar (Lombardi & Oblinger, 2007).

<sup>3</sup> O construtivismo é uma tese epistemológica que defende o papel ativo do sujeito na criação e modificação das suas representações do objeto do conhecimento. Existindo múltiplas interpretações centradas em diferentes autores, utiliza-se a terminologia construtivismo social para designar a proposta de que existe uma relação entre o funcionamento da mente humana e as situações culturais, institucionais e históricas nas quais este funcionamento ocorre, ou seja, o conhecimento é uma construção social fruto de interação entre sujeitos (Vigotsky, 1984; Castañon, 2015).

pilotar um avião, estabelecer um orçamento, conduzir uma experiência científica é necessário ir para além do domínio de conteúdos específicos e intencionalmente analisar os problemas encontrados sob múltiplas perspetivas, formas de trabalho, hábitos mentais e comunidade (Lombardi & Oblinger, 2007).

Por conseguinte, sistemas desenhados segundo princípios da aprendizagem autêntica, tendo em consideração a neurodiversidade dos aprendentes, têm um maior potencial para auxiliar a desenvolver de forma integrada as suas capacidades superiores: (1) cognitivas, isto é, operacionais e sistémicas; (2) conativas, que dizem respeito à motivação, às emoções, ao temperamento e à personalidade do indivíduo; (3) executivas, na otimização e no controle da performance cognitiva e conativa. Quanto mais cedo no processo de ensino-aprendizagem for conscientemente e sistematicamente implementado o treino integrado destas três funções, mais facilmente tende a emergir em aprendizagens subsequentes (Fonseca, 2014).

«Qualquer aprendizagem humana emerge, consequentemente, de múltiplas funções, capacidades, faculdades ou habilidades cognitivas interligadas, quer de *recepção* (componente sensorial – *input*), quer de *integração* (componentes perceptiva, conativa, mnésica e representacional), quer de *planificação* (componentes antecipatória e decisória), quer finalmente, de *execução* ou de *expressão* de informação (componente motora – *output*).» (Fonseca, 2014)

Na tabela seguinte exemplificam-se competências associadas a cada uma destas três funções, esclarecendo como em qualquer aprendizagem, de um estágio inicial e imaturo até um estágio final e fluente, é necessária a constante interação entre as três, pois são indissociáveis em termos neurofuncionais (Fonseca, 2014):

Funções	Competências
Cognitivas	<p>Envolvem a co-ativação integrada e coerente de vários instrumentos mentais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- enfoque e concentração;</li> <li>- processamento simultâneo e sucessivo, analítico e sintético, rápido e preciso de dados;</li> <li>- memória de trabalho;</li> <li>- raciocínio analógico, indutivo e dedutivo;</li> <li>- planificação, elaboração e execução de soluções de problemas e de respostas adaptadas a situações ou tarefas.</li> </ul>
Conativas	<p>Componentes de otimização funcional:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de valor (porque faço a tarefa);</li> <li>- de expectativa (que faço com a tarefa);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- afetiva (como me sinto na tarefa).</li> </ul>
Executivas	<p>Transversais a qualquer tipo de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- estabelecer objetivos;</li> <li>- planificar, gerir, predizer e antecipar tarefas e trabalhos;</li> <li>- priorizar e ordenar tarefas no espaço e no tempo para concluir projetos;</li> <li>- organizar e hierarquizar dados, gráficos, mapas e fontes variadas de informação e de estudo;</li> <li>- separar ideias e conceitos gerais de ideias acessórias ou de pormenores;</li> <li>- flexibilizar, alterar e modificar procedimentos de trabalho e abordagens a temas;</li> <li>- manter e manipular informação na memória de trabalho;</li> <li>- auto-monitorizar o progresso individual e do grupo de trabalho;</li> <li>- autorregular e verificar as respostas produzidas individualmente ou em grupo;</li> <li>- refletir e responsabilizar-se pela sua performance (como aprendente).</li> </ul>

Outro modelo teórico que tem influenciado o design e desenvolvimento de conteúdos educativos interativos é a Teoria da Flexibilidade Cognitiva, que na década de 1990 trouxe um importante contributo à elaboração de hiperdocumentos educativos, pois não só equaciona a aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco-estruturados, como visa a transferência do conhecimento para novas situações (Spiro et al, 1988; Carvalho, 2000; Carvalho, 2011), resultado fundamental num processo de ensino-aprendizagem. A flexibilidade cognitiva é a capacidade que o aprendente tem de “restruturar de forma espontânea o próprio conhecimento para responder às necessidades das situações de mudança” (Heidrich, 2009). Por conseguinte, é proposto que os aprendentes sejam expostos à complexidade desde o início e defende-se, para tal, a utilização de analogias, embora tendo o cuidado de evidenciar semelhanças e diferenças entre a analogia e o assunto em estudo para que não se dê a construção de conceções alternativas.

Assim, a Teoria da Flexibilidade Cognitiva considera que existem três níveis na aquisição de conhecimentos: (1) inicial ou introdutório, quando o aprendente adquire conhecimentos e conceitos básicos a respeito de um conteúdo; (2) avançado, fase em que se dá um aprofundamento dos conhecimentos e o aprendente deve compreender a complexidade dos conceitos envolvidos e aplicá-los em diferentes situações; (3) especialização, quando o indivíduo é capaz de produzir conhecimento na área (Carvalho, 2011). A especificação destes níveis não é orientada à faixa etária do aprendente, mas ao seu nível de conhecimento. Por conseguinte, foram conduzidos estudos desde o 1º ciclo do ensino básico até ao ensino superior, passando pelos diferentes níveis de escolaridade (Carvalho, 2011).

Com base nesta teoria, Carvalho (2000; 2011) enumera alguns princípios gerais para a estratégia instrucional: (1) demonstração da complexidade e irregularidades de conceitos, por meio de situações que pareçam semelhantes, porém, quando analisadas, se revelem diferentes; (2) múltiplas representações dos conhecimentos, procurando também variar os contextos onde os mesmos são apresentados; (3) foco em casos; (4) ênfase no conhecimento aplicado a situações concretas; (5) construção de esquemas flexíveis por meio da apresentação de situações diversas a que os conceitos se aplicam; (6) estabelecimento de conexões entre conceitos e casos específicos, e entre estes, visando não compartimentar o conhecimento; (7) participação ativa do aprendente, ao explorar os casos em estudo. Assim, a operacionalização da Teoria da Flexibilidade Cognitiva passa por dois processos complementares: (1) desconstrução; (2) travessias temáticas.

Deste modo, esta teoria assume que a compreensão é duplamente construída, pois depende de conhecimento anterior para ir para além da informação dada, mas esse mesmo conhecimento anterior é também reconstruído à luz das novas aprendizagens. Por isso é tão importante o envolvimento do aprendente, pois quanto mais elevado o seu grau mais rapidamente o aprendente integra o novo conhecimento no já adquirido. Este ciclo implica que o conhecimento tem que ser aprendido, representado e aplicado de muitos modos para futuramente ser operacionalizado pelo aprendente face a novas situações. Logo, para promover a flexibilidade cognitiva durante a aprendizagem de um determinado conteúdo, é necessário um sistema de ensino multimodal, que compreenda tanto diferentes pontos de vista (desconstrução) como estabelecimento de relações entre casos e re-visitação dos casos sob diferentes perspectivas (travessias temáticas). Cada caso é visto como uma unidade complexa e plurissignificativa que pode ser dividida em unidades mais pequenas (mini-casos) para permitir uma apreensão mais rápida, embora preservando sempre a sua riqueza abordada sob múltiplos pontos de vista e dimensões de análise. As interligações entre estes fragmentos criam as condições para as potenciais reestruturações de conhecimento. O acesso a comentários adicionais, feitos por peritos na área do conteúdo trabalhado, fundamenta a exploração do aprendente (Carvalho, 2000; Carvalho, 2011).

Contextualizada a relevância da transferência de conhecimento para novas situações, pode situar-se o raciocínio analógico como o acesso, recuperação e transferência de conhecimento prévio de uma situação familiar (a fonte) para uma situação que deve ser solucionada (o alvo). O raciocínio analógico permite ver uma nova situação em termos de semelhança entre relações potenciais do alvo quanto a relações conhecidas da fonte (Casakin, 2004). Por isso, as analogias podem ser realizadas dentro de um domínio de conhecimento ou entre domínios, usadas para facilitar a comunicação entre membros de um grupo de trabalho ou para identificar o problema, gerar soluções e descrever resultados (Singh & Casakin, 2018).

Assim, quanto à transferência do conhecimento para novas situações, podemos assumir três tipologias: (1) de grau zero ou reprodução, isto é, em que o aprendente apenas repete o que aprendeu; (2) por semelhança, quando a aplicação é executada num caso de grande semelhança ao contexto da aprendizagem; (3) ponderada, quando o aprendente tem que analisar a situação, compará-la com casos já estudados e retirar ilações, reestruturando o saber (Gick & Holyoak, 1983).

Por conseguinte, podem ser definidas ações que apoiam objetivos específicos da estratégia instrucional (Reigeluth, 2012):

Objetivos	Ações
Memorização	Exercícios com repetição, solicitação de informação concreta, mnemónicas;
Aplicação	Exercícios com generalidades, exemplos práticos, feedback imediato;
Compreensão de conceitos	Exercícios com analogias, contextualização, comparação e contraste, análise de partes;
Compreensão teórica	Exercícios com relações causais, exploração de causas (explicação), efeitos (previsão) e soluções (resolução de problemas);
Compreensão de processos	Exercícios com sequências de eventos.

O suporte tecnológico que apoia este paradigma pós-industrial assenta, portanto, em:

Inventários	Quanto a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- objetivos a cumprir;</li> <li>- objetivos cumpridos;</li> <li>- mapas de progresso;</li> <li>- características do percurso do aprendente;</li> </ul>
Planeamento	Identificação de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- objetivos de curto e longo prazo;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tarefas que permitem atingir objetivos;</li> <li>- parcerias com outros aprendentes;</li> <li>- responsabilidades individuais e/ou de grupo;</li> <li>- interação com o professor ou outro tipo de mentor;</li> </ul>
Espaço Instrucional / Espaço de Tarefas	Por exemplo, através de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- simulações;</li> <li>- tutoriais;</li> <li>- demonstrações e prática;</li> <li>- ferramentas de pesquisa;</li> <li>- ferramentas de comunicação;</li> <li>- ferramentas de monitorização e apoio;</li> </ul>
Avaliação integrada	Através de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- mecanismos de feedback (avaliação formativa);</li> <li>- mecanismos de certificação de objetivos (avaliação sumativa).</li> </ul>

## 2.2 PRINCÍPIOS DE DESIGN E RESULTADOS DE APRENDIZAGEM NOS JOGOS SÉRIOS

Um dos principais objetivos da instituição escolar é construir as condições necessárias para a aquisição de conhecimento. Esse conhecimento é essencial à sociedade, pelo que também se configura de acordo com a sua evolução. Assim sendo, se a sociedade exige cidadãos capazes de se tornarem membros ativos num mundo em constante e rápida mudança, as didáticas devem inovar-se para responder a estas exigências. Posto isto, em complemento à evolução das abordagens pedagógicas também se foram desenvolvendo instrumentos, assentes nas tecnologias contemporâneas. Pode afirmar-se, então, que as tecnologias de informação e comunicação entraram na instituição escolar por necessidade da sociedade. Mas para esta adoção ser realmente efetiva, tem que ir para além da mera presença.

O percurso das tecnologias de informação e comunicação na instituição escolar não é nem linear nem desprovido de óbices. Por um lado, a instituição escolar assumiu a responsabilidade de dotar os seus alunos de manipular estes instrumentos, por outro existem inúmeras tensões sobre o tipo de ambiente de aprendizagem que o possibilita da melhor forma. A própria formação dos docentes tem que liderar este debate, no sentido de enquadrar que as tecnologias não induzem uma pedagogia, antes podem ser

colocadas ao dispor de várias perspectivas. Portanto, apesar do seu potencial transformador, as tecnologias de informação e comunicação não encerram em si a resposta. É fundamental considerar quando e como usá-las.

Posto isto, um dos obstáculos frequentemente encontrados quanto ao uso de jogos sérios em contexto educativo prende-se com a ideia de que não são desenvolvidos por pedagogos, logo, não são claros quanto à integração dos objetivos que o aprendiz tem que atingir no jogo face ao programa curricular. Por um lado, esta é uma simplificação excessiva do que os jogos permitem realmente fazer no processo de ensino-aprendizagem, pois são entendidos funcionalmente como um suporte tradicional linear, apenas como expositores de conteúdo. Por outro, denota uma preocupação legítima em como conceber jogos que contribuam efetivamente para a prossecução de objetivos programáticos cada vez mais extensos e complexos.

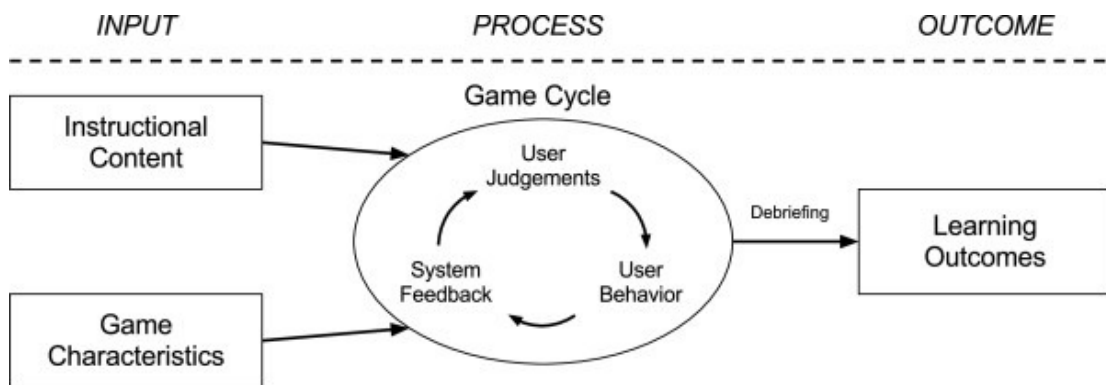
Neste contexto, alguns autores têm procurado enquadrar conceitualmente princípios de design conducentes à aprendizagem através dos jogos sérios (Garris et al, 2002; Kiili, 2005; de Freitas & Jarvis, 2006; Winn, 2008; Song & Zhang, 2008; Ibrahim & Jaafar, 2009; Yusoff et al, 2009; Koenig et al, 2010; Staalminem & de Freitas, 2010; Hajaraih, 2012).

### **2.2.1 O MODELO INPUT – PROCESS – OUTCOME**

Garris et al (2002) apresentam um modelo de reflexão sobre jogos educativos que destaca o processo de engajamento subjacente ao jogo, propondo que os recursos específicos do jogo podem desencadear um ciclo repetitivo de análise, comportamento e feedback em que o jogador retorna repetidamente ao jogo. Na medida em que se combinam as forças motivacionais do jogo com o conteúdo instrucional e a prática apropriados é possível alcançar os resultados de aprendizagem desejados, num processo mais dinâmico.

Um dos problemas que os autores detetam relaciona-se com a transferência de conhecimento, na medida em que os recursos e eventos do jogo diferem do mundo real no qual o conhecimento deve ser aplicado. Esse risco deve ser minimizado pelo papel do professor / instrutor que contextualiza criticamente a atividade. Outra questão levantada no seu estudo prende-se com a aceitação geral de que os jogos são atraentes para muitos indivíduos, mas o que é divertido para uns não é necessariamente divertido para outros. As diferenças individuais devem ser tidas em conta, pois podem ser preditivas de certos tipos de temas ou géneros de jogos.

Outro aspeto relevante deste modelo prende-se com as variáveis atitudinais para análise da eficácia do treino: (1) locus de controle, que descreve as características relacionadas com a disposição e capacidade de tomar iniciativas para alcançar os resultados desejados; (2) autoeficácia, quanto esforço e tempo os indivíduos despendem para superar dificuldades; (3) valência, ou atratividade dos resultados. Os autores pretendem atuar perante estas características e conduzir o jogador – aprendiz a mudanças diretamente interligadas: (1) a perceção de que os resultados são produto do próprio controlo; (2) as perceções de competência e domínio; (3) o valor atribuído à atividade. Porque um aprendiz que valoriza uma atividade, acredita ter habilidades para alcançá-la e tem a capacidade de controlar os resultados desejados tem maior probabilidade de atingir metas educativas.

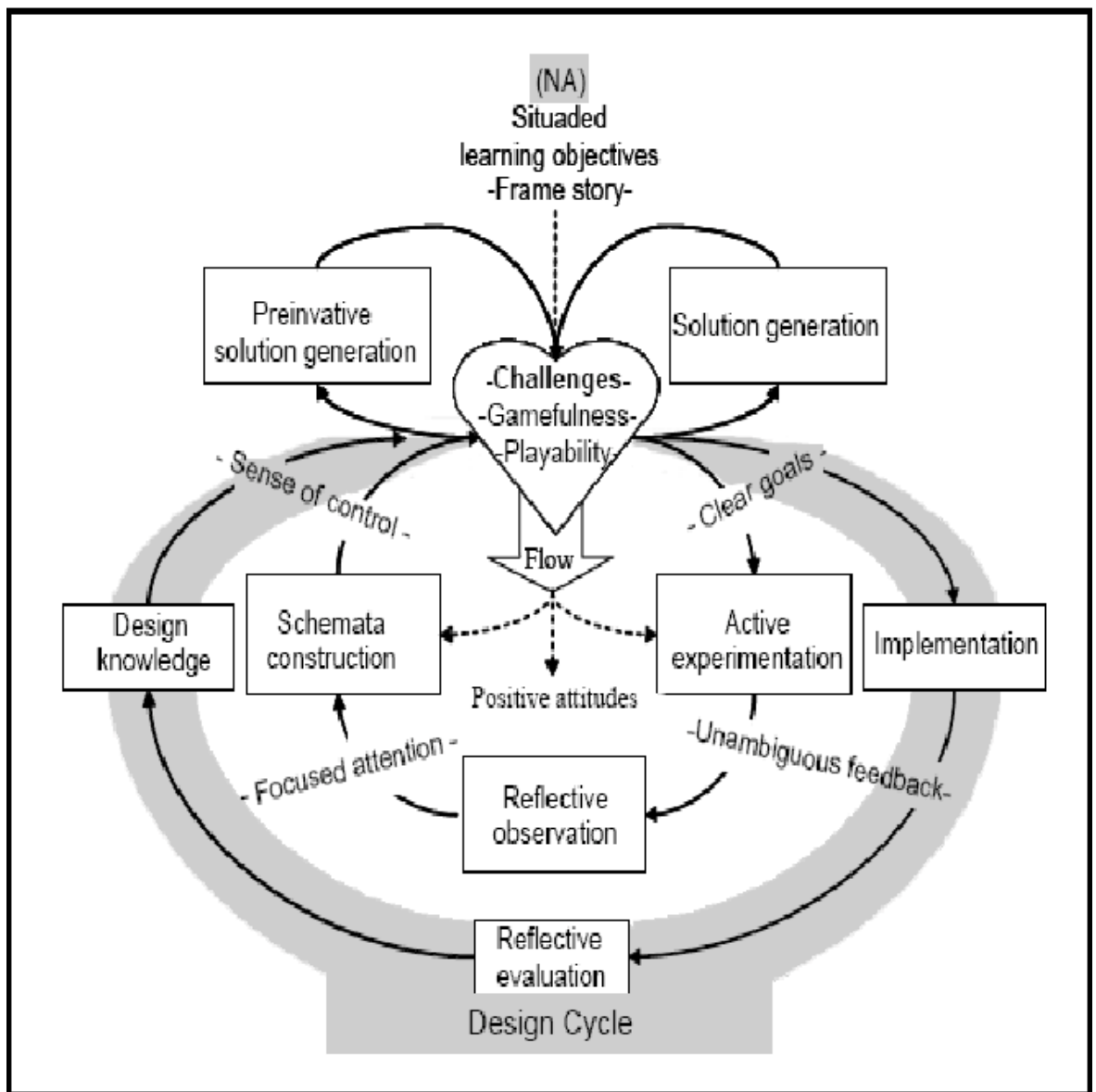


**Fig. 1** Input – Process – Outcome (Garris et al, 2002)

### 2.2.2 O MODELO EXPERIENTIAL GAMING

Através do modelo *Experiential Gaming*, Kiili (2005) visa ajudar os designers de jogos a compreender os mecanismos de aprendizagem que devem ser empregues nos jogos educativos. De acordo com este modelo, as interações diretas e experiências que os jogadores têm com o mundo do jogo geram um processo circular de construção de esquemas cognitivos, que terá de incluir todas as etapas necessárias para garantir êxito quanto aos objetivos de aprendizagem. Para tal, as atividades que serão apoiadas por um jogo educativo não devem ser apenas cognitivas, mas também comportamentais. Desta forma, os jogadores irão comportar-se dentro das atividades do jogo de uma forma que lhes permita construir essas estruturas cognitivas.

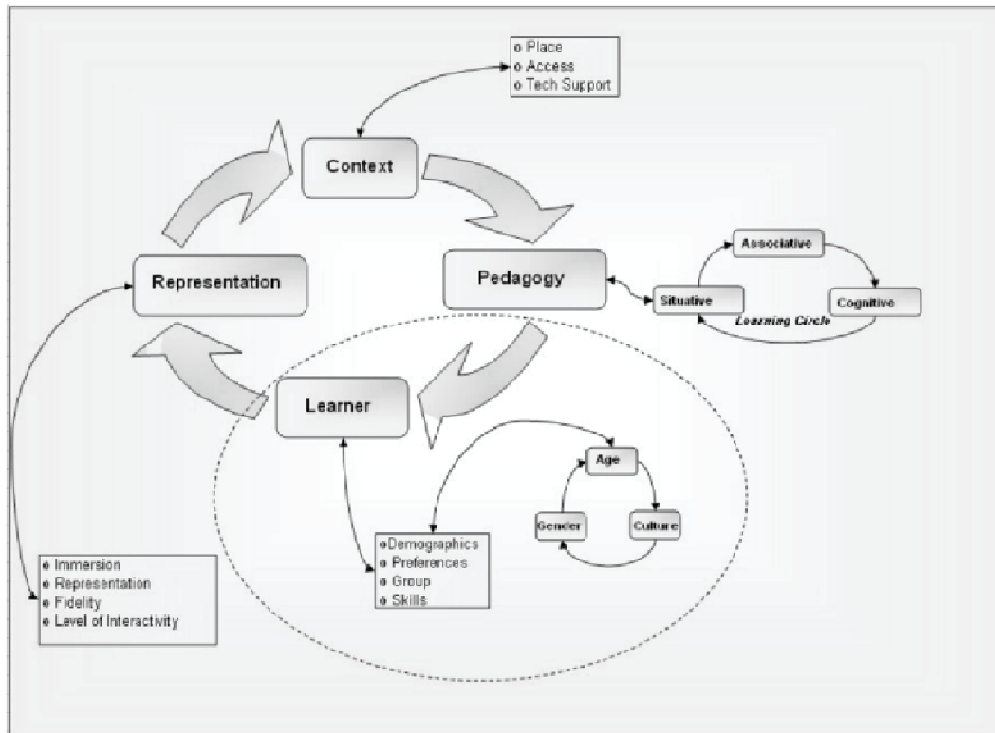
Segundo o autor, são elementos centrais a um jogo educativo: (1) o cenário que irá configurar os objetivos de aprendizagem; (2) os desafios que os aprendentes terão que enfrentar; (3) o fluxo do jogo; (4) a experimentação ativa com os recursos do ambiente, de modo a desenvolver atitudes positivas em relação ao jogo; (5) o feedback durante a interação, permitindo que os aprendentes reflitam sobre o conhecimento adquirido, construam esquemas adequados e avaliem o seu próprio desempenho. Centrado na experiência, o modelo enfatiza o envolvimento profundo dos aprendentes no processo de aprendizagem ativado em todas as funcionalidades do jogo, seja quando estão a executar uma tarefa, a ler material educativo, a refletir sobre o seu desempenho ou a conversar com outros jogadores.



**Fig. 2** Experiential Gaming Model (Kili, 2005)

### 2.2.3 O MODELO *FOUR-DIMENSIONAL*

Este modelo, proposto por de Freitas & Jarvis (2006), assenta em quatro eixos interrelacionados: (1) contexto; (2) representação; (3) aprendiz; (4) pedagogia.



**Fig. 3** Four-dimensional Framework (de Freitas & Jarvis, 2006)

Segundo os autores, cada jogo é caracterizado por um contexto específico que guia o ambiente do jogo assim como as interações dos jogadores, tanto os aprendentes como os professores / instrutores. Para estabelecer o contexto, devem definir-se características como infraestruturas necessárias, requisitos técnicos, local de uso, género do jogo, atividades a serem realizadas.

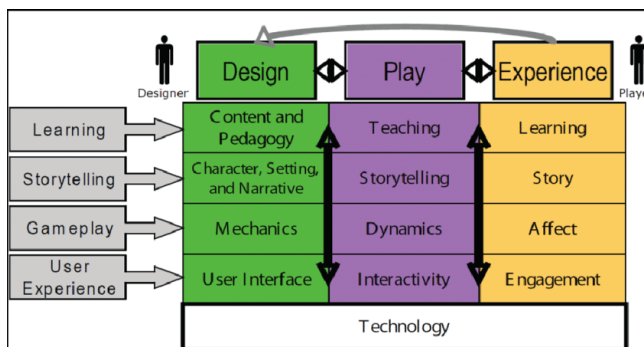
O conceito de representação diz respeito à visualização dos elementos do jogo, como por exemplo o avatar do jogador, que terá características específicas com base no contexto do jogo. O universo do jogo deve representar-se por cenários interessantes, que integrem harmoniosa e significativamente as ações do jogador. A representação é vital para a motivação do aprendiz, pois permite intrigar o jogador, simular situações e tornar toda a experiência imersiva. A caracterização do aprendiz é portanto essencial. A idade, preferências, disponibilidade, nível de conhecimento prévio sobre o domínio de aprendizagem específico, os

objetivos de aprendizagem devem ser claros. Adicionalmente, os autores referem a importância de promover aprendizagem colaborativa.

Por fim, o quarto eixo sustenta o jogo como suporte educativo, pois todas as atividades são desenvolvidas para cumprir os objetivos de aprendizagem e alcançar resultados. Assim sendo, o design e desenvolvimento de jogos educativos deve depender do estudo e incorporação de estratégias de aprendizagem que determinam, posteriormente, como o jogo será integrado no processo de ensino-aprendizagem para que se alcancem os resultados. As metodologias pedagógicas devem promover processos construtivistas e cognitivistas, de modo a permitir a compreensão em profundidade dos conteúdos abordados, através da participação ativa e colaborativa, e a criação de novo conhecimento. Além disso, os processos de aprendizagem devem ser instrutivos e associativos, ou seja, devem progredir de maneira lógica e prestar assistência quando necessário.

### 2.2.4 O MODELO DESIGN, PLAY AND EXPERIENCE

Winn (2008) propõe uma abordagem formal para projetar os componentes de aprendizagem, narrativa, gameplay, experiência e tecnologia de um jogo sério educativo analisando a relação estabelecida entre designer e jogador e explicitando como é construída. O processo de design é iniciado pela identificação dos objetivos de aprendizagem que guiarão as atividades a serem projetadas e que funcionarão como métrica de avaliação quando o jogo estiver completo. Sobre este alicerce, os elementos que constituem a experiência são posteriormente configurados e refinados com base no feedback ganho pelo envolvimento incremental e iterativo com o jogo (protótipos). Existe, portanto, um ensaio e teste contínuo do jogo que afeta a fase de design e impulsiona o desenvolvimento de uma nova versão do jogo.



**Fig. 4** Design, Play and Experience Framework (Winn, 2008)

Assim, durante a fase “*design*” o conteúdo programático e a teoria pedagógica que sustenta o processo de ensino-aprendizagem correspondem à camada “aprendizagem” que, durante a fase em que os aprendentes jogam (“*play*”) se refere ao processo em si que é finalmente traduzido em resultados na fase “*experiência*”, documentando se os objetivos de aprendizagem foram alcançados.

Por seu turno, o “*storytelling*” corresponde, na fase “*design*” à definição do universo do jogo, cenários, diferentes personagens a serem incluídos, configuração geral de ambiente, narrativa e diversos layouts que estruturarão o mundo. Visto que cada aprendente – jogador produz depois o seu enredo individual pela forma como se envolve com as atividades do jogo, a história final de cada jogador, após a execução de todas as tarefas atribuídas, terá características próprias e representará os resultados de aprendizagem alcançados na fase “*experiência*”.

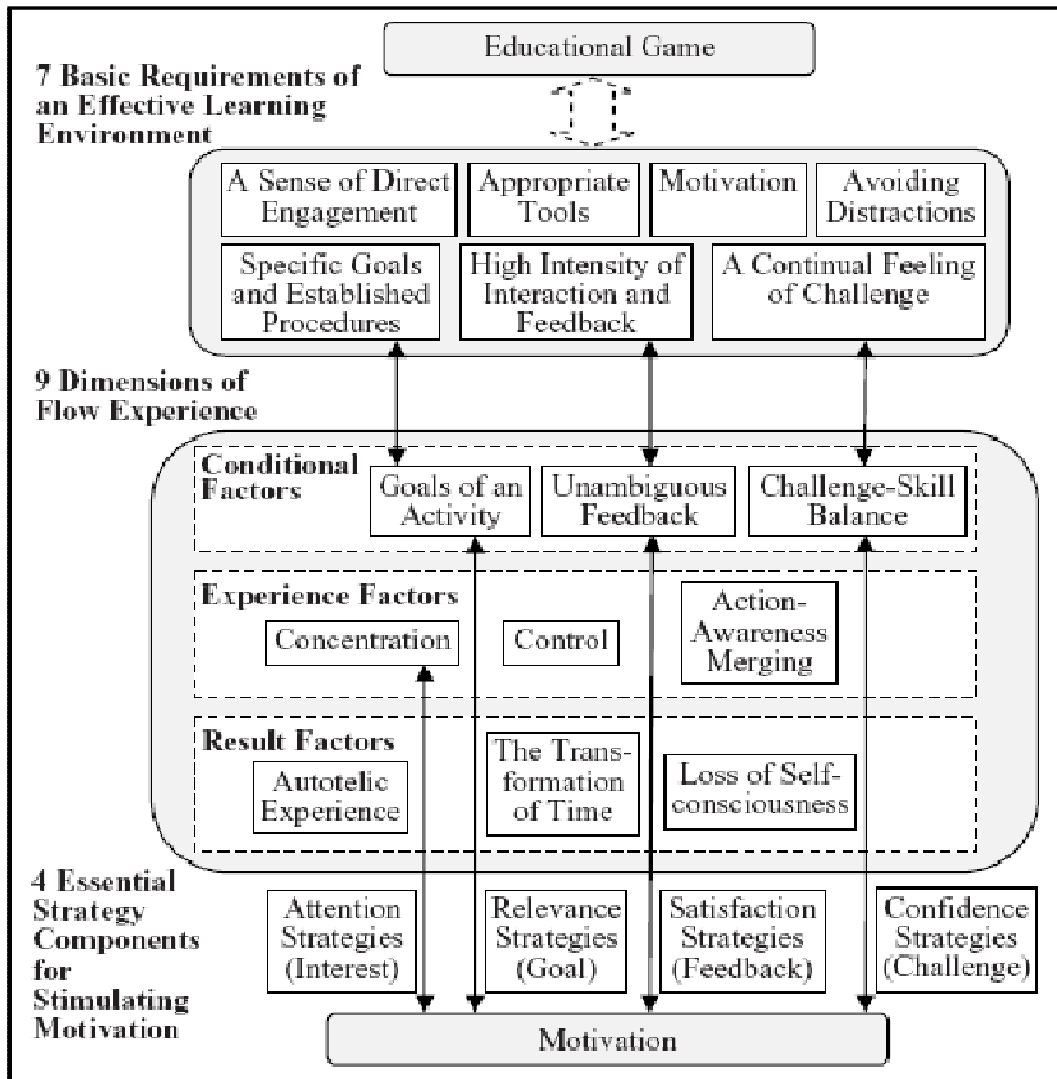
Quanto ao “*gameplay*”, inicialmente o designer deve definir as mecânicas específicas do jogo, os objetivos da aprendizagem, os desafios e as ações permitidas. Uma vez integrados no jogo, os comportamentos resultantes da sua instanciação ao longo do tempo em interação com os inputs do jogador, criarão dinâmicas específicas que, pelos caminhos individuais traçados, induzirão no jogador um conjunto de emoções advindas da sua experiência (por exemplo, satisfação, decepção, desejo de tentar novamente, etc.).

Para que todas estas camadas sejam possíveis, é necessário na fase de “*design*” planejar a interface do jogo, que deve ser o mais divertida e acessível possível para aumentar a motivação e participação. Esta interface tem o intuito de oferecer ao jogador o máximo de oportunidades de interatividade significativa durante o jogo para que a sua experiência enquanto aprendente seja envolvente e contribua para uma compreensão profunda do material didático, assim como para o desenvolvimento de competências.

O autor traça ainda uma importante distinção entre jogos educativos exógenos, em que o conteúdo de aprendizagem é adicionado sobre mecânicas de jogo previamente conhecidas e bem-sucedidas sem modificações significativas, e jogos educativos endógenos, em que o jogo, e respetivo *gameplay*, é concetualizado pelo conteúdo de aprendizagem e pela teoria pedagógica.

### **2.2.5 O MODELO EFM**

Através do modelo EFM – “*Effective learning environment, Flow experience and Motivation*”, Song & Zhang (2008) propõem a existência de sete requisitos básicos de um ambiente de aprendizagem efetivo altamente interconectados com nove dimensões de fluxo de experiência e quatro componentes estratégicos essenciais para estimular a motivação.



**Fig. 5** EFM Model (Song & Zhang, 2008)

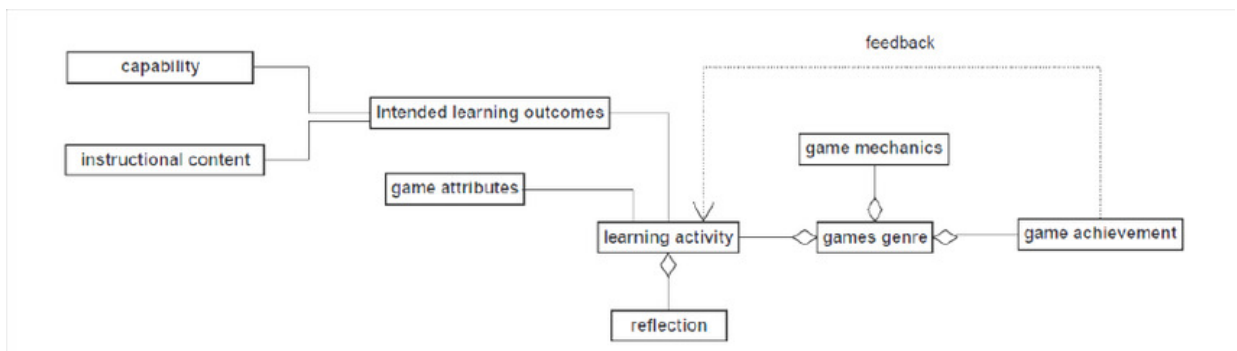
De acordo com este modelo multidimensional, o ambiente de um jogo educativo deve ser capaz de suportar os setes requisitos básicos: (1) sentido de engajamento direto para implicar os aprendentes no processo de aprendizagem; (2) disponibilidade de ferramentas apropriadas à resolução dos problemas; (3) motivação; (4) mecanismos para evitar possíveis distrações que possam desviar a atenção dos aprendentes do conteúdo; (5) objetivos específicos e procedimentos estabelecidos; (6) elevada intensidade de interação e feedback; (7) sentido de desafio constante que permita aos aprendentes superar por todas as atividades programadas e atingir as metas educativas claramente definidas.

Para criar um jogo educativo eficaz, estes sete requisitos determinarão as experiências dentro do jogo e o seu fluxo e, em conjugação com fatores condicionais, de experiência e resultantes, contribuirão para assegurar a presença das quatro componentes estratégicas de estímulo à motivação, a saber: (1) interesse,

isto é, estratégias de captação da atenção; (2) meta, ou seja, compreensão da relevância de componentes; (3) feedback, que permite sentido de progressão e satisfação perante tarefas realizadas; (4) desafio, mantendo o equilíbrio entre os obstáculos criados e o progressivo nível de perícia / conhecimento do aprendiz.

### 2.2.6 O MODELO *CONCEPTUAL FRAMEWORK*

Com o intuito de guiar o design de jogos sérios educativos, Yusoff et al (2009) diagramaram uma sequência de passos baseados em conceitos estruturantes: (1) capacidade; (2) conteúdo instrucional; (3) resultados de aprendizagem pretendidos; (4) atributos do jogo; (5) atividade de aprendizagem; (6) reflexão; (7) género do jogo; (8) mecânicas do jogo; (9) conquistas.



**Fig. 6** *Conceptual Framework* (Yusoff et al, 2009)

A capacidade relaciona-se com as competências que os aprendentes devem desenvolver através da sua interação com o jogo inserido no processo de ensino-aprendizagem. Tais habilidades incluem análise, reconhecimento, avaliação, execução efetiva de tarefas, atitude apropriada e raciocínio lógico. O jogo deve estar em conformidade com o conteúdo instrucional para que os jogadores aprendam enquanto interagem com o universo proposto. Portanto, a análise das unidades curriculares a serem estudadas é essencial e determinará os tipos de atividades e métodos de avaliação que os aprendentes encontrarão quando estiverem a jogar. Os resultados de aprendizagem representam quais os objetivos que os aprendentes deverão alcançar após concluídas com êxito as tarefas atribuídas ao longo do jogo, pelo que se encontra

fortemente interligado aos recursos e conteúdos predeterminados. Assim, diferentes resultados correspondem a conjuntos particulares de capacidades e conteúdos.

Os atributos do jogo referem-se às suas características que visam aumentar a aprendizagem participativa, tais como: (1) assistência dada aos aprendentes quando necessário; (2) envolvimento e feedback requeridos pelo jogo para o aprendente e vice-versa (inputs – outputs); (3) nível no qual os aprendentes podem navegar pelo mundo virtual com base em atividades designadas ou por conta própria, sem qualquer orientação; (4) aprendizagem incremental, ou seja, cada resultado de aprendizagem é alcançado de forma incremental através da execução de um conjunto de atividades sequenciais e não de todas em simultâneo; (5) recompensas, isto é, incentivos ganhos pelos aprendentes que atinjam os seus objetivos como reconhecimento do seu sucesso e pelos que estão próximos de realizá-los como motivação para tentar de novo; (6) ambiente interessante e atraente com o qual os aprendentes já estejam familiarizados, seja através da sua vida real ou de interações com jogos digitais comumente usados.

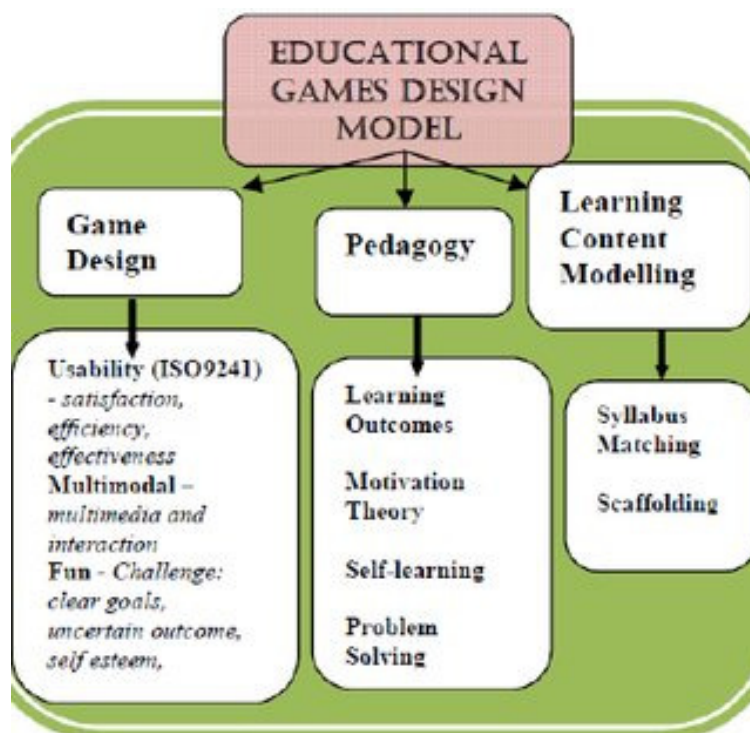
Cada atividade de aprendizagem desempenha um papel importante para o jogo e concentra-se num conjunto específico de tarefas que precisam de ser concluídas. É importante que todas as atividades de aprendizagem promovam a motivação para que os alunos permaneçam interessados e imersos no cenário do jogo. O design de uma atividade deve levar em consideração os resultados de aprendizagem a atingir quando os aprendentes executam com sucesso as tarefas determinadas e, portanto, devem permitir o desenvolvimento das capacidades pretendidas, bem como a compreensão dos materiais correspondentes. Por fim, em conjunto, os atributos do jogo estabelecidos definirão o desenvolvimento da atividade. Deve, ainda, ser permitido ao aprendente tempo de reflexão sobre a sua experiência dentro do jogo, assim como receber feedback geral sobre o seu progresso sempre que por si solicitado.

Quanto ao género de jogo, permite uma compreensão rápida das diferentes características que terá, por isso é importante defini-lo na fase de design (por exemplo, ação, estratégia, role-play, aventura, etc.). As mecânicas de jogo também decorrerão desta escolha e serão ainda influenciadas pelas atividades de aprendizagem desejadas e pelo conteúdo instrucional a abordar. Estas interdependências permitirão o ajuste a estilos de aprendizagem, público-alvo específico ou resultados pretendidos. As conquistas serão indicadas ao aprendente através de mecanismos como scores, número de recursos disponíveis ou itens coletados no jogo. Proporcionam prazer ao jogador e servem de métrica para aferir o seu sucesso, pelo que também possibilitam o ajuste do grau de dificuldade e adaptação dinâmica ao progresso de cada jogador,

### 2.2.7 O MODELO EDUCATIONAL GAMES DESIGN

O modelo proposto por Ibrahim & Jaafar (2009) é constituído por três fatores principais que devem ser levados em consideração ao projetar jogos educativos: (1) design de jogos; (2) pedagogia; (3) modelação do conteúdo de aprendizagem. Cada um é analisado de modo a fornecer informações analíticas sobre como incorporar características no jogo. Os autores sugerem também que a usabilidade do jogo seja testada sob o padrão de usabilidade ISO 9241 durante o seu design e desenvolvimento.

Consideram que um jogo educativo é viável quando proporciona satisfação aos seus jogadores, é eficaz no alcançar dos objetivos pré-estabelecidos e é eficiente ao permitir funcionalidades consistentes e responsivas. Além disso, atentam à importância da presença de conteúdo multimodal (por exemplo, texto, áudio, vídeos, animação, gráficos, etc.), bem como à possibilidade dos jogadores interagirem diretamente com esse conteúdo e receberem feedback apropriado. Finalmente, o design do jogo também deve sustentar elementos lúdicos, porque os jogos devem ser divertidos, mesmo em ambientes educativos. Por conseguinte, espera-se que sejam traçadas metas e atividades educativas claras que desafiarão os aprendentes durante o jogo e os motivarão à navegação pelos recursos do jogo, aumentando a sua curiosidade e impulsionando a sua autoestima.



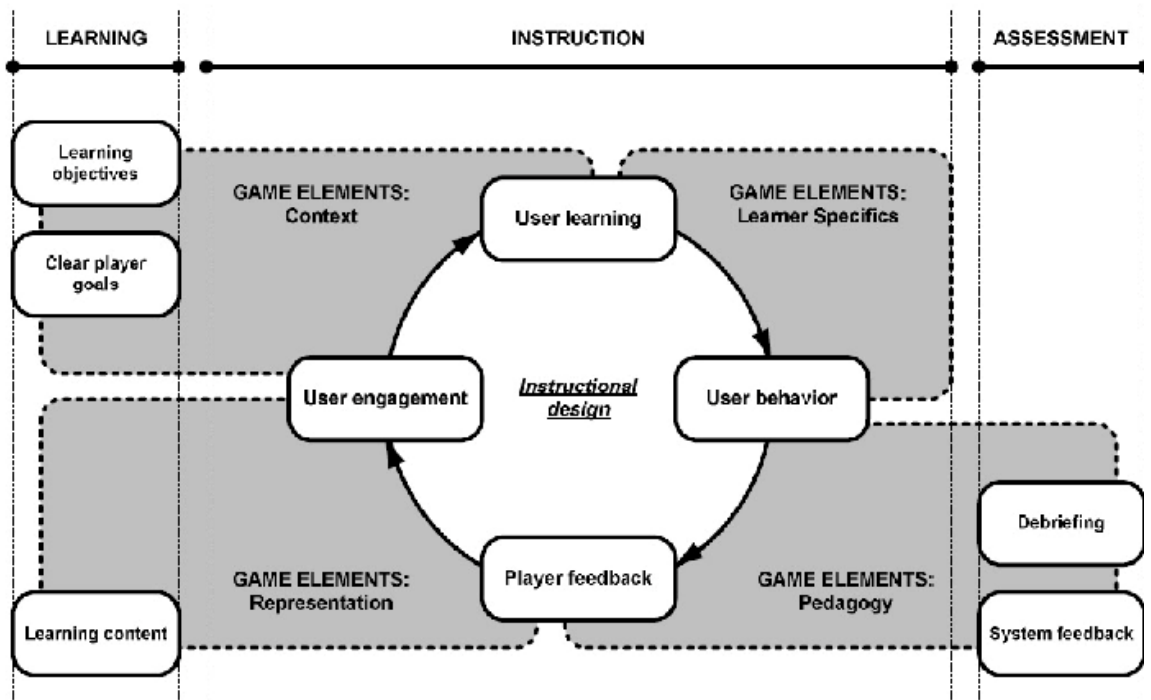
**Fig. 7** Educational Games Design Model (Ibrahim & Jaafar, 2009)

Para a inclusão do fator pedagogia, os autores defendem que o jogo educativo deve incorporar estratégias de aprendizagem adequadas ao tipo de objetivos que se desejam alcançar. Para tal, este modelo é elaborado de modo a apoiar os resultados de aprendizagem pertencentes aos três primeiros níveis da taxonomia de Bloom: (1) conhecimento; (2) compreensão; (3) aplicação. Acrescem que os jogos educativos projetados de acordo com este modelo devem apoiar a autoaprendizagem e, portanto, propor ao aprendente um percurso lúdico, com leitura de materiais de aprendizagem e avaliação do seu próprio desempenho. Para rápido e fácil acesso, os autores defendem que estes jogos podem ser desenvolvidos para a web. O papel ativo dos aprendentes estende-se para além dos mecanismos de reflexão e gestão de acesso, pois o jogo propõe-lhes uma série de atividades de resolução de problemas que os estimularão a interagir com os materiais.

Por conseguinte, é importante considerar como modelar o conteúdo de aprendizagem incorporado no jogo e disponibilizá-lo em momentos específicos, a fim de garantir a resolução adequada de cada problema e assegurar que são atingidos os objetivos de aprendizagem pré-definidos. Recursos como um plano de estudos e ferramentas de correspondência de termos, assim como o design gradual do progresso da dificuldade, darão aos aprendentes uma sensação de segurança para serem autónomos, de modo a que o professor / instrutor os oriente em momentos de contato presencial mas não estejam dependentes dele para acesso à informação relevante.

### **2.2.8 O MODELO GAME BASED LEARNING**

A partir do modelo *Four-Dimensional*, van Staalduinen & de Freitas (2011) categorizam elementos que, incluindo as abordagens cognitiva e instrucional, lhes permitem mapear o design de jogos existentes e operar como parâmetros para o design de novos jogos, fornecendo conteúdo imersivo, escalável e replicável. De acordo com este modelo, os objetivos de aprendizagem e dos jogadores definem o envolvimento dos aprendentes com o universo de jogo e orientam o seu percurso de aprendizagem. Elementos específicos do jogo permitem a personalização para influenciar positivamente o comportamento dos aprendentes. O sistema de feedback é incluído no jogo de acordo com os objetivos a atingir para auxiliar o processo de aprendizagem. Por seu turno, o feedback dos aprendentes irá influenciar os conteúdos de aprendizagem (atualização, progresso para tópicos mais avançados, aprofundamento do mesmo tópico) e isso influenciará os objetivos de aprendizagem e dos jogadores. A inclusão destes elementos é baseada em teorias de aprendizagem, nomeadamente a aprendizagem experiencial.



**Fig. 8** Game-based Learning Model (van Staalduinem & de Freitas, 2011)

### 2.2.9 O MODELO INTEGRATED DESIGN

Segundo Hajaraih (2012), embora a utilização de jogos educativos já esteja disseminada, estes seriam mais eficazes ao tirar partido da teoria instrucional para o desenvolvimento de competências, pois esta oferece uma visão geral sobre como alcançar essas competências com métodos gerais e situacionais. Em complemento, os princípios de design de jogos educativos responderiam de forma mais capaz às características individuais de cada aprendente, seus interesses e motivação. Por conseguinte, ao integrar características chave situacionais da teoria instrucional com uma metodologia de design de jogos, poder-se-ia melhorar a eficácia dos jogos educativos. O autor fundamenta-se na proposta de design de jogos educativos de Linneck et al (2010), de abordagem interdisciplinar que, por sua vez, se baseiam nos modelos de design instrucional de Dick & Carey. É, portanto, um modelo integrador de vários estudos anteriores (tal como aponta a sua designação).

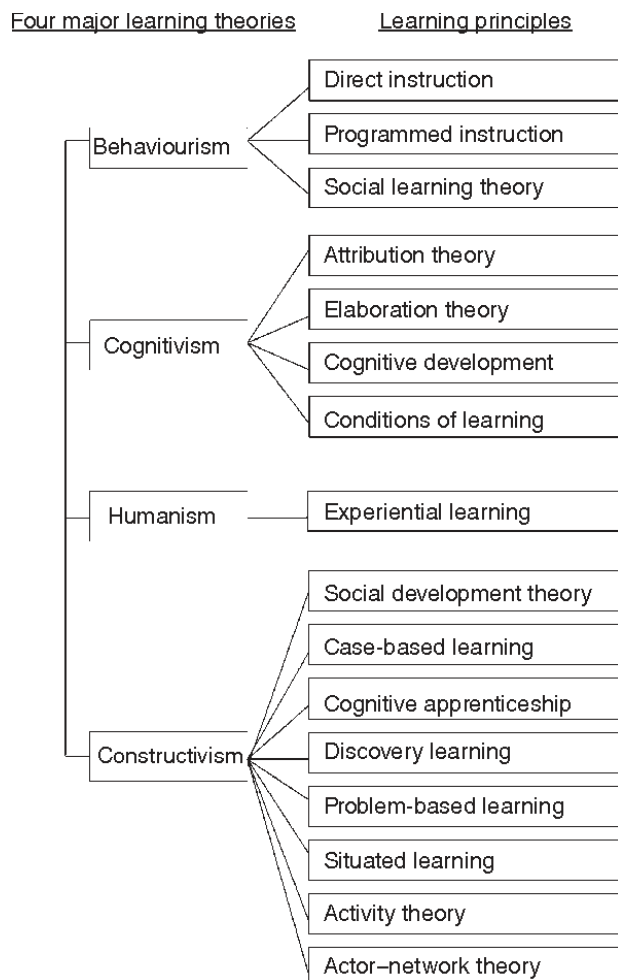
Skill Development Theory	4M Game Design Model
When training complex tasks with multiple relationships and new knowledge, skill development theory suggests using an exploratory activity or model.	<b>M1, M2</b>
If mastery performance is desired, instructors should demonstrate from the learner's viewpoint.	<b>M4</b>
When the learner is acquiring skills that involve highly coordinated tasks, continuous practice should be provided.	<b>M1</b>
When the skill involves heuristically-based productive skills, practice should emphasize mental rehearsal and reflection in action.	<b>M3</b>
When the skill being taught requires high speed tasks, skill development theory suggests that force pacing be used for rapid mastery.	<b>M1, M4</b>
When developing complex skills, skill development theory suggests that the instruction should include process information as well as the outcome result in feedback.	<b>M2</b>
When teaching productive skills, skill development theory tells us to supply knowledge of performance via debriefs and reflection in action.	<b>M3</b>
For productive skills, practice should be varied and should use reflection in action.	<b>M1, M3</b>
In situations where there is a high need for training transfer, skill development theory indicates that practice should be structured to help define / refine concepts in the learner's mind.	<b>M1, M2, M4</b>

**Fig. 9** Integrated Design Framework (Hajaraih, 2012)

Assim, o autor desenvolve o seu modelo a partir da inclusão dos 4Ms de um jogo educativo de Linnek et al (2010): (1) macro-adaptabilidade; (2) micro-adaptabilidade; (3) metacognição; (4) motivação. O conceito de macro-adaptabilidade refere-se à gestão global do processo de aprendizagem, ou seja, ao percurso de aprendizagem, como a apresentação e a navegação, os níveis e regras que o aprendente tem que seguir para completar o jogo. Quanto à micro-adaptabilidade, é a capacidade do jogo fornecer ao aprendente material educativo adequado em momentos específicos sem quebrar o fluxo imersivo da experiência de jogo. A metacognição refere-se à capacidade do aprendente selecionar, avaliar e modificar as suas estratégias de aprendizagem face aos desafios propostos e, para tal, é importante providenciar momentos de reflexão. A motivação relaciona-se com os aspetos lúdicos do jogo que sustentam o engajamento do aprendente com o universo do jogo.

### 2.3 PRINCÍPIOS DE DESIGN E FUNCIONALIDADES NOS JOGOS EDUCATIVOS

Tanto quanto um jogo sério educativo pode ter vantagens instrucionais e de motivação, a maturidade do seu design e desenvolvimento advirá sempre do modo como em diferentes contextos tira partido de diferentes facetas ou funcionalidades associadas ao design de atividades centradas no aprendente e na aprendizagem autêntica. Por conseguinte, o seu desenvolvimento assenta em teorias de aprendizagem, sendo quatro as mais prevalentes: (1) behaviorismo, na qual se enfatizam princípios de reforço de comportamento e em que o ambiente é um modelador comportamental; (2) cognitivismo, para a qual é central o modo como a memória e conhecimento prévio configuram a aprendizagem; (3) humanismo, centrada na autodeterminação do aprendente e no seu potencial; (4) construtivismo, que reconhece a aprendizagem como um processo ativo e performativo do aprendente e dos seus pares (Wu et al, 2012).



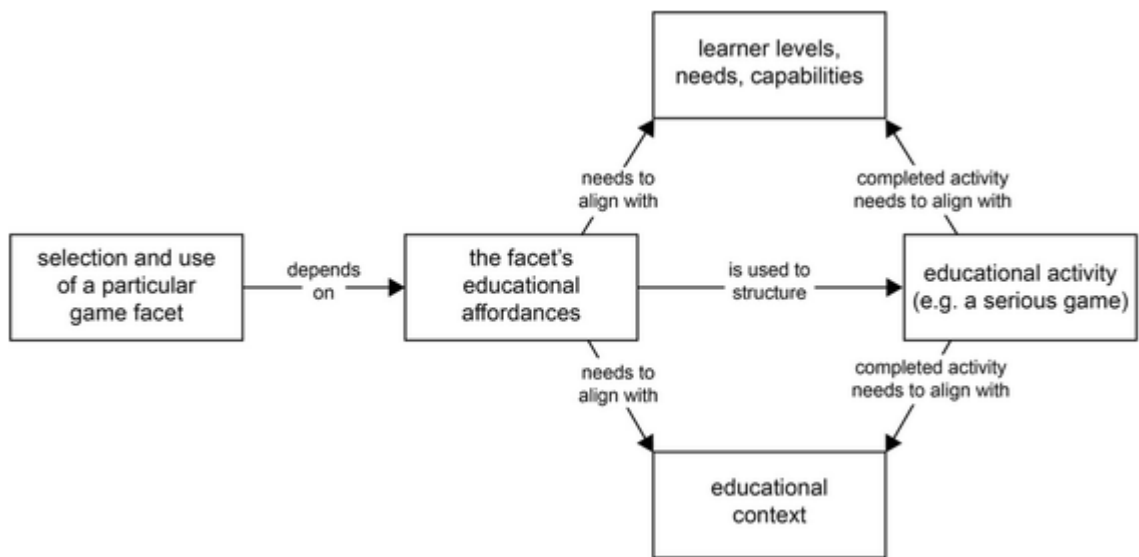
**Fig. 10** Diagrama de Teorias de Aprendizagem (Wu et al, 2012)

Para além disso, embora os jogos partilhem propriedades de alto nível, existem muitas tipologias de jogos que, ao longo dos anos, se foram reconfigurando em géneros, consolidados, depurados e mesmo hibridizados que, hoje em dia, por familiaridade, vão ao encontro das expectativas dos jogadores. Se encaramos estas tipologias a partir das definições de Caillois, elencamos quatro facetas chave: (1) *agon*; (2) *alea*; (3) *ilinx*; (4) *mimicry*. Estas facetas não se encontram isoladamente, antes assumem maior ou menor prevalência em jogos específicos, podendo ser analisadas e exemplificadas em funcionalidades:

Tipologia	Facetas	Análise	Exemplo
<i>Agon</i>	competição ou conflito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fundamental para a definição dos objetivos de um jogo, pode ser realizada de múltiplas formas;</li> <li>- por um lado, podemos diferenciar entre competição (melhoraria de desempenho) dentro de uma instância de jogo (semelhante a “reflexão em ação”) e competição entre instâncias de jogo (similar a “reflexão sobre a ação”);</li> <li>- a competição é geralmente contínua e criativa, enquanto o conflito é episódico e tende a concentrar-se na minimização de danos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- um jogador ou equipa pode tentar melhorar o seu próprio desempenho, fazer melhor do que outros (de forma síncrona ou assíncrona) ou dominar o jogo ou seus objetivos;</li> <li>- a melhoria de performance pode ser realizada tentando jogar mais rápido, por mais tempo, com maior destreza, com pontuações mais altas, com menos erros ou com menos penalidades;</li> </ul>
<i>Alea</i>	sorte ou aleatoriedade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pode ser concretizada em termos das condições iniciais do jogo, pelas ações de outros jogadores ou pela introdução deliberada de elementos aleatórios;</li> <li>- o uso de aleatoriedade pode manter um jogo novo e desafiador mesmo depois de jogado várias vezes;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mecânicas de aleatoriedade como o lançamento de dados fazem com que os fatores que afetam o jogador (ou o seu personagem) sejam diferentes a cada instância do jogo;</li> </ul>

<i>Ilinx</i>	experiência física ou coordenação motora	- dado que a prática envolve uma interação complexa entre a atividade cognitiva e a atividade física pode associar-se a esta tipologia as dimensões físicas da experimentação (contextual e circunstancial) e da performance (exigência de atividade por parte do jogo);	- feedback tátil, - desafios de coordenação olho-mão, - manipulação de objetos, - destreza fina;
<i>Mimicry</i>	simulação ou imersão	- prende-se com a criação do universo do jogo e sua representação ou a simulação da realidade, com as quais está relacionado o papel do jogador.	- perspectiva de câmara escolhida; - estilo de representação, indo da abstração ao hiper-realismo; - presença de avatar, role-play, ou outros modelos de interação.

Atendendo a estas facetas, é possível compreender um eixo de variação nos jogos sérios educativos, entre a isomorfia, isto é, a simulação hiper-realista do mundo real, e a anisomorfia, ou seja, a abstração, em grau variável, de elementos do mundo real. Este eixo não se refere apenas a aspetos de visualização, mas também à realidade psicológica, em que comportamentos no universo de jogo correspondem, em maior ou menor grau, a comportamentos no sistema de referente real. Estas facetas e posicionamento estão, portanto, interligadas aos resultados educativos. Por exemplo, a imersão no universo de jogo através de um alter-ego (avatar), articulado com a narrativa, permite ao aprendiz treinar comportamentos assumindo uma outra identidade. Por um lado, pode familiarizar-se com situações que lhe são estranhas à partida, por outro pode gerir o stress competitivo, particularmente quando causa disrupções entre os participantes na atividade, formar novas alianças de cooperação ou, ainda, iterar táticas e estratégias de resolução de problemas. Assim sendo, é fundamental refletir sobre a convergência estrutural de ações e uso simbólico entre o universo do jogo e o referente real. O conflito deve ser introduzido à medida que o aprendiz consegue dominar as situações propostas. Ellaway (2016) recomenda uma cascata de decisões de design instrucional ao fazer uso destas facetas dos jogos:

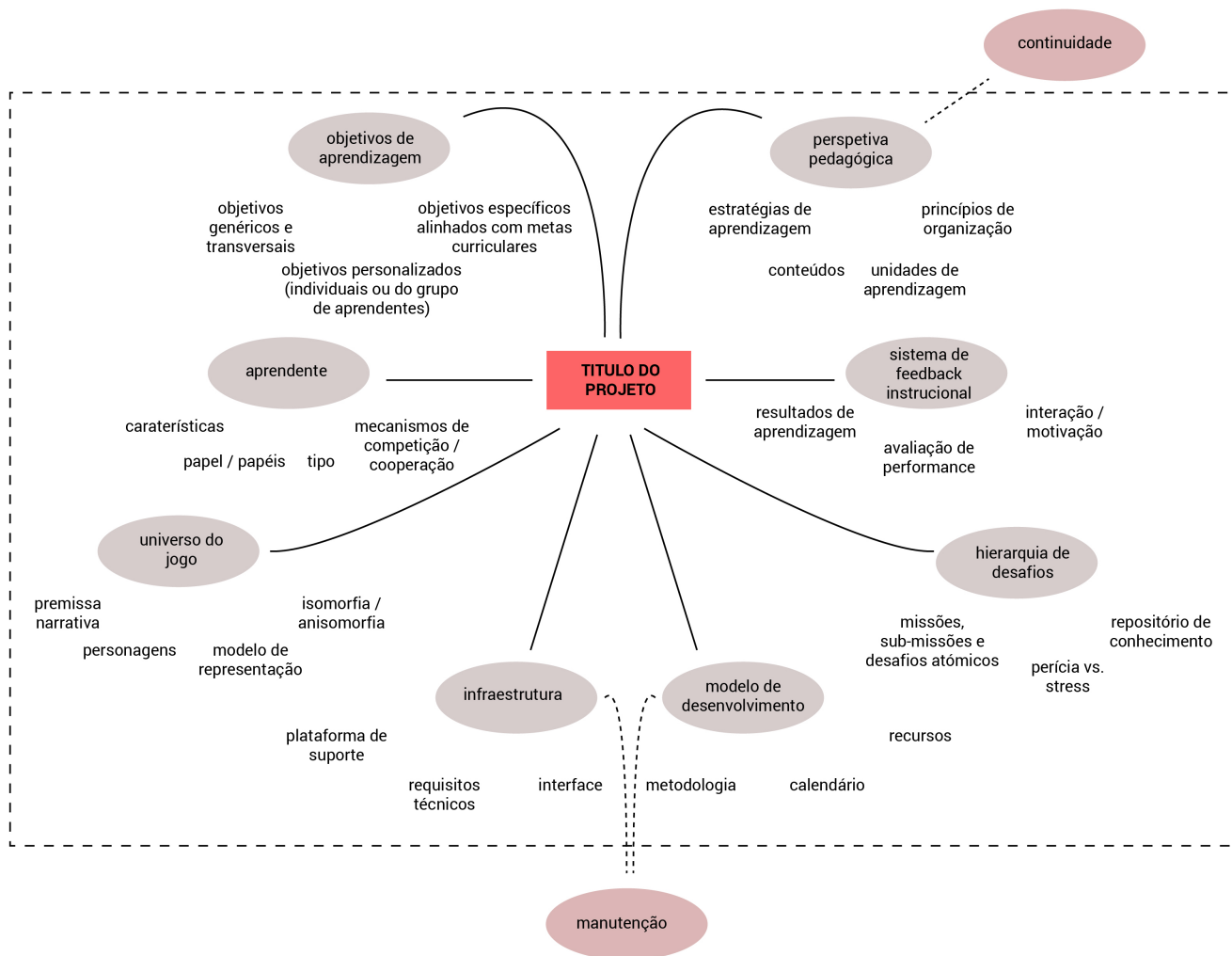


**Fig. 11** Modelo de decisões de design (Ellaway, 2016)

Para além disso, é importante considerar que um jogo educativo deve ser igualmente bem projetado e eficiente, isto é, deve assumir funcionalidades centrais e configurá-las de modo a assegurar que são atingidos os resultados de aprendizagem desejados. Consideram-se como elementos para um jogo educativo bem projetado: (1) resolução interativa de problemas; (2) regras e objetivos específicos; (3) desafios adaptativos; (4) agência do jogador e feedback; (5) estímulos sensoriais para motivar (Shute & Ke, 2012). Por seu turno, para ser eficiente devem equacionar-se: (1) competências e hipóteses; (2) interatividade e multi-sensorialidade; (3) atributos motivacionais; (4) contexto narrativo; (5) regras e objetivos a atingir (Dodlinger, 2007).

Das várias teorias de suporte, modelos de design enunciados e tipologias pode estabelecer-se que: (1) aprender conhecimentos e competências específicas requer feedback regular e apoio (de um professor / instrutor, do suporte facilitador, de colegas); (2) o conteúdo que lida com o desenvolvimento de novas atitudes e comportamentos requer interação entre pares e um ambiente seguro (psicologicamente); (3) para captar e transferir conhecimento tácito, os aprendentes devem interagir e observar mentores ou ter acesso a testemunhos (repositório de conhecimento).

De acordo com o exposto, uma boa diagramação de projeto é essencial como ponto de partida ao ciclo de desenvolvimento: Na figura 12 apresenta-se o diagrama de ideação que uso atualmente e cujos conceitos subjacentes são:



**Fig. 12** Diagrama próprio para o ciclo de design e desenvolvimento de um jogo sério educativo

- a) Objetivos de aprendizagem – devem considerar-se objetivos genéricos e transversais do jogo, por exemplo, relacionados com funções executivas; definir os objetivos específicos que concorrem para a integração do programa curricular (funções cognitivas); equacionar que os aprendentes poderão ter objetivos individuais ou de grupo, como metas pessoais ou metas estabelecidas entre pares, relacionados com as funções conativas;
- b) Perspetiva pedagógica – toda a estrutura de ação no jogo será afetada pelo tipo de estratégias de aprendizagem; o mapeamento de conteúdos face a unidades de aprendizagem e competências é essencial para aferir a organização interna que se irá traduzir em *features* do jogo; para além disso, deve prever-se como é que os professores / instrutores / educadores usam o jogo;
- c) Aprendizente – deve conhecer-se e caracterizar-se o aprendente; definir que papel ou papéis tomará no universo de jogo e como; equacionar que outro(s) tipo(s) de utilizadores estará(ão) presente(s) na atividade e quais as funcionalidades necessárias a cada tipo; pensar que mecanismos de competição e/ou cooperação devem ser incluídos para alavancar o processo de ensino-aprendizagem;
- d) Sistema de feedback instrucional – o aprendente deve ser capaz de avaliar a sua performance e alterar a sua estratégia ou comportamento para otimizar resultados; de igual modo, as suas conquistas devem ser visíveis a outros tipos de utilizador ou entre os seus pares de forma a garantir que estão estruturadas oportunidades suficientes para aquisição de competências / conhecimentos; a interação e motivação do aprendente devem ser equacionadas por recompensas, mecanismos de progressão e personalização de percurso; o sistema de feedback deve prevenir a fragmentação entre espaço instrucional e espaço de tarefas;
- e) Universo do jogo – deve contextualizar-se o percurso do aprendente a partir de uma premissa narrativa, assim como definir quais os personagens que ancoram a história; identificar personagens chave que poderão ser mentores/ guias na atividade do aprendente; refletir sobre o eixo isomorfia – anisomorfia e identificar que facetas são importantes para o público-alvo; o universo de jogo deve ser desenhado com as características do aprendente em mente;
- f) Hierarquia de desafios – o ajuste da complexidade e grau de dificuldade das atividades com que o aprendente se confronta é central para o seu engajamento; é necessário que a estrutura decomposta de missões – sub-missões – desafios atómicos permita patamares

graduais de evolução, múltiplas perspetivas sobre os conteúdos, assim como a sua representação multidimensional com estabelecimento de múltiplas conexões entre fragmentos; o equilíbrio entre perícia e stress deve ancorar o percurso do aprendente de modo a chegar a uma visão cumulativa dos conteúdos; sempre que possível, é interessante encontrar formas dos aprendentes acrescentarem recursos próprios ao repositório de conhecimento pois sedimenta a sua reflexão pessoal, a integração de conteúdos e permite-lhes explorar formas de aplicação pessoal dos novos conhecimentos / competências;

- g) Infraestrutura – definição da plataforma tecnológica de suporte conducente aos objetivos traçados, respetivos requisitos técnicos e reflexão sobre o interface e a experiência do utilizador (*User interface / User experience*);
- h) Modelo de desenvolvimento – decidir sob que metodologia de design e desenvolvimento se vai enquadrar o ciclo (metodologias ágeis vs. hierárquicas); atender aos pressupostos de calendário do projeto, assim como que recursos humanos, logísticos e financeiros estão afetados é essencial a uma gestão de projeto eficiente; acima de tudo, deve assegurar-se uma visão pragmática dos processos de trabalho e uma comunicação clara com a equipa;
- i) Continuidade – deve planificar-se o contato com e a formação de professores / instrutores / educadores para que tirem partido das atividades instrucionais propostas pelo jogo e auxiliem o aprendente nos seus momentos de reflexão, isto é, possibilitar que o jogo educativo “viva” para além do ciclo de design e desenvolvimento;
- j) Manutenção – deve definir-se um calendário de atualizações para que o suporte tecnológico não se torne um entrave à dinamização de utilização do jogo; se o jogo estiver estruturado em torno de um conceito central que é expandido ao longo do tempo de utilização, assegurar a atualização de conteúdos; prever mecanismos de suporte aos utilizadores.

Assim, na conjugação deste suporte teórico à prática, pode avançar-se para uma compreensão dos jogos sérios educativos como projetos em que diversas atividades interconectadas podem ter diferentes usos educativos baseados nas funcionalidades que empregam e no seu alinhamento com as necessidades dos aprendentes, assim como com os contextos educativos em que trabalham.

### 3. O JOGO “VI ANA”

O ponto focal do jogo sério educativo **Vi Ana** é um aprendente ativo que interage com uma variedade de recursos e ferramentas, desenvolvendo o seu próprio entendimento por meio de uma mistura de experimentação e orientação, enfatizando-se a aprendizagem tanto como produto como processo. Tendo como público-alvo prioritário crianças do 3º ano de escolaridade do ensino básico e sendo desenhado como suporte ao processo de ensino-aprendizagem, o jogo é enquadrado pelos parâmetros curriculares nacionais de Estudo do Meio. Para além disso, por ser desenvolvido no âmbito do projeto Novos Média ao Serviço do Património Cultural do Alto Minho [NMSCAM], assume preferencialmente como aprendentes as crianças de Viana do Castelo.



**Fig. 13** Website de apresentação do NMSCAM (<http://nmspam.ipvc.pt>)

Posto isto, os primeiros passos de pré-produção prenderam-se com a pesquisa sobre os aprendentes, as metas curriculares nacionais de Estudo do Meio, a análise de jogos educativos e produtos audiovisuais direcionados a estes aprendentes e a definição de recursos e metodologias de trabalho.

Fundamentou-se o design também a partir de pesquisa histórico-cultural sobre Viana do Castelo. Para coesão entre o jogo educativo e o projeto de Videomapping a ser desenvolvido no NMSPCAM, foram identificadas algumas lendas e períodos históricos a abordar. Partiu-se então para brainstorming, ideação rápida e, gradualmente, abordou-se a diagramação para o ciclo de design e desenvolvimento de um jogo sério educativo (de acordo com a figura 12).

Da confluência do conjunto de dados levantados e analisados, geração e sistematização de ideias e diagramação foram definidos 25 princípios específicos para suporte do design e prototipagem do jogo:

- 1) o jogo **Vi Ana** está a ser desenvolvido de acordo com uma metodologia ágil, de base SCRUM; o SCRUM é uma metodologia usada para trabalhos complexos nos quais é impossível prever tudo o que irá ocorrer, que emprega diversas ferramentas para o desenvolvimento iterativo e incremental do produto, neste caso, um jogo educativo; os projetos são divididos em ciclos designados por Sprints, que representam uma secção do calendário total do projeto (*Time Box*) dentro da qual é preciso executar um conjunto de atividades; em cada secção temporal dá-se uma nova iteração do protótipo para que, gradualmente, se aproxime da sua forma final otimizada; as funcionalidades a implementar no projeto são listadas (*Product Backlog*) e no início de cada Sprint o *Product Owner* (entendido como o líder de projeto), em reunião com a equipa, identifica de entre estas quais as prioritárias; estas reuniões são essenciais, pois todos os membros da equipa se responsabilizam pelas tarefas que serão capazes de executar durante o Sprint; estas tarefas são então alocadas ao *Sprint Backlog*; durante o Sprint a equipa reúne com o objetivo de dar a conhecer o progresso de trabalho, identificar entraves e micro-priorizar ações; no final de um Sprint, formaliza-se uma reunião de revisão em que a equipa apresenta as funcionalidades implementadas e, após a retrospectiva, se prepara para reiniciar o ciclo com um novo Sprint;
- 2) de acordo com o ponto 1, foi selecionada a ferramenta de gestão HackNPlan para comunicação e colaboração de toda a equipa; foi definido um calendário de reuniões mensais, especialmente importante pois vários intervenientes teriam calendários de tarefas diferenciados, pois não estão alocados ao projeto a tempo inteiro; foi definido um espaço de trabalho comum para os momentos presenciais e definido o espaço de *MoodBoards*, presença de *Backlogs* e Requisitos;
- 3) a partir das características dos aprendentes, definiu-se como plataforma de suporte do jogo os dispositivos móveis e estudaram-se os requisitos técnicos mínimos, assim como se selecionaram os dispositivos de teste; desta informação, adveio a limitação de layout; identificaram-se também os benefícios de acessibilidade e utilização em qualquer lugar (na escola, em casa, na rua, em viagem) e a qualquer hora destes dispositivos; assim, incentivar a

exploração dos conteúdos em mobilidade é uma das funcionalidades listada; o jogo apresenta, então, um Modo Geolocalizado;

- 4) definiu-se a premissa narrativa na confluência entre características dos aprendentes, metas curriculares e pesquisa histórico-cultural sobre Viana, assim como o género e categoria; trata-se de um jogo single-player, de ação/aventura, com múltiplos modos de gameplay diferenciado; no Modo Geolocalizado são previstas ações em equipa, para incentivar cooperação;
- 5) dos pontos 3 e 4 surgiu a *storyline* – “Uma criança passeia pela biblioteca de Viana e ao deparar-se com uma luz/alma decide segui-la sendo sugada para o interior de um *Livro Mágico Ancestral*, no qual se vai deparar com diversas alturas históricas de Viana e conhecer diferentes personagens”;
- 6) todas as personagens presentes no jogo, com exceção do player character, são baseadas em personagens de lendas locais ou personagens reais, também elas com impacto a nível local;
- 7) para identificação com o aprendente, o player character tem como base uma criança, pré-adolescente, e será em torno das suas ações que o jogo se desenrolará; estabeleceu-se que o aprendente tem opção de escolha no que toca à personalização do seu avatar (feminino / masculino; introdução de nome); adicionalmente, existe um Modo de Personalização que possibilita ao jogador modificar vários dos atributos do seu avatar;
- 8) após escolha inicial, o género do avatar é o único atributo que o jogador-aprendente não poderá tornar a alterar; quanto ao vestuário, o jogador inicia o jogo com um set de 5 peças de cada tipo (Cabelos, Top, Down, Sapatos e Acessórios) e com várias cores de Pele, Cabelo, Olhos e Verniz que poderá escolher e alterar; à medida que o jogador-aprendente vai progredindo quer nas Aventuras quer pelas descobertas geolocalizadas na cidade, vai ganhando novos itens (Cabelos, Top, Down, Sapatos e Acessórios) relacionados com a Aventura ou Descoberta/Desafio que ultrapassou; estes itens poderão então ser aplicados ao avatar que passa a espelhar objetivos cumpridos pelo aprendente;
- 9) foram alinhados objetivos com as metas curriculares e face a estes, dado o jogo representar diversos elementos com um elevado grau de veracidade, chegou-se à conclusão, tendo ainda em conta a idade das crianças a quem o jogo se destina, que um estilo *cartoon* seria o mais indicado; o estilo visual e atmosfera do jogo recorrem à abstração das formas, mantendo a proporcionalidade da figura humana, a um ambiente com cores saturadas, mas com paleta de referência realista, à presença explícita de elementos de ilustração e recorte, também visíveis no estilo de animação por articulação;

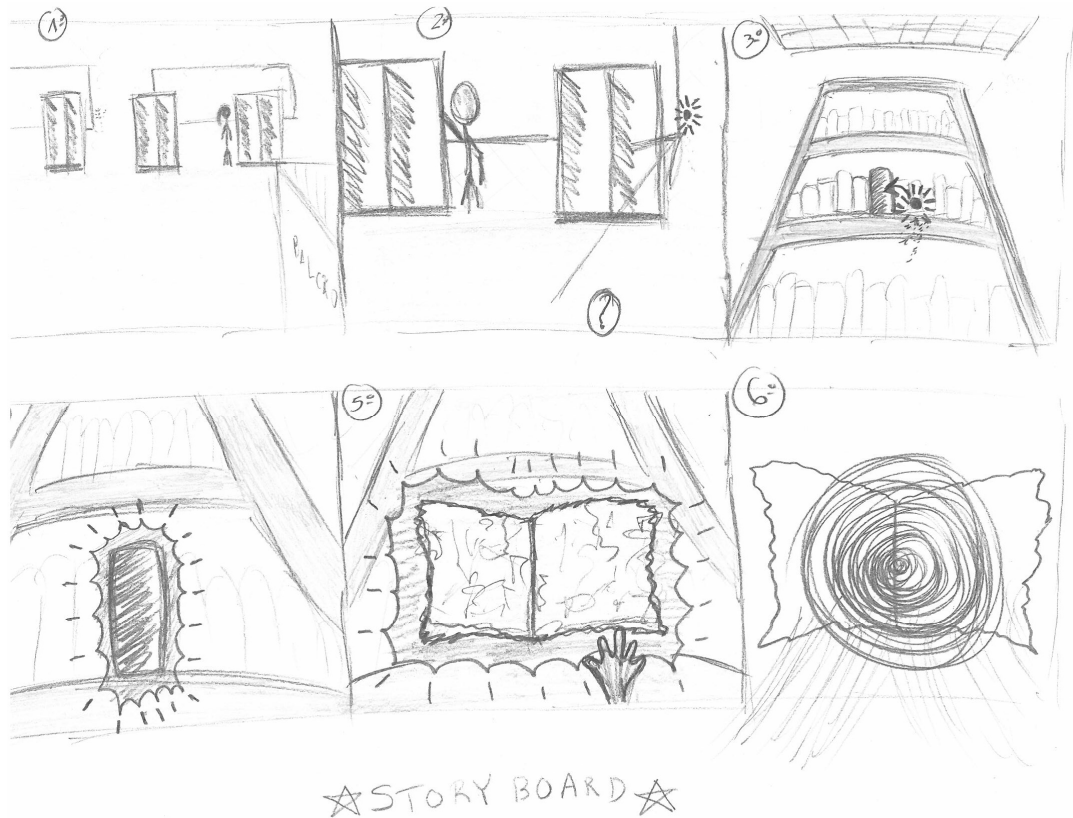
- 10) em resposta à premissa narrativa e *storyline*, o interface principal do jogo serão as páginas do Livro Mágico Ancestral para o qual a criança foi transportada; estas páginas refletem uso, passagem do tempo, sobreposição de camadas de informação sobre as diferentes épocas históricas em que o livro foi utilizado; foi nestes diferentes espaços temporais e culturais que cada leitor - utilizador deixou registadas informações correspondentes à sua época -- agora é chegada a vez do nosso player o utilizar e deixar a sua informação; como o Livro é um artefacto derivado da zona de Viana, a sua história e a história que contém é a passada na zona de Viana do Castelo;



**Fig. 14** Concept Art do Livro Mágico Ancestral como Interface Principal

- 11) a narrativa é pensada de forma a manter coerência interna independentemente da sequência de escolhas do aprendente, permitindo que contextualize a aprendizagem mas que esta siga a ordem definida pelo aprendente; para tal, usa-se o mapa como representação visual simbólica deste percurso do aprendente pela narrativa e pela aprendizagem; a divisão corresponde às unidades de aprendizagem identificadas; de acordo com a narrativa, o aprendente vai situar a sua atividade em períodos históricos distintos e em situações de aplicação de conhecimentos variadas;

- 12) de forma a introduzir o aprendiz neste universo de jogo, existe uma cut-scene inicial; após esta estamos perante o interface principal (Livro); neste interface, as áreas são desbloqueadas de acordo com o progresso do aprendiz;



**Fig. 15** Storyboard de estudo da cut-scene inicial

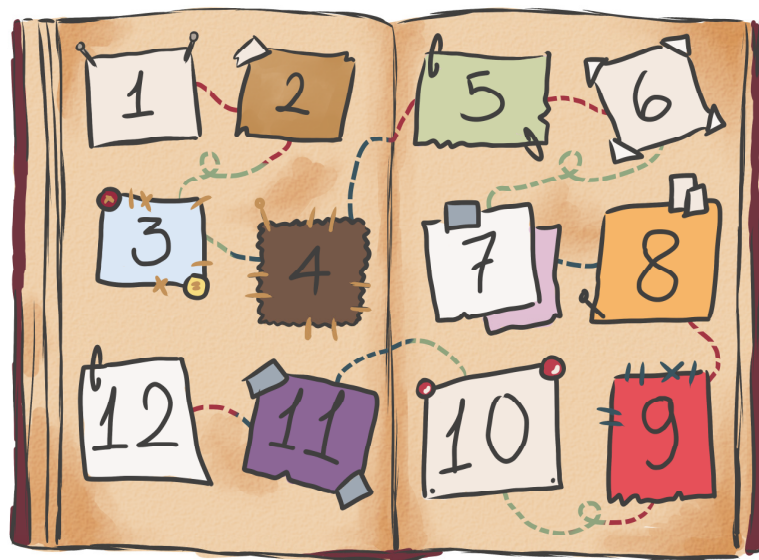
- 13) a análise das unidades de aprendizagem permitiu determinar os tipos de desafios atômicos (ações concretas / mecânicas de jogo) que em conjunto configuram sub-missões e, cumulativamente, missões; a partir destes elementos foi desenhado o Modo Aventuras; foram ainda identificadas as métricas de aferição de resultados que, em consonância com o género de jogo, foram desenvolvidas em scores, leaderboards e desbloquear de recompensas;
- 14) as Aventuras são o fio condutor da narrativa do jogo e nelas estão distribuídos os diferentes temas abordados no programa de 3º ano por níveis, que, portanto, tiram partido de diversas localizações relacionadas com a ação; a tabela abaixo correlaciona as aventuras com funcionalidades e presença de personagens mentores com quem o aprendiz dialoga:

Título / Tema	Localização / Funções	Diálogos
<p><b>O Mapa</b></p> <p>1 - Identificar Cores,</p>	<p><b>Mapas</b></p> <p>- Localização: País e Distrito;                      - Identificação da Bandeira e Brasão Local;                      - Identificação dos Meios Geográficos: Vale, Montanha, Rio Lima, Mar;</p>	Ana
<p><b>O Náufrago</b></p> <p>2 - Corpo e Funções Vitais</p>	<p><b>Casa das Varandas</b></p>	Ana & João
<p><b>A Família da Ana</b></p> <p>3 - Graus de Parentesco, Parecenças Familiares, Identificação com as mesmas</p>	<p><b>Castelo/Forte</b></p> <p>- Família;                      - Árvore Genealógica;                      - Linha Temporal;</p> <p>Bónus: Suporte para o Jogador fazer a sua própria Árvore</p>	Ana
<p><b>Projetar uma Casa</b></p> <p>4 - Identificar Profissões. Reconhecer espaços na Casa e suas Funções</p>	<p><b>Moradia Unifamiliar</b></p> <p>Ajuda o Viana de Lima a fazer a Planta do seu projeto</p>	Viana do Lima
<p><b>Aprender no Neolítico</b></p> <p>5 - Comparar e Classificar Animais, Construir Cadeias Alimentares</p>	<p><b>Citânia</b></p> <p>Ensina os Filhos a Caçar -&gt; Caçar e Pescar;</p>	Família do Neolítico
<p><b>Os transportes</b></p> <p>6 - Diferentes tipos de transporte e Evolução</p>	<p><b>Estaleiros</b></p> <p>Evolução:</p> <p>- Construir Barcaças-&gt;Barcos;                      - Construir Carroças -&gt; Carros;                      - Arados -&gt; Trator.</p>	João
<p><b>Ida ao Mercado</b></p> <p>7 - Produtos Agrícolas/Locais e Experiências com Pesos</p>	<p><b>Mercado e Casa da Maffalda</b></p> <p>Ir ao Mercado com a Mafalda (Compras para refeição)</p>	Maffalda
<p><b>A Lenda das 5 Badaladas</b></p> <p>8 - Experiências com Alavancas</p>	<p><b>Torre Sineira</b></p> <p>(Igreja de São Domingos)                      Tocar Sino com Frei Bartolomeu</p>	Frei Bartolomeu
<p><b>A Passagem para o outro Lado</b></p> <p>9 - Experiências com Água. Correntes.</p>	<p><b>Perto / Beira do Rio</b></p> <p>Atravessar o Rio com os Romanos</p>	Romanos

<b>Gil Eanes</b> 10 - História do Gil Eanes	<b>Alto Mar</b> Alternar entre as funções do Gil Eanes	Navegador
(A definir) 11 - Costurar com a Maffalda	<b>Casa da Maffalda</b>	Maffalda
<b>A Construção da Ponte</b> 12 - Juntar Peças/Construção	<b>Ponte Eiffel</b> Puzzle de construção da Ponte	Gustave Eiffel

(Existem 4 aventuras adicionais ainda em estudo.)

- 15) o desbloqueamento gradual e coleta de itens, assim como a progressão por áreas possibilita que a informação esteja disponível ao jogador apenas quando tem uma necessidade específica;
- 16) todo o conteúdo é multimodal;
- 17) o progresso geral no jogo é visualizado pelas áreas já desbloqueadas no mapa, a consulta dos leaderboards e a quantidade de itens coletados nas missões que ficam disponíveis para personalização do avatar;



**Fig. 16** Estudo dos mecanismos de progressão e respetiva visualização

- 18) uma vez que a plataforma de suporte do jogo é o telemóvel / tablet, grande parte das interações serão derivadas do toque no ecrã como arrastar e segurar; serão também utilizados sistemas de vibração para ajudar o jogador a entender algum tipo de ações; o Modo Geolocalizado tira partido das coordenadas GPS para reconhecimento de checkpoints;
- 19) o interface principal permite ao aprendiz inventariar objetivos a cumprir vs. objetivos cumpridos, progresso e possibilidades de percurso;
- 20) existem vários tipos de áreas de jogo – as Geolocalizadas, as de Aventura e as próprias páginas do Livro; as áreas geolocalizadas são acessíveis em contexto físico com auxílio do GPS; isto é, o jogador-aprendente tem que se dirigir até aos locais representados no mapa para conseguir desbloquear pistas ou conseguir captar os locais;
- 21) qualquer desafio relativo a uma área de jogo poderá ser repetido, esteja ele no Modo Geolocalizado ou no Modo Aventura; desse modo, incentiva-se que se atinjam resultados superiores aos valores mínimos de sucesso numa missão e fomenta-se a construção de novas perspetivas sobre temas;
- 22) os vários locais representados no jogo foram selecionados com base na pesquisa efetuada e podem ser divididos em *Sítios /Plano Urbano*, *Edifícios* e *Infraestruturas*; como tal, o quadro abaixo sintetiza rapidamente em que Modo de Jogo cada um dos locais é usado:

	<i>Sítios / Plano Urbano</i>	<i>Edifícios</i>	<i>Infraestruturas</i>
Aventura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monumento Paleolítico (pinturas rupestres);</li> <li>- Citânia de Santa Luzia;</li> <li>- Junto ao Rio (<i>Séc III A.C. Ocupação Romana</i>);</li> <li>- Salinas ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Santa Casa da Misericórdia // Casa das Varandas;</li> <li>- Biblioteca Municipal de Viana do Castelo [Siza Vieira] (último local a ser desbloqueado);</li> <li>- Forte de Santiago (Castelo);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte Eiffel;</li> <li>- Estaleiros;</li> <li>- Gil Eanes;</li> </ul>
Geolocalizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porta da Cidade;</li> <li>- Estátua da Estação;</li> <li>- Estátua Caramuru;</li> <li>- Fonte Praça Principal;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biblioteca Municipal de Viana do Castelo [Siza Vieira] (primeiro local a ser desbloqueado);</li> <li>-Centro Cultural de Viana do Castelo [Souto de Moura]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte Eiffel;</li> <li>- Estaleiros;</li> <li>- Gil Eanes;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estátua de Viana;</li> <li>- Estátua do 25 de Abril (junto à biblioteca)</li> <li>- Praça da República [Viana de Lima]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moradia moderna [verificar arquiteto]</li> <li>- Museu do Traje;</li> <li>- Casa dos Nichos;</li> <li>- Hospital Velho;</li> <li>- Paços do Concelho;</li> <li>- Santa Casa da Misericórdia // Casa das Varandas;</li> <li>- Teatro Sá Miranda [João Marques Sardinha];</li> <li>- Forte de Santiago;</li> <li>- Capela das Malheiras e Solar dos Condes;</li> <li>- Igreja / Convento de São Domingos;</li> <li>- Capela das Almas;</li> <li>- Igreja do Sagrado Coração / Santa Luzia [Miguel Ventura Terra];</li> <li>- Escola da Avenida.</li> </ul>	
--	--	---	--

- 23) a representação em jogo alterna o modo de câmara entre a primeira pessoa e a terceira pessoa, consoante o Modo e consoante a dinâmica; as personagens são trabalhadas em 2D, refletindo um carácter de ilustração (consonante com o Livro); os locais são representados em 3D, ainda assim mantendo a estética de estilo *cartoon*, com abstração de elementos e texturas simplificadas; no global, o jogo é 2.5D;
- 24) nos roteiros subjacentes ao Modo Geolocalizado dá-se a sobreposição de elementos *in-game* com o referente real através de mapeamento dinâmico de coordenadas; os percursos pedonais foram estudados por grau de dificuldade do trajeto e tempo que demora a percorrer, tanto como pela agregação de Sítios / Edifícios / Infraestruturas que permitem ao aprendente observar e experienciar *in-loco* locais que encontrou no Modo Aventuras ou que complementam conhecimento adquirido;
- 25) a escolha da plataforma de desenvolvimento recaiu sobre o motor de jogo Unity; tanto pela capacidade e experiência dos membros envolvidos no projeto, como porque o Unity oferece uma boa qualidade de ferramentas que são importantes para o desenvolvimento do produto, desde a fácil integração de um sistema de geolocalização até às ferramentas de trabalho a nível de mobile; para além do motor de jogo, na maioria dos casos é utilizado software open-source, para máxima disponibilidade tecnológica a todos os membros da equipa e pelo facto de não

existir orçamento para ser gasto em software; a exceção a esta regra é o uso do software Adobe visto que está disponibilizado pela instituição co-promotora EsACT-IPB.

Do ciclo de design e desenvolvimento estão a resultar inúmeros sub-produtos, tais como: documentação do design; documentação de gestão de projeto; fichas de personagem; escrita de diálogos; roteiros de percurso geolocalizado; concept art; arte 2D; arte 3D; animações; som; protótipos de validação técnica; protótipos de iteração de conceito. Todos contribuem para que o jogo assuma a sua forma até ao momento da distribuição. Par além disso, questionários de playtesting e análise de resultados, assim como a planificação de sessões de apresentação do jogo ao público-alvo ou de formação de professores do 3º ano de escolaridade são centrais ao projeto.

## 4. REFLEXÕES FINAIS

Já numa fase avançada do ciclo de desenvolvimento, com vários protótipos iterados, pode evidenciar-se que o jogo **Vi Ana** foi pensado como um jogo educativo endógeno (Winn, 2008), dado que o jogo e respetivo gameplay foram concetualizados a partir dos conteúdos em aprendizagem e influenciados pelas teorias de aprendizagem construtivistas. **Vi Ana** procura sustentar os dois primeiros níveis de aquisição de conhecimentos, introdutório, quando o aprendente adquire conhecimentos e conceitos básicos a respeito de um conteúdo, e avançado, quando se dá um aprofundamento dos conhecimentos e o aprendente deve compreender a complexidade dos conceitos envolvidos e aplicá-los em diferentes situações. O design do jogo respeita os 4 Ms de um jogo educativo (Linnek et al, 2010), de macro-adaptabilidade, micro-adaptabilidade, metacognição e motivação. Para além disso, o design traduz o treino integrado e sistematizado das funções cognitivas, conativas e executivas e pauta-se pelos princípios de um sistema de maximização de aprendizagem (Reugeluth, 2012).

De acordo com o exposto, como contributo para o processo de ensino-aprendizagem do programa curricular de 3º ano de Estudo do Meio, o jogo **Vi Ana** pretende:

- propor ao aprendente uma experiência ativa, com exploração multimodal dos conteúdos;
- encorajar o aprendente no seu percurso de aprendizagem, incentivando a revisitação de unidades de aprendizagem para construção cumulativa do conhecimento;
- possibilitar interações do aprendente com resposta emocional e relacionamento entre pares;
- fornecer ao aprendente mecanismos de avaliação integrada, como feedback rápido e certificação de objetivos atingidos;
- motivar o aprendente através da personalização de percurso e feedback, clarificando que o sucesso depende de si próprio;
- providenciar o avatar / player-character no qual o aprendente se revê e às suas ações, deixando-o investir emocionalmente e valorizando resultados;
- providenciar personagens mentores, que auxiliam o aprendente no percurso de aprendizagem e são exemplo comportamental;

- possibilitar que o professor / instrutor / educador acompanhe o aprendente neste processo e o apoie na reflexão crítica.

A interligação entre os três Modos de Jogo – Aventuras, Geolocalizado, Personalização – pretende concorrer para a não-compartimentação dos conteúdos, pois no processo de elaboração do saber também se encontram distintos modos de saber – fatos, conceitos, processos e princípios. Posto isto, os desafios com que designers e desenvolvedores de um jogo sério educativo se confrontam são multifacetados e todo o ciclo de trabalho é, em si próprio, um percurso de aprendizagem. Assim, não existem jogos perfeitos, mas é importante compreender como se operacionaliza a sua utilização face ao contexto em que o jogo **Vi Ana** foi criado, procurando potenciar o conhecimento sobre o património edificado e cultural de Viana do Castelo

Por conseguinte, os próximos passos neste projeto prendem-se com: (1) a realização de novos testes de gameplay, agora com uma amostra do público-alvo final (aprendentes do 3º ano de escolaridade especificamente de Viana do Castelo), e respetiva revisão do design suportada pelo feedback recolhido; (2) calendarização de sessões de trabalho e formação de professores do 3º ano de escolaridade de Viana do Castelo; (3) distribuição do jogo (AppStore / Play Store); (4) avaliação de uso, a nível de perceção e efeitos, tanto a curto como a longo prazo. Para a concretização dos pontos (1) e (2) já estão acordadas as visitas a escolas no início do próximo ano letivo.

De todo o trabalho, que procurei enquadrar e explanar neste documento, retiro experiência profissional e pessoal enriquecida. Com toda a certeza, servirá de patamar a novos jogos, novas aprendizagens.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Abt, C. C. (1970). *Serious Games*. Nova Iorque: The Viking Press.
- Aguilera, M. D., & Mendiz, A. (2003). Video games and education: (education in the face of a "parallel school"). *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 1-10.
- Arnab, S.; Lim, T.; Carvalho, M. B.; Bellotti, F.; Freitas, S.; Louchart, S.; Suttie, N.; Berta, R. & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391–411, Mar.
- Boyle, E., Connolly, T. M., & Hainey, T. (2011). The role of psychology in understanding the impact of computer games. *Entertainment Computing*, 2(2), 69-74.
- Blumberg, F. C., Almonte, D. E., Anthony, J. S., & Hashimoto, N. (2012). Serious games: what are they? What do they do? Why should we play them. *Oxford Handbook of Media Psychology*, Oxford University Press, New York, 334-351.
- Caillois, R. (2001). *Man, Play and Games*. Trad. Meyer Bresh. Urbana & Chicago: Univeristy of Illinois Press.
- Carvalho, A. A. (2000). A representação do conhecimento segundo a teoria da flexibilidade cognitiva. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 169-184.
- Carvalho, A. A. (2011). A teoria da flexibilidade cognitiva e o modelo múltiplas perspectivas. In Leão, M. (Org.). *Tecnologias na educação: uma abordagem crítica para uma atuação prática*. Recife: Editora Universitária da UFRPE. pp.17-42.
- Casakin, H. (2004). Visual analogy as a cognitive strategy in the design process: Expert versus novice Performance. *Journal of Design Research*, Vol. 4 No 2, pp. 197-217.
- Castañon, G. A. (2015). O que é Construtivismo?. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, Série 4, 1(2), 209-242, Jul-Dez.
- Chen, S., & Michael, D. (2005). *Serious Games: Games that Educate, Train and Inform*. Thomson Course Technology.

- de Freitas, S. & Jarvis, S. (2006). A Framework for Developing Serious Games to meet Learner Needs. *Interservice / Industry Training, Simulation and Education Conference*. Orlando, Florida, 4-7 Dez.
- Djaouti, D., Alvarez, J., & Jessel, J. P. (2011). Classifying serious games: the G/P/S model. In Felicia, P. (ed). *Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches* (pp. 118-136). IGI Global.
- Dondlinger, M.J. (2007). Educational video game design: A review of the literature. *Journal of Applied Educational Technology*, 4(1), p. 21-31.
- Duffy, T. M., & Raymer, P. L. (2010). A practical guide and a constructivist rationale for inquiry based learning. *Educational Technology*, 50(4), 3-15.
- Ellaway, R. H. (2016). A conceptual framework of game-informed principles for health professions education. *Advances in Simulation*, 1(28).
- Fonseca, V. (2014). Papel das funções cognitivas, conativas e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. *Revista de Psicopedagogia*; 31(96), 236-53.
- Garris, R.; Ahlers, R.; & Driskell, J. E. (2002). Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*, vol. 33, pp. 441-467.
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Nova Iorque: Palgrave/Macmillan.
- Gick, M. e Holyoak, K. (1983). Schema Induction and Analogical Transfer. *Cognitive Psychology*, 15, pp. 1-38.
- Groff, J.; Clark-Midura, J.; Owen, V. E.; Rosenheck, L. & Beall, M. (2015). Better learning in games: A balanced design lens for a new generation of learning games.
- Heidrich, D. N. (2009). *Construção e avaliação de hiperídia educacional sobre tópicos de carboidratos*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Ibrahim, R. & Jaafar, A. (2009). Educational Games (EG) design framework: combination of game design, pedagogy and content modeling. *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, vol 1, pp. 283-298.
- Ingram, G. P., Campos, J., Hondrou, C., Vasalou, A., Martinho, C., & Joinson, A. (2011). Applying evolutionary psychology to a serious game about children's interpersonal conflict. *Evolutionary psychology: an international journal of evolutionary approaches to psychology and behavior*, 10(5), 884-898.

- Kiili, K. (2005). Content creation challenges and flow experience in educational games: The IT-Emperor case. *Internet and Higher Education*, 8 (3), pp. 183-198.
- Koenig, A.; Lee, J.; Iseli, M. & Wainess, R. (2010). *A Conceptual Framework for Assessing Performance in Games and Simulations*. CRESST Report 771. Los Angeles: University of California.
- Linek, S. B.; Schwarz, D.; Bopp, M. & Albert, D. (2010). When playing meets learning: Methodological framework for designing educational games. *Lecture notes on Business Information Processing*, 45, pp. 73-85.
- Merrill, M. D. (2009). First principles of instruction. In C. M. Reigeluth & A. A. Carr-Chellman (Eds.), *Instructional-design theories and models: Building a common knowledge base* (Vol. III, pp. 41-56). Nova Iorque: Routledge.
- O'Neil, H. F., Wainess, R., & Baker, E. L. (2005). Classification of learning outcomes: Evidence from the computer games literature. *The Curriculum Journal*, 16(5), 455-474.
- McQuiggan, S.; Kosturko, L.; MacQuiggan, J. e Sabourin, J. (2015). *Mobile Learning. A handbook for developers, educators and learners*. New Jersey: Wiley.
- Reigeluth, C. (2012). Instructional Theory and Technology for the New Paradigm of Education. *RED, Revista de Educación a Distancia*, (32), 1 – 18. Set.
- Reigeluth, C. M., & Carr-Chellman, A. A. (2009). Situational principles of instruction. In C. M. Reigeluth & A. A. Carr-Chellman (Eds.), *Instructional-design theories and models: Building a common knowledge base* (Vol. III, pp. 57-68). Nova Iorque: Routledge.
- Salen, K. & Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Shute, V. J. & Ke, F. (2012). Games, Learning and Assessment. In *Assessment in Game-based Learning*. Massachusetts: Springer. pp. 43-58.
- Singh, V. e Casakin, H. (2018). Use of Analogy in Design Teams: Steps towards a computational model and conceptual insights. *International Design Conference – Design 2018*, pp. 91–102.
- Song, M. & Zhang, S. (2008). EFM: A Model for Educational Game Design. In: Pan, Z.; Zhang, X.; El Rhalibi, A.; Woo, W. & Li, Y. (eds). *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*. Edutainment 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5093. Berlim, Heidelberg: Springer. pp. 509-517.
- Sousa, A. (2004). *Aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva ao 1º Ciclo do Ensino Básico – um estudo sobre a qualidade do ambiente*. Mestrado em Educação, na área de especialização de Tecnologia Educativa. Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.

- Spiro, R.; Coulson, R.; Feltovich, P. & Anderson, D. (1988). Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. *Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 375-383.
- van Staalduinen, J. P. & de Freitas, S. (2011). A Game-Based Learning Framework: Linking Game Design and Learning Outcomes. In Khine, M. S. (ed.). *Learning to Play: Exploring the Future of Education with Video Games*. Nova Iorque: Peter Lang Publishers. pp. 29-54.
- Vigotsky, L. (1984). *A Formação Social da Mente*. Rio de Janeiro: Martins Fontes.
- Wu, W.-H.; Hsiao, H.-C.; Wu, P.-L.; Lin, C.-H. & Huang, S.-H. (2012). Investigating the learning-theory foundations of game-based learning: a meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28 (3), pp. 265–279.
- Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249.
- Yusoff, A.; Crowder, R.; Gilbert, L. & Wills, G. (2009). A Conceptual Framework for Serious Games. *Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 15-17 Jul, pp. 21-23.