

Catálogo para Criação de Jogos Sérios para Sistemas Baseados em IoT

Fernando N. R. da Silva
PESC/COPPE

Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFRJ

Rio de Janeiro, Brasil
fernandonrs@cos.ufrj.br

Bruno P. de Souza
PESC/COPPE

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Rio de Janeiro, Brasil
bpsouza@cos.ufrj.br

Claudia M. L. Werner
PESC/COPPE

Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFRJ

Rio de Janeiro, Brasil
werner@cos.ufrj.br

Resumo— A Internet das Coisas (IoT) tem levado o mundo a um cenário inovador de interação entre humanos, máquinas e sistemas de software. Esses tipos de sistemas possuem como característica principal a tradução do mundo físico para dentro do virtual, utilizando *tags* de identificação, sensoriamento e atuação. Nesse contexto, tais sistemas trazem consigo desafios e preocupações no que diz respeito a sua construção. A engenharia de software (ES), por outro lado, é uma disciplina que trata de abordagens (métodos e técnicas) e tecnologias (*framework* e ferramentas) para construção de qualquer tipo de sistema. No entanto, as abordagens e tecnologias disponíveis na literatura técnica para construção de sistemas IoT ainda estão pouco difundidas na academia e indústria. Assim, considerando sistemas IoT e suas especificidades, é necessário entender sua necessidade e, possivelmente, propor ou evoluir abordagens e tecnologias da ES para lidar com sua construção. Tendo em vista esse cenário motivador, o uso de jogos (ou gamificação) pode ser uma alternativa de método para a construção de tais sistemas de maneira lúdica e eficaz. Portanto, este trabalho tem como objetivo propor um catálogo para apoiar a criação de jogos sérios específicos para sistemas baseados em IoT. Este catálogo está estruturado de forma que as características são agrupadas por domínios da IoT, com base em uma Revisão Estruturada da Literatura. Por fim, o catálogo construído visa apoiar os desenvolvedores na criação de jogos sérios de sistemas IoT levando em consideração suas características e propriedades.

Palavras-chave— Indústria 4.0, Internet das Coisas, Jogos Sérios

I. INTRODUÇÃO

Com a modernização das coisas que fazem parte do nosso dia a dia e que estão em todo lugar e a todo momento, passamos a ter acesso a medições de diversos tipos em tempo real, do monitoramento de ambientes, tornando as casas e coisas inteligentes, até mesmo uma cidade inteligente [1]. Isso tudo é possível a partir de uma rede de comunicação de dispositivos, sensoriamento, processamento e atuação que podemos chamar de Internet das Coisas (IoT) [1]. De acordo com [2], a ideia básica deste conceito de IoT é a presença generalizada em torno de nós de uma variedade de coisas ou objetos como *tags* de identificação por radiofrequência (RFID), sensores, atuadores e *smartphones*, que, por meio de esquemas de endereçamento exclusivos, são capazes de interagir uns com os outros e cooperar com seus nós vizinhos para alcançar objetivos comuns.

No entanto, a construção desse tipo de sistemas ainda é uma tarefa trabalhosa, uma vez que várias propriedades (da engenharia do ciclo de vida até a área tecnológica) dos sistemas IoT devem ser consideradas. Pode-se destacar como uma das propriedades tecnológicas manter a conectividade contínua entre os sistemas de software, hardware e sensores. Outra propriedade é o nível de inteligência e autonomia que

um sistema IoT pode possuir. Além disso, as propriedades do ciclo de vida de desenvolvimento podem ser as técnicas e métodos para especificar requisitos de sistemas IoT até técnicas de testes e manutenção para tais sistemas [3].

A Engenharia de Software (ES) propõe diversas abordagens e tecnologias de construção dos sistemas de software em geral, algumas já consolidadas, tais como para sistemas baseados em web e aplicações móveis. Todavia, devido à recente chegada dos sistemas IoT, há poucas ferramentas, métodos e técnicas para apoiar a construção deste tipo de sistema. De acordo com [4], ainda faltam, em nível acadêmico e industrial, ferramentas instrucionais para o treinamento de habilidades específicas em alguns domínios adequados para lidar com os desafios de um ambiente de IoT e o potencial de inovação relacionado. Nesse contexto, Souza e Werner [5] apresentam jogos como uma alternativa de estratégia contemporânea de ensino e aprendizagem para tratar dos problemas da disciplina de ES e, em especial, do ensino de sistemas IoT. [6] cita jogos como uma atividade absorvente, podendo usá-los para o ensino. Quando um jogo deixa de ser utilizado para fins de diversão dos indivíduos e passa a ser utilizado com algum propósito, como ensinar ou com foco em negócios, este jogo passa a ser classificado como "jogo sério" [6]. Mais especificamente, em [7], utiliza-se o termo Jogos Sérios Inteligentes (*Smart Serious Games* - SSG), significando a junção de jogos sérios com sistemas inteligentes.

Assim, as características, desafios e oportunidades que foram identificadas inicialmente no trabalho de Souza e Werner [5] surgem como oportunidade de pesquisa para este trabalho. Os autores levantaram os desafios e oportunidades enfrentados pelos professores no ensino de sistemas IoT por meio de jogos. Tendo em vista tal motivação, este trabalho tem o objetivo de apresentar um catálogo preliminar para apoiar a criação de jogos sérios específicos para sistemas IoT.

Este artigo está estruturado da seguinte forma. Na Seção II, é apresentada uma visão geral da fundamentação teórica. A Seção III apresenta o planejamento e construção do catálogo. A Seção IV lista as limitações deste trabalho. Por fim, a Seção V conclui o estudo e apresenta os possíveis trabalhos futuros.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT)

Há diversas definições do termo Internet das Coisas na literatura técnica. [8] definem IoT como um paradigma que permite compor sistemas a partir de objetos endereçáveis exclusivamente (coisas) equipados com comportamentos de identificação, detecção ou atuação e capacidade de processamento que podem se comunicar e cooperar para atingir um objetivo.

Para [11], a concepção básica da IoT é estabelecer uma conexão independente e autoadministrada que seja segura e permita a troca de dados entre dispositivos físicos (*coisas*) e sistemas de software em tempo real. Além disso, IoT permite uma ligação entre as atividades físicas do mundo real e o mundo virtual.

De acordo com [12], a IoT pode ser vista como uma coisa que é utilizada para conectar vários dispositivos por meio de uma rede para detectar e coletar dados ao redor do ambiente em que está inserido. Além disso, a Internet é usada para processar alguns aplicativos inteligentes com a apoio de sistemas embarcados, sensores, software e IA.

Sistemas IoT possuem inúmeras aplicações que se agrupam para se comunicarem e compartilharem informações. Segundo [2] [8], esses grupos são denominados de domínios. A Tabela 1 apresenta tais domínios com suas respectivas descrições. Estes domínios são usados no catálogo para agrupar as características relevantes de IoT.

TABELA 1. DOMÍNIOS DOS SISTEMAS IoT.

Domínio	Descrição
Ambiente Inteligente	Devido a característica de "inteligência" incorporada nas coisas que fazem parte desses ambientes, torna-se possível que um ambiente como casa, escritório, um ambiente de lazer ou uma indústria, seja de fácil "emprego" e confortável.
Futurístico	Este domínio depende de tecnologias que ainda estão em desenvolvimento. Desta forma, algumas aplicações futurísticas que estão previstas a médio/longo prazo são: Táxi Automatizado com monitoramento de tráfego em tempo real, rotas mais curtas, dentre outros.
Pessoal e Social	As aplicações deste domínio estão relacionadas à interação entre pessoas de maneira que elas mantenham e construam novos relacionamentos sociais. A automação de envio de mensagens ou do <i>update</i> de informações em redes sociais, como <i>Facebook</i> , <i>Twitter</i> , dentre outros.
Saúde	Muitos são os benefícios fornecidos pelas tecnologias IoT para o domínio da saúde e as aplicações mais comuns podem ser agrupadas principalmente em: rastreamento de objetos e pessoas (equipe e pacientes), identificação e autenticação de pessoas, coleta automática de dados e sensoriamento.
Transporte e Logística	Estradas ou trilhos com sensores, atuadores e poder de processamento, onde carros, ônibus, bicicletas e trens trafegam com mercadorias equipadas com <i>tags</i> e sensores. Estes enviam e recebem informações de monitoramento de tráfego, localização, podendo facilitar a gestão do depósito e também decidir por uma melhor rota.

Além dos domínios apresentados acima, foi possível identificar também as principais características de sistemas IoT que compõe a proposta de solução. A Tabela 2 descreve as características e suas respectivas definições.

TABELA 2. CARACTERÍSTICAS DE IoT. EXTRAÍDO DE [8].

Característica	Definição
----------------	-----------

Endereçabilidade	Habilidade de distinguir objetos pelo seu identificador único
ID Único	Necessário para a identificação única de cada objeto físico.
Objeto Autônomo	Objetos inteligentes podem ter autonomia individual, não necessitando de interação humana direta para realizar ações estabelecidas, enquanto reagem ou são influenciados por eventos do mundo real/físico.
Mobilidade	Disponibilidade de objetos em diferentes locais
Autonomia	Refere-se a sistemas que não precisam de intervenção humana direta para realizar ações estabelecidas.
Sensível ao Contexto	O uso de contexto para fornecer informações relevantes à tarefa e / ou serviços a um usuário.
Heterogeneidade	Vários serviços fazem parte do sistema, os quais apresentam capacidades muito diferentes do ponto de vista computacional e de comunicação
Interoperabilidade	A interoperabilidade é de três tipos: Interoperabilidade de rede que lida com protocolos de comunicação; a interoperabilidade sintática garante a conversão de diferentes formatos e estruturas; e a interoperabilidade semântica trata de abstrair o significado dos dados dentro de um domínio.
Segurança	Para garantir a segurança dos dados, serviços e todo o sistema IoT, uma série de propriedades, como confidencialidade, integridade, autenticação, autorização, não repúdio, disponibilidade e privacidade, devem ser garantidas.

B. Jogos (Games)

Jogos são atividades sociais e culturais voluntárias, significativas, fortemente absorventes, não produtivas, que se utilizam de um mundo abstrato, com efeitos negociados no mundo real, com final incerto, processos com regras aceitas, e com recompensa psicológica, normalmente na forma de diversão, entretenimento, ou sensação de vitória sobre um adversário ou desafio [6].

Em [9] e [10], é referido que apesar de não haver muita padronização na categorização de jogos, a mais utilizada pelos pesquisadores é a categorização de [13]. Essa categorização está definida como: (i) jogos de ação; (ii) jogos de aventura; (iii) jogos de luta; (iv) jogos de quebra-cabeça; (v) jogos de RPG (*Role Playing Game*); (vi) simulações; (vii) jogos de esportes; e (viii) jogos de estratégia.

C. Jogos Sérios (Serious Games - SG)

Os jogos comerciais digitais foram desenvolvidos principalmente para diversão, entretenimento e recreação, enquanto jogos sérios possuem objetivos de aprendizagem e mudança de comportamento. Os jogos sérios são desenvolvidos para propósitos amplos de treinamento e mudança de comportamento em negócios, indústria, *marketing*, saúde e ONGs governamentais, bem como na educação [14]. Outra definição, adotada por [15], diz que é qualquer jogo cuja finalidade não se restrinja ao entretenimento exclusivo. Então, quando um jogo deixa de ser utilizado somente para diversão e ganha motivação educacional e de negócios, a definição mais apropriada passa a ser a de jogos sérios.

Os jogos sérios foram inicialmente concebidos para treinar pessoas para tarefas em empregos específicos, como treinamento de militares ou vendedores [16]. Este trabalho também cita, dependendo do gênero do jogo e do dispositivo do usuário, as *engines* do *Unity 3D*, do *Unreal* e *HTML 5*, como algumas das ferramentas mais utilizadas para criação dos jogos sérios.

Além disso, outra subcategoria de jogos sérios tem surgido na literatura técnica, como os Jogos Sérios Inteligentes (do inglês - *Smart Serious Games* - SSG), onde eles foram inicialmente propostos por [17] e citado por [7], em que um SSG é definido como a integração de tecnologias inteligentes, incluindo dispositivos e serviços, e os princípios de jogos sérios. SSG vêm ganhando espaço na literatura. [18] propõe um *framework* modular para facilitar o desenvolvimento e a melhoria contínua de SSG. O *framework* SSG tem como objetivo ajudar desenvolvedores a construir jogos sérios inteligentes considerando o paradigma IoT. Além disso, ele é amplamente utilizado por universidades, onde o objetivo é se tornarem inteligentes, antecipando e fornecendo programas adaptativos para aprimorar a forma como o conteúdo educacional é apresentado e praticado.

III. CATÁLOGO PARA CONSTRUÇÃO DE JOGOS IoT

Para a elaboração do catálogo, inicialmente foi considerada a pesquisa realizada por Souza e Werner [5], onde os autores realizaram uma revisão da literatura na busca de identificar desafios e oportunidades na uso de jogos para ensinar sistemas IoT [5]. Os desafios encontrados foram: o ensino de programação a desenvolvedores iniciantes e inexperientes, restrições de *hardware*, limitação de recursos e a utilização do paradigma multidisciplinar para atingir consciência energética e apoio ao ensino em diferentes áreas. Em relação às oportunidades, foram encontrados jogos sérios inteligentes para área de ensino de botânica, indústria 4.0 e engenharia mecânica. Também, foram identificadas oportunidades multidisciplinares como o ensino de IoT a alunos de nível fundamental e médio, além dos estudantes que não são da área de computação. A partir das oportunidades identificadas e a falta de métodos e técnicas relacionadas diretamente com o ensino da construção de sistemas IoT, pensou-se na criação de um catálogo que tivesse como finalidade compor um "template" de características IoT para facilitar o desenvolvimento de tais sistemas. Uma vez que cada domínio de sistemas IoT possui especificidades distintas. Por exemplo, um sistema IoT voltado para área da saúde leva em consideração diferentes características de um sistema IoT do domínio de lazer. Assim, os desenvolvedores podem verificar de maneira rápida as características comuns aos sistemas de determinado domínio disponíveis na Tabela 2 (saúde, pessoal e social, futurístico, dentre outros).

Também, outros estudos foram adicionados ao conjunto de trabalhos anteriormente mencionado [5]. Em [7], propõe-se um *framework* para integração de jogos sérios e IoT (Jogos Sérios Inteligentes). Neste mesmo contexto, [18] apresenta um *framework* modular para facilitar o *design* e desenvolvimento de jogos sérios inteligentes. [10] contribuiu com a caracterização de jogos sérios, um modelo teórico de como a colaboração pode melhorar a aprendizagem em jogos e a taxonomia dos jogos educacionais em sala de aula. [1] [8] apresentam diferentes visões e características da IoT e das tecnologias envolvidas.

A. Processo Construtivo do Catálogo

O processo de construção do catálogo foi dividido em 3 fases principais: (i) seleção dos artigos relacionados ao tema; (ii) leitura e extração das informações pertinentes; e (iii) organização das informações extraídas em um protocolo.

A Fig. 1 apresenta o processo de construção do catálogo e suas atividades. O modelo mostra as três áreas (Jogos, Artigos e IoT) onde as atividades são executadas, sendo que essas atividades estão agrupadas em Seleção dos Artigos, Leitura e Extração das Informações e Catalogação e Organização das Informações. Em Seleção dos Artigos, é aplicada a pesquisa na base de dados da Scopus, tendo como resultado os artigos para seleção. Esta pesquisa foi realizada de maneira *ad-hoc*, uma vez que o conjunto final dos artigos selecionados partiram do trabalho de Souza e Werner [5]. Em Leitura e Extração das Informações, estes artigos selecionados foram lidos, os jogos sérios foram identificados e suas características extraídas. Finalmente, em Catalogação e Organização, as características de Jogos e sistemas IoT foram extraídos e protocolados em um catálogo.

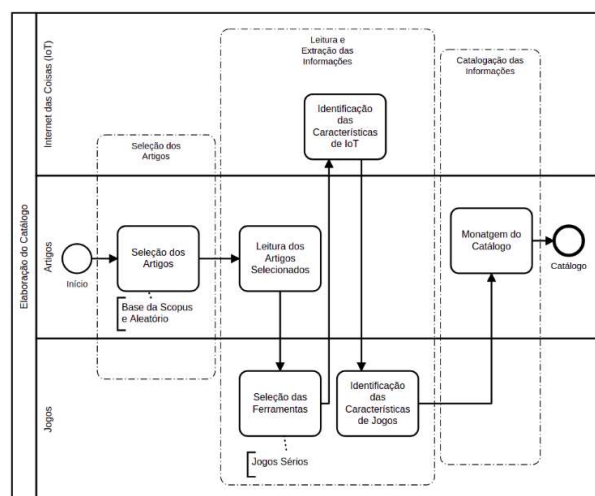


Fig. 1. Processo Construtivo do Catálogo.

B. Catálogo

Na Fig. 2, apresentamos o catálogo de acordo com as definições e características de Jogos Sérios e Sistemas IoT apresentados na Seção II.

Domínios da IoT	Características da IoT	Característica de Jogos Sérios				
		Gameplay		Propósito (Purpose)	Mercado (Market)	Público Alvo (Audience)
		Game-Based	Play-Based			
Ambiente Inteligente (Smart Environment)	Endereçabilidade, ID Único, Objeto Autônomo, Mobilidade, Autonomia, Sensível ao Contexto, Heterogeneidade, Interoperabilidade, Segurança.	Sim	Sim	Educação, Transmissão de Mensagem Subjetiva, Treinamento, Comércio de Mercadorias	Corporativo, Ecologia, Educação	Público em Geral, Profissionais, Estudantes, Faixas Etárias Específicas
Futurístico (Futuristic)	-	-	-	-	-	-
Pessoal e Social (Personal and Social)	Endereçabilidade, ID Único, Objeto Autônomo, Mobilidade, Autonomia, Sensível ao Contexto, Heterogeneidade, Interoperabilidade, Segurança.	Sim	Não	Educação, Treinamento, Narração de Histórias	Entretenimento	Profissionais, Estudantes
Saúde (Healthcare)	Endereçabilidade, ID Único, Objeto Autônomo, Mobilidade, Autonomia, Sensível ao Contexto, Heterogeneidade, Interoperabilidade, Segurança.	Sim	-	Educação, Informação, reinamento	Corporativo, Educação	Profissionais, Estudantes
Transporte e Logística (Transportation and Logistics)	-	-	-	-	-	-

Fig. 2. Catálogo para Criação de Sistemas IoT.

Pode-se observar que alguns domínios da IoT não possuem dados informados, pois a extração executada no conjunto de trabalhos disponíveis não retornou características relacionadas.

O catálogo deve ser utilizado como um modelo para dar suporte aos desenvolvedores de *Smart Serious Games*. Assim, espera-se facilitar e agilizar o trabalho de *design* do jogo. Também é importante ressaltar a importância das características apresentadas no catálogo, devido ao fato de serem contemporâneas. Sua coleta foi executada a partir de estudos recentes sobre *Smart Serious Games*.

A seleção do domínio em que o jogo terá atuação, poderá facilitar o trabalho do desenvolvedor em escolher seu *gameplay*. Desta forma, o propósito dessa proposta tem influência da escolha anterior e, conseqüentemente, o mercado e público-alvo, impulsionando, por exemplo, o trabalho de *marketing* do jogo. Percebe-se a relação entre as características e todo processo de desenvolvimento do jogo.

A elaboração do catálogo está em andamento. Com a continuidade da pesquisa, pode ser possível o aprimoramento das informações nele contidas. Com isso, espera-se transformar o catálogo em colaborativo, recebendo contribuições da comunidade e tornando-o robusto.

IV. LIMITAÇÃO DA PESQUISA

Algumas limitações podem ser destacadas neste estudo, são elas: (i) a falta de avaliação do catálogo neste estudo. Isso se deve ao fato da falta de participantes e devido a pandemia da COVID-19; pretende-se rodar um estudo de viabilidade e entrevista com *experts* em construção de jogos para validar o catálogo. (ii) consideração de apenas alguns domínios de sistemas IoT. Levou-se em conta apenas dois trabalhos que relatassem as características e domínios de sistemas IoT. Pretende-se fazer um catálogo incremental, ou seja, à medida que novas características e domínios surgirem, o catálogo será preenchido com eles. (iii) pode-se afirmar que o catálogo construído foi apoiado por evidências disponíveis na literatura técnica e que ele pode funcionar. No entanto, são requeridos estudos experimentais para afirmar de fato que o catálogo pode dar certo.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou um catálogo para apoiar a criação de jogos de sistemas baseados em IoT. O objetivo foi apresentar as principais características de IoT e de jogos sérios, agrupadas em domínios da IoT que foram detalhadas no decorrer deste trabalho. A construção do catálogo foi fundamentado em um conjunto de artigos resultantes de uma revisão da literatura realizada por [5].

Durante a pesquisa, pode-se verificar a existência de alguns jogos de sistemas baseados em IoT (Jogos Sérios Inteligentes), que auxiliam no processo de aprendizagem e ensino. São ferramentas atraentes, motivadoras e eficazes para alunos e professores [18]. Com isso, reuniu-se no catálogo proposto características de IoT e jogos sérios, para auxiliar desenvolvedores de jogos sérios na construção de determinado assunto de um domínio da IoT. Desta forma, ter como base uma estrutura "modelo" para facilitar o *design* de sistemas baseados em IoT.

Para a construção do catálogo, buscamos tornar de maneira pontual e objetiva os conceitos que devem ser considerados quando se está construindo jogos baseado no paradigma IoT. Para que jogos possam atender a definição do paradigma IoT, estes devem possuir as seguintes características [8]: Endereçabilidade, ID Único, Objeto Autônomo, Mobilidade, Autonomia, Sensível ao Contexto, Heterogeneidade, dentre outros [8]. No contexto de jogos sérios, as características são [15]: *Gameplay*, Propósito, Mercado e Público Alvo.

Como trabalhos futuros, espera-se ampliar o catálogo com mais informações pertinentes ao desenvolvimento de jogos para o ensino de sistemas IoT. Pretende-se ainda realizar um estudo experimental para verificar a viabilidade do catálogo proposto e sua influência na produtividade da criação de jogos deste paradigma. Além de realizar uma entrevista com desenvolvedores de jogos para verificar os itens compostos no catálogo. Por fim, planeja-se automatizar este catálogo, a fim de tornar o processo de construção de jogos IoT mais práticos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é parcialmente financiado pelo CNPq e pela CAPES - Código Financeiro 001.

REFERÊNCIAS

- [1] T. G. Stavropoulos, A. Papastergiou, L. Mpaltadoros, S. Nikolopoulos, and I. Kompatsiaris, "IoT wearable sensors and devices in elderly care: a literature review". *Sensors*, 20(10), 2020, pp. 1-22.
- [2] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey". *Computer Networks*, v. 54, n. 15, 2010, pp. 2787-2805
- [3] F. Zambonelli, "Key abstractions for IoT-oriented software engineering". *IEEE Software*, v. 34, n. 1, 2017, pp. 38-45.
- [4] M. Oliveri, J. B. Hauge, F. Bellotti, R. Berta, and A. De Gloria, "Designing an iot-focused, multiplayer serious game for industry 4.0 innovation". In *IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation*, 2019, pp 1-9. IEEE.
- [5] B. P. de Souza, e C. M. L. Werner, "Challenges and Opportunities on Using Games to Support IoT Systems Teaching" 2021. <http://arxiv.org/abs/2109.10167>
- [6] G. Xexéo, A. Carmo, A. Acioli, B. Taucei, C. Dipolitto, E. Mangeli, J. Kritz, L. F. Costa, M. Arêas, R. Monclar, R. Garrot, T. Classe, and V. Azevedo, "O que são jogos: Uma introdução ao objeto de estudo do ludes". *LUDES*, 2017, pp. 1-30.
- [7] J. Henry, S. Tang, M. Hanneghan, and C. Carter, "A framework for the integration of serious games and the internet of things (IoT)". In *IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 2018, pp. 1-8. IEEE.
- [8] R. C. Motta, V. Silva and G. H. Travassos "Towards a more in-depth understanding of the IoT Paradigm and its challenges". *JSERD*. 7, 2019, 3:1-3:16. DOI: <https://doi.org/10.5753/jserd.2019.14>
- [9] J. Kirriemuir, and A. McFarlane, "Literature review in games and learning". *NESTA Futurelab series*. 2003.
- [10] A. I. Wang, T. Øfsdahl, and O. K. Mørch-Storstein, "Collaborative learning through Games—Characteristics, model, and taxonomy". Recuperado el, v. 4, 2009.
- [11] R. Khan, S. U. Khan, R. Zaheer, R., and S. Khan, "Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges," in *10th International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)*, 2012.
- [12] N. Alam, P. Vats, and N. Kashyap, "Internet of Things: A literature review". *Recent Developments in Control, Automation & Power Engineering (RDCAPE)*, 2017. doi:10.1109/rdcap.2017.8358265.
- [13] J. C. Herz, "Joystick Nation: How Videogames Ate Quarters, Won Our Hearts, and Rewired Our Minds", volume 1. Little Brown and Company, 1997.
- [14] T. Connolly, E. Boyle, E. Macarthur, T. Hainey, and J. Boyle, "A systemic literature review of empirical evidence on computer games and serious games". *Computers Education*, 2012, pp. 661 - 686.
- [15] Ludoscience (2021). Serious game classification : The online classification of serious games. <http://www.serious.gameclassification.com/EN/index.html>
- [16] A. De Gloria, F. Bellotti, and R. Berta, R. "Serious games for education and training". *International Journal of Serious Games*, 2014, pp. 1(1).
- [17] D. Sharma, J. C. Lakhmi, M. Favorskaya, and R. J. Howlett, "Fusion of Smart, Multimedia and Computer Gaming Technologies", volume 1. 2015.
- [18] K. Smith, J. Shull, Y. Shen, A. Dean, and P. Heaney, "Designing Smarter Serious Games: A framework for effectively blending instructional and game design", volume 1, 2017, pp. 1-30