U.PORTO

Interactive Learning Factory Demonstrator for high school students

Soraia Filipa Neves da Silva

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: Gil Gonçalves (Professor Auxiliar)

Coorientador: Susana Aguiar

Setembro de 2020

© Autor, 2013

Interactive Learning Factory Demonstrator for high school students

Soraia Filipa Neves da Silva

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Resumo

A indústria é um dos setores chave dentro da União Europeia, cujo desenvolvimento tecnológico é utilizado para garantir o futuro e a evolução da Europa. Em Portugal existe uma necessidade de evolução tecnológica, uma vez que estamos abaixo da média. É necessário, por isso, que exista um investimento a nível educacional sobre áreas tecnológicas como as várias engenharias. Este investimento deve ser feito ao nível dos anos escolares antes dos alunos entrarem no ensino superior, pois é importante que os jovens tenham contacto com este tipo de tecnologias o mais cedo possível. Este contacto irá permitir que os jovens ganhem uma perspetiva mais positiva e realista do sector industrial, assim como conhecerem as várias oportunidades de carreira relacionadas com este importante sector. Consequentemente, o interesse por áreas tecnológicas como as engenharias irá aumentar, o que levará a um aumento do número de alunos em cursos tecnológicos.

Tendo em atenção estes fatores, esta dissertação visa desenvolver um demonstrador cujo objetivo é permitir, a alunos do secundário, para que estes fiquem mais familiarizados com alguns conceitos sobre o setor industrial e tecnologias envolventes, tais como os sistemas ciber-físicos, a robótica, a otimização, a inteligência artificial, entre outros. O objectivo é usar metodologias e conceitos inovadores para desenvolver um demonstrador que seja interativo, o que permitirá despertar o interesse dos alunos. Para a realização deste projeto foi desenvolvido um questionário, que posteriormente foi entregue a jovens com idades compreendidas entre os 15 e 18 anos. Este questionário tinha como objetivo perceber quais deveriam ser os conteúdos a colocar e como os abordar. Foi portanto, desenvolvido um jogo online do género de Escape Room, constituído por 3 níveis. Cada um destes níveis tem um objetivo diferente. O primeiro nível foi pensado para ser uma introdução ao tema, o segundo nível explica a evolução tecnológica e o terceiro nível refere algumas profissões relacionadas com os sistemas Ciber-físicos e ainda revisa alguns conceitos abordados ao longo do jogo. Após o jogo estar concluído, foram realizados dois testes ao mesmo. O primeiro teste foi com um grupo piloto e posteriormente o jogo foi testado por duas turmas da Escola Global.

Estes questionários demonstraram os jovens na sua maioria gostaram do jogo e mostraram interesse em metodologias de ensino mais inovadoras. Através das respostas dos questionários foi possível perceber alguns pontos que poderiam ser melhorados no jogo, tais como a dificuldade dos níveis e o aspeto visual.

Abstract

Manufacturing is one of the key sectors within the European Union, whose technological development is used to guarantee Europe's future and evolution. In Portugal there is a need for technological evolution, since we are below average. Therefore, it is necessary that there is a level of educational investment in technological areas such as engineering. This investment must be made at the levels of education before students enter higher education, as it is important that young people have contact with this type of technology as early as possible. This contact will allow young people to gain a more positive and realistic perspective of the industrial sector, as well as to learn about various career opportunities related to this important sector. Consequently, interest in technological areas increases, which, consequently, increases the number of students in technological courses.

Bearing these factors in mind, this dissertation aims at the development of a demonstrator whose objective is to allow high school students to become familiar with some basic concepts about the industrial sector and the technologies involved, such as cyber-physical systems, robotics, optimization, artificial intelligence, among others. The goal is to use innovative methods and concepts to develop a demonstrator that is interactive, which will pique students' interest.

Índice

Introdução **12**
Contexto e Motivação **12**
Projeto **13**
Problema(s), Hipótese(s) e Objetivos de Investigação **14**
Metodologia de Investigação **14**
Estrutura da Dissertação **15**

Revisão Bibliográfica **17**
Introdução **17**
Sistemas Ciber-Físicos **18**
2.2.1 Arquitetura 5C **19**
2.2.2 Evolução do mercado de trabalho **20**
2.2.3 Indústria 4.0 **21**
2.2.3.1 Smart factory **23**
Educação 4.0 **23**
2.3.1 Big data 24
2.3.2 Realidade Aumentada 25
2.3.3 Impressoras 3D 25
2.3.4 Plataformas Digitais Educativas 26
2.4 Gamificação na Educação **27**
2.4.1 Jogos Sérios **28**
2.4.1.1 Game-Based Learning 29
2.5 Projetos Semelhantes

2.5.1 LEARNITRON: **30**
2.5.2 CPSBOT e Lego Minstorms: 31

Desenvolvimento **33**
3.1 Conceito inicial e necessidades de alteração **33**
3.2 Escape Room Box **34**
3.2.1 Descrição de cada nível relativo ao jogo físico **35**
3.3 Resultados Questionário Inicial **37**

3.4 Jogo Online **48**
3.4.1 Resultados questionário avaliativo do jogo **63**
3.4.1 Avaliação do jogo **73**

4 Validação e discussão de resultados **74**
4.1 Metodologia de validação **74**
4.2 Atividades realizadas **75**
4.3 Resultados e análise **77**
Avaliação do jogo em contexto escolar - sala de aula **79**
4.4 Discussão **91**

5 Conclusões e Trabalho Futuro **92**

6 Anexos **94**

7 Referências **96**

Lista de Imagens e Gráficos

1. Gráfico 1 - Primeiro Questionário 38
2. Gráfico 2 - Idade 38
3. Gráfico 3 - Ano Escolar 39
4. Gráfico 4 - Formação Secundária 39
5. Gráfico 5 - Área de interesse 40
6. Gráfico 6 - Licenciatura 40
7. Gráfico 7 - Indústria 4.0 41
8. Gráfico 8 - Temática 41
9. Gráfico 9 - Jovens informados sobre evolução tecnológica 42
10. Gráfico 10 - Robótica 42
11. Gráfico 11 - Bases Programação 43
12. Gráfico 12 - Jogos para entretenimento 43
13. Gráfico 13 - Jogos como forma de aprendizagem 44
14. Gráfico 14 - Preferência em jogos 44
15. Gráfico 15 - Jogos individuais ou em grupo 45
16. Gráfico 16 - Aulas com jogos 45
17. Gráfico 17 - Jogos deveriam ser utilizados em sala de aula 46
18. Gráfico 18 - Jogos Escape Room 47
19. Gráfico 19 - Jogos Escape Room Online 47
20. Gráfico 20 - Escape Room como forma de ensino 48
21. Gráfico 21 - Jogos de computador e físicos 48
22. Figura 1 - Nível I 50
23. Figura 2 - Nível I texto introdutório 51
24. Figura 3 - Nível I Vídeo 51

25. Figura 4 - Nível I Código Binário 52
26. Figura 5 - Nível I Frames 53
27. Figura 6 - Nível I Tabela 53
28. Figura 7 - Nível I Tabela Preenchida 54
29. Figura 8 - Nível I Relógio 54
30. Figura 9 - Nível I Explicação final 55
31. Figura 10 - Nível 2 56
32. Figura 11 - Nível 2 texto introdutório 57
33. Figura 12 - Nível 2 Timeline 57
34. Figura 13 - Nível 2 Texto Timeline 58
35. Figura 14 - Nível 2 Sopa de letras 58
36. Figura 15 - Nível 2 Sopa de letras demonstração 59
37. Figura 16 - Nível 2 Tabela 59
38. Figura 17 - Nível 2 Relógio 60
39. Figura 18 - Nível 2 Explicação final 60
40. Figura 19 - Nível 3 61
41. Figura 20 - Nível 3 texto explicativo final 62
42. Figura 21 - Nível 3 ShapiNG I 62
43. Gráfico 22 - Questionário teste piloto 64
44. Gráfico 23 - Ano escolar 64
45. Gráfico 24 - Formação secundária 65
46. Gráfico 25 - Área de interesse 65
47. Gráfico 26 - Tecnologias 66
48. Gráfico 27 - Sistemas ciber-físicos 66
49. Gráfico 28 - Tecnologia e Sistemas ciber-físicos 66
50. Gráfico 29 - Desafios 67
51. Gráfico 30 - Indústria 4.0 67
52. Gráfico 31 - O que é o ShapiNG I 68
53. Gráfico 32 - Jogo 68
54. Gráfico 33 - Análise ao jogo 69
55. Gráfico 34 - Conteúdos abordados 69
56. Gráfico 35 - Conhecimentos Indústria 4.0 70
57. Gráfico 36 - O jogo foi esclarecedor 70
58. Gráfico 37 - O jogo foi interessante 71
59. Gráfico 38 - Jogos como forma mais interessante de abordar temas tecn. 71
60. Gráfico 39 - Conhecimentos Indústria 4.0 72
61. Gráfico 40 - Dúvida 72
62. Gráfico 41 - Recomendar o jogo 73
63. Gráfico 42 - Questionário Escola Global 80
64. Gráfico 43 - Tecnologias 80
65. Gráfico 44 - O que são os sistemas Ciber-físicos 81
66. Gráfico 45 - Tecnologias variantes dos Ciber-físicos 81
67. Gráfico 46 - Maiores desafios dos sistemas Ciber-físicos 82

68. Gráfico 47 - O que é o código binário 83
69. Gráfico 48 - Indústria 4.0 84
70. Gráfico 49 - ShapiNG I 85
71. Gráfico 50 - Os inquiridos gostaram do jogo 86
72. Gráfico 51 - Melhorias no jogo 86
73. Gráfico 52 - Dificuldades do jogo 87
74. Gráfico 53 - Conteúdos abordados 88
75. Gráfico 54 - O jogo foi esclarecedor 88
76. Gráfico 55 - O jogo foi interessante 89
77. Gráfico 56 - Conhecimentos sobre a Indústria 4.0 89
78. Gráfico 57 - O jogo como forma mais interessante de abordar temas tecn. 90
79. Gráfico 58 - Mais interesse na temática 90
80. Gráfico 59 - Dúvida 91

Abreviaturas e Símbolos

CPS	Sistemas Ciber-Físicos
MLearning	Mobile Learning
MOOC	Massive Open Online Course
LMS	Learning Management Systems
LCMS	Learning Content Management Systems
RA	Realidade Aumentada
CNC	Computer Numerical Control
PLC	Power Link Communication
OEE	Overall Equipment Effectiveness

Tabela 1.

1. Introdução

Esta dissertação visa promover o interesse entre alunos do secundário para as tecnologias relacionadas com sistemas ciber-físicos. A ideia é desenvolver um projeto/demonstrador que ensine, a jovens alunos, alguns conceitos sobre engenharia e relacionados. O objetivo consiste também em cativar a atenção dos alunos para tais temáticas de tecnologias. Para tal foi pensado em formas inovadoras para apresentar aos alunos o demonstrador/projeto a ser desenvolvido no decorrer desta dissertação.

Para além de serem abordados temas relacionados com engenharia e multimédia, foram também estudadas técnicas e métodos educativos a fim de perceber qual a melhor forma de transmitir os conceitos pretendidos ao público-alvo, jovens dentro das idades de 15-18 anos.

Como pontos chave desta dissertação os sistemas ciber-físicos (conceitos a serem ensinados aos alunos), a multimédia (forma como esses conceito serão transmitidos) e metodologias de ensino (formas para captar a atenção dos alunos).

1.1 Contexto e Motivação

Esta dissertação tem por base o projeto, que se encontra em execução, ShapiNG I (Shaping the Next Generation of manufacturing professionals I) da iniciativa EIT Manufacturing da Comissão Europeia. Este projeto tem como objetivo captar a atenção de jovens, principalmente alunos do secundário para atividades na área da indústria, oferecendo aos alunos contato com desafios nas áreas relacionadas com tecnologia e o setor industrial.

A indústria é um dos setores chave de alta tecnologia dentro da União Europeia, é utilizada para garantir o futuro da evolução, prosperidade e competitividade da Europa na economia mundial, sendo por isso essencial o crescimento de emprego qualificado. (EIT manufacturing) Devido aos esforços da União Europeia, a indústria evoluiu bastante nos últimos anos. No entanto, para contribuir para este cenário, será necessário um aumento de trabalhadores qualificados nas diversas áreas de engenharia, sendo necessário incentivar os alunos do secundário a seguirem cursos tecnológicos, despertando-lhes o interesse nas áreas relacionadas com a engenharia. Os alunos poderão então optar por cursos superiores relacionados com

engenharia, o que aumentaria a quantidade de profissionais nestas áreas e permitiria que Portugal evoluísse como país tecnológico.

1.2 Projeto

O projeto consiste numa apresentação multimédia com foco no ensino de alguns conceitos sobre sistemas ciber-físicos. Isto permitirá que alunos do secundário consigam criar uma imagem positiva e realista sobre o setor industrial, assim como das áreas de engenharia envolvidas, e poderão melhorar a percepção do mercado de trabalho no futuro. Para isso, foi concebido um demonstrador esclarecedor, motivador e interessante para o público-alvo. O demonstrador utilizará metodologias de ensino inovadoras de modo a captar o interesse dos alunos para as informações transmitidas. Foi utilizada a gamificação como um elemento para despertar o interesse dos alunos, uma vez que os jogos são formas de entretenimento bastante presentes no dia a dia dos jovens.

A ideia é criar um projeto baseado na lógica dos jogos de Escape Room, isto é os alunos serão confrontados com alguns desafios, e à medida que forem completando o que lhes é proposto, vão "desbloqueando" informações sobre sistemas ciber-físicos e do setor industrial.

Este projeto foi pensado para ter 3 níveis. O primeiro nível teria o objetivo de transmitir informações sobre a indústria e o funcionamento dos sistemas ciber-físicos. O segundo nível seria uma pequena demonstração de um sistema ciber-físico e o terceiro nível seria focado em explicar a evolução do mercado de trabalho e da indústria. Inicialmente foi pensado desenvolver um jogo físico que posteriormente seria testado em contexto de sala de aula. Para este jogo inicial, a nível de implementação pensou-se (nível 1), apresentar aos alunos um vídeo e uma caixa fechada. O vídeo seria um ponto de partida para o jogo, pois explicaria o que são os sistemas ciber-físicos e a partir daí os alunos iniciavam o jogo.

O vídeo estaria incompleto e os alunos apenas conseguiriam aceder ao vídeo na sua totalidade caso conseguissem abrir a caixa (nível 2). Dentro da caixa, conteria alguns elementos para que os alunos construíssem um pequeno robot (nível 3). Depois de construírem o robot por completo e de forma correta, os alunos teriam então acesso a informações sobre o mercado de trabalho relacionado com engenharias.

É de ressaltar que esta ideia de demonstração foi apenas o ponto de partida para o projeto que se desenvolveu no decorrer da dissertação, no entanto, os objetivos da demonstração foram

mantidos, assim como a metodologia de transmitir estas informações, isto é, tornar esta demonstração dinâmica e gamificada para que os alunos mantenham o interesse na experiência até ao seu final.

1.3 Problema(s), Hipótese(s) e Objetivos de Investigação

Este projeto visa esclarecer conceitos de engenharia e de sistemas ciber-físicos a jovens alunos.

O objetivo principal desta proposta é dar a conhecer um pouco das várias tecnologias relacionadas com o sector industrial e/ou apresentar estas temáticas forma simples e divertida. A ideia é introduzir conceitos básicos de engenharia, sistemas ciber-físicos e produção industrial, incluindo até algumas perspetivas sobre o mercado de trabalho no futuro.

Para além do objetivo informativo e educacional, este projeto visa perceber qual o interesse dos alunos para as novas metodologias de ensino. Existe ainda um propósito correlativo entre os dois objetivos anteriormente apontados. Ou seja, existe a intenção de perceber se os jovens consideram interessante aprender conceitos tecnológicos e de engenharia através de metodologias de ensino mais inovadoras.

Será desenvolvida uma demonstração multimédia para que alunos do secundário consigam criar uma imagem realista sobre os sistemas ciber-físicos e a produção industrial. Inicialmente este projeto utilizaria elementos físicos e virtuais suficientemente pequenos para serem transportados para escolas secundárias e fornecer uma visão realista da indústria de forma envolvente. Tendo em conta a situação inesperada que vivemos e que impediu que a ideia original de um escape Room box físico fosse desenvolvido, o projeto sofreu algumas alterações de forma a dar continuidade à dissertação.

1.4 Metodologia de Investigação

Inicialmente o pretendido para este projeto seria apresentar o jogo físico em escolas secundárias (no ano letivo 2020-2021), no entanto, antes disso previa-se realizar um teste piloto para conferir se os alunos consideraram o projeto esclarecedor e motivador. O teste seria realizado com grupo de jovens de idades compreendidas entre os 15 e os 18 anos para interagirem com o demonstrador. Nesta fase realizar-se-ia uma avaliação através de observação por contacto direto com o grupo de estudo. Posteriormente seria realizado um questionário que

seria entregue ao grupo de estudo a fim de averiguar algumas questões, como por exemplo: se depois da experiência ficaram com noções mais claras do que são sistemas ciber-físicos.

Com a alteração do projeto devido ao COVID-19, a metodologia de investigação teve de ser adaptada às novas condições, portanto a observação por contacto direto foi excluída, uma vez que não era possível estar presencialmente a testar o jogo nas escolas. O projeto inicial foi adaptado para um jogo online, mantendo os objetivos iniciais de transmitir conhecimentos sobre os sistemas ciber-físicos e da indústria. A finalidade de apresentar o jogo em escolas portuguesas manteve-se, contudo foram realizados dois questionários, o primeiro com o objetivo de perceber quais os conteúdos a abordar no jogo e o segundo é uma forma de avaliação do jogo.

1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação contém um capítulo introdutório no qual é explicado o contexto, a motivação e os objetivos desta dissertação. Neste capítulo é também apresentada a metodologia de investigação.

Seguidamente foi feito um capítulo dedicado à revisão bibliográfica onde foram abordados três temas principais, sendo estes: sistemas ciber-físicos, multimédia e metodologias de ensino. Foi feita uma investigação sobre os sistemas ciber-físicos, onde há uma explicação sobre este conceito. Neste capítulo são também abordadas questões como a arquitetura 5C, a evolução do mercado de trabalho e a indústria 4.0. Seguidamente foram estudadas quais as tecnologias mais promissoras da Educação 4.0. Este capítulo trata tecnologias como Big Data, Realidade Aumentada, Impressão 3D e E-Learning. Inclui também um capítulo dedicado aos jogos sérios e jogos educativos. Na revisão bibliográfica são mostrados alguns exemplos de projetos parecidos como o que será desenvolvido ao longo desta dissertação.

Finalizado o estado da arte, dá-se continuidade para o capítulo do desenvolvimento do projeto. Neste capítulo é explicado o processo de todo o jogo, assim como o plano inicial e as alterações que foram realizadas para dar continuidade ao projeto. São também apresentados os resultados do questionário realizado para o desenvolvimento do jogo e a descrição de como será cada nível.

No capítulo da validação e discussão dos resulta será descrito o processo do projeto, os questionários serão avaliados e os resultados discutidos.

Finalmente termos o capítulo sobre as conclusões e o trabalho futuro, onde será analisado tudo o que foi aprendido ao longo desta dissertação e qual serão os melhores caminhos para dar continuidade ao projetos.

O capítulo dos anexos terá as questões realizadas nos questionários desenvolvidos e para finalizar terá um capítulo para as referências usadas em todo o processo.

2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo é descrito o estado da arte e são apresentados trabalhos relacionados de forma a mostrar o que existe no mesmo domínio e quais os problemas encontrados. São explorados projetos e a matéria já existente sobre os assuntos abordados. Este capítulo divide-se em 3 temáticas principais: sistemas ciber-físicos, multimédia e metodologias de ensino. Estas são as temáticas necessárias para o desenvolvimento desta dissertação, houve uma pesquisa sobre alguns conceitos de indústria, a evolução da educação e sobre a multimédia como meio educativo.

2.1 Introdução

A indústria é um ponto crucial para o desenvolvimento tecnológico dentro da União Europeia, porque está totalmente relacionada com a evolução social e económica. Contrariamente à Alemanha, Portugal não é um dos países mais avançados e evoluídos a nível tecnológico. Portanto é necessária uma evolução nesse sentido, de tecnologia de produção. É preciso, por isso, que exista um investimento a nível educacional sobre áreas tecnológicas como as várias engenharias. Este investimento deve ser feito ao nível dos anos escolares antes dos alunos entrarem no ensino superior, para que os jovens tenham contacto com este tipo de tecnologias o mais cedo possível. Este contacto irá permitir que os jovens ganhem uma perspetiva mais positiva do sector industrial assim como conhecerem as várias oportunidades de carreira relacionadas com este importante sector. Consequentemente, o interesse por áreas relacionadas com tecnologia e engenharia poderá aumentar, assim como o número de alunos em cursos tecnológicos.

2.2 Sistemas Ciber-Físicos

Os sistemas ciber-físicos são a base da Indústria 4.0, consistem em sistemas de computação que utilizam sensores para captar e monitorizar informação do mundo físico. A comunicação entre o mundo físico e o virtual é a chave destes sistemas, e portanto, é o que os torna tão complexos e necessários para a evolução da indústria. (Bee, Bagheri and Jin, 2016)

Os sistemas ciber físicos focam-se na conexão de vários dispositivos em rede. São sistemas conectados entre si que utilizam sensores para captar e analisar informações do mundo físico em tempo real. Devem fazer uma leitura acertada do mundo físico, isto é têm de considerar os ruídos externos que podem alterar as análise, é necessário precisão na captura de informação. (Tilbury, 2020)

Estes sistemas conseguem alterar e adaptar o ambiente em que estão inseridos e se necessário ainda controlam dispositivos. Em ambiente virtual, estes sistemas são utilizados para recolha e processamento de dados. Os sistemas ciber-físicos são compostos por um conjunto de diversas tecnologias que se encontram em constante estudo e evolução, como por exemplo, sensores e controlos de baixo custo e alta funcionalidade, dispositivos de computação com poucos gastos de energia e alta capacidade, comunicação wireless, fontes alternativas de captação de energia. (Rajkumar, Lee, Sha, Stankovic, 2020) (Tilbury, 2020)

Este tipo de tecnologia é utilizada em diversas áreas, tais como: medicina, indústria e fabricação automatizada, autoestrada inteligentes, etc. Devido às grandes tarefas que estas tecnologias acarretam é necessário que tenham uma performance sem erros, que permitam respostas em tempo-real, no entanto mantendo sempre a segurança e a eficácia. (Rajkumar, Lee, Sha, Stankovic, 2020)

Os sistemas ciber-físicos englobam tecnologias que atualmente são motivo de grandes investimentos por diversos países ou potências mundiais, como por exemplo a União Europeia que nos últimos anos tem investido imenso na evolução tecnológica. Chega-se a prever que brevemente estes sistemas façam parte do nosso dia-a-dia, pois serão uma realidade na maior parte das estruturas ao nosso redor. Ou seja, tecnologias pertencentes à indústria 4.0 como a internet das coisas (IoT) ganharam enorme destaque futuramente.

O protocolos de segurança devem ser reforçado para este tipo de sistemas, acidentes e erros inesperados devem ser evitados, para tal, são necessários sensores de menor dimensão mas com maior eficiência. (Rajkumar, Lee, Sha, Stankovic, 2020)

Espera-se um grande impacto na sociedade e na economia, estes sistemas irão revolucionar o mercado de trabalho e a forma como produzimos. Não é um objetivo utilizar estes sistemas

como forma de excluir o ser humano do processo de produção, mas sim de utilizar as máquinas, a internet e o Big data como uma forma de facilitar processos. (Bee, Bagheri and Jin, 2016)

Os sistemas ciber-físicos representam novas oportunidades mas também, novos desafios tecnológicos. A evolução e o desenvolvimento necessitará que cientistas e profissionais da computação se unam a engenheiros das mais variadas áreas, tais como: engenharia civil, engenharia mecânica e biologia. (Rajkumar, Lee, Sha, Stankovic, 2020)

Em consequência, as universidades irão adequar os cursos de engenharia e ciência para estes novos sistemas.

2.2.1 Arquitetura 5C

Apesar de os sistemas ciber-físicos serem uma tecnologia bastante recente, a integração da computação, sistemas de comunicação e de sistemas físicos já estão presentes na indústria há mais de 50 anos. Desde a fase inicial de desenvolvimento dos sistemas ciber-físicos que é necessária o seguimento e implementação de uma estrutura ou diretrizes pré definidas. Isto acontece para que exista uma estrutura universal que facilite as comunicações entre as máquinas e captura de informação. (Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H, 2014)

A proposta da arquitetura 5C funciona como um guia para programadores e engenheiros desenvolverem aplicações de sistemas ciber-físicos na indústria. Os sistemas ciber-físicos têm dois principais componentes funcionais, são estes: a conexão a tempo real entre máquinas e a análise inteligente de informação. (Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H, 2014)

Esta estrutura consiste em 5 níveis, sendo estes:

Nível I - Conexão inteligente

A informação pode ser recolhida por sensores ou obtidos de controladores ou sistemas de indústria.

Nível II - Conversão *Data-to-information*

Informação deve ser retiradas dos dados.

Nível III - Nível cyber

A informação está a ser captada e transmitida para outros aparelhos em rede.

Nível IV - Cognição

Conhecimento completo da informação analisada.

Nível V - Configuração

É o nível de feedback do espaço virtual para o espaço físico. É devido a este nível que as máquinas são auto configuráveis e auto adaptáveis. (Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H, 2014),

A introdução dos microprocessadores aconteceu nos anos 60, na indústria foram utilizados para as máquinas de controlo numérico de computador, máquinas que funcionam à base de eixos lineares e principais. A introdução de sensores e de tecnologias de controlo permitiram que os processos destas máquinas fossem automatizadas, reduzindo o trabalho laboral e simultaneamente aumentando a produção. (Dawn, 2019)

Apesar de os PLC e os CNC serem considerados máquinas ciber-físicas, têm a falha da interconectividade, algo que é bastante importante na evolução tecnológica da indústria. As máquinas de *high performance* que comunicam entre si revolucionaram a indústria atual, responsáveis pelo início da Indústria 4.0 na Alemanha, mas logo se espalharam pela Europa. A indústria 4.0 construiu os 9 pilares da tecnologia avançada, sendo alguns destes: a robótica, a simulação, Big Data e o armazenamento em nuvem. Estas tecnologias são benéficas para a indústria porque quando conectadas com máquinas conseguem aumentar a produção. (Dawn, 2019)

A Connected Interprise é construída a partir da Internet das Coisas (IoT) e tem evoluído bastante o aumento da produção em um espaço de tempo mais reduzido e com uma qualidade de produto melhorada. A internet das coisas possibilita uma conexão de dispositivos, estima-se que esta tecnologia afetará o dia-a-dia de diversas formas, como por exemplo, em casas, cidades e fábricas inteligentes. Trata-se de um mercado em crescimento e a indústria é uma importante vertente para estas tecnologias. Industrial Internet of things, que faz parte dos sistemas ciber-físicos e da Indústria 4.0, conta com áreas como o design, ergonomia, engenharia, simulação, ciência, etc. para que seja possível o seu bom funcionamento em prol dos bons resultados. (Dawn, 2019)

A eficiência do equipamento é medido pelo OEE, é possível saber o tempo e a quantidade de produção de uma máquina, e desta forma é medida a eficácia da produção. No entanto a crescente complexidade das máquinas e tecnologias representam um desafio para a avaliação e monitorização dos sistemas de produção. (Dawn, 2019)

2.2.2 Evolução do mercado de trabalho

O mercado global de tecnologia está a crescer e prevê-se que brevemente o aumento de profissionais em áreas de engenharia relacionadas com os sistemas ciber-físicos. Segundo uma investigação da ARTEMIS e ITEA2 (Törngren et al., 2017) os sistemas ciber-físicos são

responsáveis pela produção de grande parte dos produtos vendidos nos dias atuais. Prevê-se uma necessidade crescente de profissionais ou pessoas entendidas nas áreas dos sistemas ciber-físicos, dada a dependência social sobre estas tecnologias. (Birk and Grimheden, 2016).

Uma das consequências da evolução tecnológica é a necessidade de novas profissões, por exemplo: especialista em cibersegurança, especialista em machine learning, arquiteto de IoT, etc. Por consequência, é de grande importância que as escolas e as universidades se preparem para formar e educar bons profissionais para estas áreas. (Keser and Semerci, 2019).

2.2.3 Indústria 4.0

A indústria 4.0 ou a Quarta Revolução Industrial, vem revolucionar a forma como as fábricas e as empresas produzem. Baseia-se em tecnologias que comunicam por sensores entre o mundo físico e virtual.

Algumas tecnologias que cresceram imenso com a Indústria 4.0 serão:

• IoT • Big data • Cloud computing • Sensores Inteligentes • Robots • Inteligência Artificial • Impressão 3D • Realidade Aumentada (AR) • Realidade Mista (MR) • Realidade Virtual (VR) • Sistemas Ciber-físicos • Digital twins • Quantum computing • Radio frequency identification technologies • Espaços e Cidades Inteligentes. (Keser and Semerci, 2019)

Primeira Revolução Industrial

A Primeira Revolução Industrial surge na Inglaterra entre 1760 e 1820 ou 1840, refere-se a uma época onde é feita a transição para novos processos de indústria. Métodos de produção artesanais são agora substituídos por máquinas, isto revelou um aumento significativo na produção de ferro e um crescente uso do vapor como fonte de energia. O comércio internacional foi bastante importante para esta época. (History.com, 2009)

Segunda Revolução Industrial

Teve início entre 1850 e 1870, e durou até à Segunda Guerra Mundial. A Segunda Revolução Industrial foi uma época em que se começou a utilizar algumas fontes de energia de uma nova forma, como foi o caso do petróleo e da água. Nesta altura surgiram diversas descobertas que vieram gerar mais conforto para o dia-a-dia. Surgiu também a produção em série e as linhas de montagem. Henry Ford é um dos exemplos mais conhecidos que marcaram esta época, tendo em conta que a sua indústria automobilística foi das primeira a utilizar as

linhas de montagem (Fordismo). A montagem em linha e a automatização da indústria, bastante utilizada por Henry Ford, levou a um aumento da produção e à redução dos custos.

Algumas invenções desta época são: Navios de aço movidos a vapor, o desenvolvimento do avião, energia elétrica e a lâmpada incandescente. (History.com, 2009)

Terceira Revolução Industrial

No Pós-Segunda Guerra Mundial acontece a Revolução Técnico-científica, ou como é mais abordada nesta dissertação a Terceira Revolução Industrial. Pode ser definida como o momento de maior avanço tecnológico. Houve uma massificação de produtos, principalmente tecnológicos. (History.com, 2009)

Principais evoluções:

Uso de tecnologia e da informática na produção industrial;

Desenvolvimento da robótica;

Aceleração do capitalismo;

Energias menos poluentes;

A Indústria 4.0 é a que se vivencia nos dias atuais, surge devido ao crescimento tecnológico, tendo como base a automatização dos sistemas ciber-físicos e a internet das coisas (IoT). Os sistemas de produção poderão beneficiar bastante com as tecnologias presentes da indústria 4.0, no entanto haverá uma reorganização hierárquica dos sistemas automatizados de modo a que a produção aconteça de uma forma mais flexível e personalizada. (History.com, 2009)

A indústria 4.0 surgiu na Alemanha, sendo que este país contém a indústria mais eficiente e competitiva do mundo, foi uma forma do governo alemão manter o país como uma das principais potências no setor automóvel.

As tecnologias de maior foco desta evolução tecnológica são:

- Internet das coisas;
- Virtualização do mundo real;
- Fábricas inteligentes;

As possibilidades que surgem da Indústria 4.0 são imensas, ainda não se consegue prever toda a evolução que poderá surgir no futuro. Os custos de produção serão mais baixos devido à produção just-in-time. Quando se trata de custos reduzidos, a Indústria 4.0 é uma solução promissora. Estima-se que a Indústria 4.0 reduzirá os custos de produção até 30%, os custos de logística até 10% e na gestão de qualidade até 20%. (Rojko, 2017)

Existem ainda inúmeras vantagens destas tecnologias, tais como:
Time-to-market reduzido, produtos mais adequados aos utilizadores, custos reduzidos e melhor empregabilidade de recursos e energia. (Rojko. 2017)

2.2.3.1 Smart factory

Uma das mais recentes evoluções tecnológicas são os sistemas reconfiguráveis, estes permitem que seja possível adaptar os componentes de hardware e software de acordo com os requisitos de mercado. Isto significa que as máquinas não se desvalorizam com o tempo e a qualidade de produção será garantida.
As máquinas provenientes da Indústria 4.0 são sistemas ciber físicos, têm a capacidade de tomar decisões com base em algoritmos aprendidos e na captura de informação em tempo real. Para além de serem capazes de detetar informação de localização e condições em que o produto está envolvido, estes equipamentos detectam e controlam o percurso do produto e otimizam o processo de produção. Na indústria 4.0 existem máquinas que comunicam entre si (machine-to-machine), assim como existem tecnologias que necessitam da interação humana (human-to-machine). As tecnologias machine-to-machine comunicam-se via wireless e entram na categoria de IoT. (Rojko. 2017) (Wang, Wan, Li and Zhang, 2016)

Na Indústria 4.0 os elementos de produção têm a sua versão virtual, onde são guardados dados importantes sobre cada produto, como uma identidade virtual.
Para que seja possível a evolução da Indústria 4.0 é necessário um tempo de adaptação para as empresas, existem uma série de parâmetros que devem ser levados em conta durante o processo de transição. São estes: estabilidade de produção, a transição deverá ter a possibilidade de ser feita de forma gradual e a segurança cibernética é essencial. (Rojko. 2017)

2.3 Educação 4.0

Por volta dos anos 60 iniciou-se a Educação 1.0, nesta época a única forma de transmitir a

informação a ser ensinada era através do professor, enquanto os alunos eram seres passivos no processo de aprendizagem, uma vez que apenas consumiam a informação.

Com o início da web 2.0, surgiu a Educação 2.0 com o aparecimento das plataformas online direcionadas para o ensino. Nesta época os alunos tornam-se um pouco mais ativos no processo de aprendizagem.

A Educação 3.0 surgiu em 2010 devido ao aparecimento de aplicações educativas e de ambientes virtuais direcionadas para o ensino.

Com o início da Indústria 4.0, surgiu também a Educação 4.0, é a época atual, a transformação digital e a inovação começam a influenciar bastante a educação e a forma como se transmite conhecimentos. (Mourtzis, Vlachou, Dimitrakopoul and Zogopoulos, 2018)

Atualmente, estamos em direção a um nível bastante alto de interligação entre o mundo físico e o virtual. Espera-se que as tecnologias da Indústria 4.0 permitam interação com pessoas e máquinas, com o objetivo de servir a necessidade social, fornecendo diversos benefícios para a economia global. Apesar da Indústria 4.0 ter como base a evolução tecnológica, é orientada para o ser humano e para as suas necessidades. (Keser and Semerci, 2019) (Mourtzis, Vlachou, Dimitrakopoul and Zogopoulos, 2018)

2.3.1 Big data

Quando os dados são demasiado grandes e complexos para serem enviados ou processado por métodos tradicionais, o *Big Data* pode ser a solução, esta tecnologia é uma inovação da era da Educação 4.0. Este conceito surgiu no ano 2000, e pode ser definida com base nos 5V: Volume, Velocidade, Variedade, Precisão e Valor. (Demchenko, de Laat and Membrey, 2018)

- O Volume refere-se à enorme quantidade de informação que diversas organizações coletam de uma série de fontes. Todas estas informações podem ser facilmente armazenadas em plataformas próprias.
- A Velocidade trata-se da rapidez com a qual a informação é gerada. Os sensores e medidores aumentam a necessidade de lidar com a informação a tempo quase real.
- Variedade de dados estruturados, não estruturados ou semiestruturados.
- (Veracity) Precisão da informação armazenada.
- Valor refere-se ao valor comercial da informação armazenada.

O *Big Data* trouxe novos desafios em diversas áreas, na educação permite analisar os dados de cada aluno. (Keser and Semerci, 2019) (Demchenko, de Laat and Membrey, 2018)

A educação 4.0 baseia-se em personalizar a forma de ensinar, com a recolha dos dados de cada aluno é possível otimizar a forma como se ensina. A análise de aprendizagem consiste em recolher, analisar e relatar informações sobre os alunos a fim de melhorar o ambiente educativo.

Espera-se que a combinação de uma série de tecnologias permita que os programas de computador prevejam e guardem as respostas dos alunos para que os professores conheçam melhor as suas turmas e que consigam dar aulas com métodos de ensino totalmente personalizáveis. Na educação, o Mlearning e o MOOC são das áreas com maior potencial dentro do *Big Data*. Uma quantidade crescente de dados será decisiva para a análise do comportamento do aluno em ambientes educativos e assim adequar a forma de ensino ao perfil do aluno. (Keser and Semerci, 2019)

2.3.2 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada é uma tecnologia que une o espaço real com o virtual, e já é bastante utilizado em diversas áreas, tais como: medicina, marketing, arquitetura, patrimônio cultural e visitas a museus..etc. É uma tecnologia que utiliza objetos ou informação criada em computador e posteriormente sobrepõe, através de um ecrã, esses elementos no mundo físico.

Na educação esta tecnologia permite aos alunos vivenciar experiências educativas bastante mais enriquecedora, pois permite aos alunos desempenharem um papel mais ativo na aprendizagem. (Keser and Semerci, 2019)

A Realidade Aumentada é considerada uma das melhores ferramenta educativas no contexto da Educação 4.0, permite a aprendizagem individualizada e a visualização de informações de sistemas micro e macroscópicos. Isto é um desenvolvimento único para mostrar informações que não poderiam ser demonstradas de outra forma em ambientes educativos. (Manuri & Sanna, 2016).

Permite também simular acontecimentos ou informações de forma interativa com uma baixa diferença entre o mundo real e o virtual devido à visualização 3D. Os livros inteligentes são um ótimo exemplo desta tecnologia e nos dias atuais qualquer dispositivo móvel possui o hardware e software necessários para a visualização da Realidade Aumentada. (Adhani & Rambli, 2012)

2.3.3 Impressoras 3D

As impressoras 3D são utilizadas há mais de 25 anos por diversos setores industriais, como aviação, medicina, construção, arquitetura, entre outros. No entanto esta tecnologia tem conquistado espaço no setor da educação, tornando-se uma tecnologia revolucionária nesta área. (3D Printing Systems, 2019; CB Insights, 2019).

As impressoras 3D permitem o desenvolvimento da imaginação dos alunos, por esse motivo são utilizadas para ensinar diversas disciplinas e conteúdos. Acredita-se que no futuro

esta tecnologia seja um material presente nas salas de aulas e que facilite a forma como os professores ensinam, assim como o processo de aprendizagem para alunos. As impressoras 3D permitem que os alunos criem os seus próprios objetos como materiais de ensino e desta forma promove a criatividade. Este método facilita o processo de aprendizagem, uma vez que os alunos aprendem enquanto constroem e também ficam mais motivados para adquirir os conhecimentos pretendidos.(Keser and Semerci, 2019)

2.3.4 Plataformas Digitais Educativas

No início dos anos 2000, o desenvolvimento da Web 2.0 trouxe mudanças fundamentais no acesso, partilha e arquivo de informação. A Educação foi se moldando às novas tecnologias e surgiram alterações nas metodologias de ensino, a educação tradicional encontra-se a ser substituída por métodos mais inovadores, tais como o e-learning, educação mobile, micro-aprendizagem, entre outros. Atualmente a educação-mista é a mais utilizada, este termo refere-se a uma combinação da educação tradicional com alguns elementos tecnológicos e multimédia, como por exemplo vídeos e jogos online educativos. Na educação-mista os alunos deixam de ser apenas consumidores de informação para terem um papel mais ativo no seu processo de aprendizagem. (Keser and Semerci, 2019)(Eskicioglu and Kopec, 2003)

Ambientes educativos virtuais, tais como internet, plataformas online educativas, aplicações e jogos educativos mostram ter um impacto positivo para alunos e professores. Estas tecnologias mostram-se bastante importantes para os jovens alunos, uma vez que fazem parte de uma geração que vive rodeada por tecnologia. (Keser and Semerci, 2019)

Idealmente os alunos não se limitariam a decorar a matéria ensinada, mas aprenderiam a aplicar os conhecimentos no mundo real para que no futuro sejam capazes de resolver problemas profissionais. Neste contexto as plataformas digitais oferecem aos alunos um método de ensino onde a interatividade é um dos fatores chave, tendo ainda a possibilidade de acederem aos conteúdos a qualquer momento. Na educação tradicional os alunos eram exageradamente educados através de informação verbal e posteriormente praticavam exercícios, isto segundo BROUGHTON et al. criou várias gerações com baixa capacidade comunicativa. A educação tradicional não desenvolve a capacidade para resolução de problemas do mundo real, a educação não deve ser um teste à memória do aluno mas sim, focar-se em desenvolver habilidades. (Topˆırceanu, 2017) (Eskicioglu and Kopec, 2003)

Os alunos devem conseguir estabelecer uma relação entre a informação teórica e as suas práticas no mundo real, este é mais um fator que aumentará a motivação do aluno. Metodologias de ensino como *project-based learning, challenge-based learning* e *self-directed digital learning* são requisitos cruciais para a aprendizagem ativa para os futuros profissionais. (Keser and Semerci, 2019).

Existe outra tendência sobre a educação 4.0, chama-se *Bring-Your-Own-Device (BYOD)*, trata-se de incentivar os alunos a levar para as aulas o seu computador ou tablet. Este método é uma forma das instituições de ensino proporcionarem aos seus alunos aulas mais interativas e motivadoras, mesmo que não disponham de material tecnológico para todos os alunos. Incluir tecnologia como uma forma de transmitir conhecimento, torna a dinâmica de ensino mais motivadora e interessante para os jovens, para além disto, a tecnologia em sala de aula melhora a comunicação e cooperação entre alunos e professores. (Gunawardhana, 2020)

A utilização de material tecnológico em sala de aula torna possível obter feedback sobre o desempenho do aluno, tornando mais fácil para o professor conhecer cada aluno e a forma como aprendem. (Gunawardhana, 2020) (Eskicioglu and Kopec, 2003)

2.4 Gamificação na Educação

A nova geração de alunos tem sido bastante influenciada pela era digital, é notável a presença de tecnologia no dia-a-dia desta geração. Os alunos utilizam sistemas tecnológicos quase o tempo todo, há um hábito de obter informação rápida e de desempenhar várias funções simultaneamente. É bastante comum o uso de telemóveis para a utilização de jogos como forma de entretenimento. (Anastasiadis, Lampropoulos and Siakas, 2018)

Os jogos na educação não são propriamente uma novidade, estes já vêm a ser utilizados tradicionalmente como um método formal e/ou informal para fins educativos. É comprovado que os alunos mantêm maior atenção em *computer-based learning* do que pelos métodos mais tradicionais. (Anastasiadis, Lampropoulos and Siakas, 2018)

Além disso, os jogos permitem que os professores atraiam a atenção e o interesse dos alunos ao envolvê-los em experiências educativas com o objetivo de alcançar metas e resultados de aprendizagem. (Eskicioglu and Kopec, 2003)

Os jogos para fins educativos desenvolvem um processo de aprendizagem mais centrada no aluno, mais cativante e eficaz, isto porque são considerados uma atividade imersiva e agradável no qual o jogador deve alcançar um objetivo seguindo regras pré-definidas no início da experiência. (Graf, Peykova and Thanh, 2015)

A gamificação tem grande impacto psicológico na área da cognição, da emoção e social. Os alunos conseguem desenvolver as suas capacidades cognitivas através da gamificação, porque os jogos orientam os jogadores no desenvolvimento de certas habilidades e mantém os alunos entretidos e receptivos a desafios educativos. (Graf, Peykova and Thanh, 2015)

Os jogos transmitem uma série de emoções positivas, por isso mesmo a gamificação utiliza o lado emocional como um benefício para cativar a atenção e o interesse do jogador. Contudo, é

importante que o jogador tenha a possibilidade de perder e voltar a tentar para que desta forma consiga aprender as regras do jogo e até o conteúdo a ser transmitido. (Graf, Peykova and Thanh, 2015)

A gamificação está a ser um recurso utilizado para a criação de espaços de trabalho mais interessantes mas para tal, existem uma série de heurísticas e padrões de design que devem ser seguidos. (Topˆırceanu, 2017) Não é ao acaso que estas ferramentas têm vindo a crescer, 80% dos estudantes afirmam que seriam mais produtivos para aprender novos conteúdos caso estes fossem apresentados em forma de jogo. (Topˆırceanu, 2017)

Segundo a psicologia existe um espectro de motivação nos alunos, que vai desde amotivação até à motivação intrínseca. Sendo esta ligada ao facto do aluno se divertir enquanto aprende, poderá ser provocado com o fator de recompensa. A motivação intrínseca também poderá ocorrer de acordo com os interesses do aluno, ainda assim várias atividades podem melhorar a motivação para determinado conteúdo. (Topˆırceanu, 2017)

2.4.1 Jogos Sérios

É visível o crescimento dos jogos digitais como atividade de entretenimento e por consequência, crianças, jovens e adultos gastam também mais tempo a jogar. O principal motivo da popularidade dos jogos é o entretenimento, no entanto existem jogos com finalidades educativas. Os jogos são envolventes, interativos e captam a atenção do jogador, estas características são bastante importantes quando objetivo é ensinar algum conceito ou matéria nova, promovendo resultados positivos. (Anastasiadis et al., 2018)

Os jogos digitais educativos referem-se a ferramentas computacionais que instrucionam os alunos com base em informações e experiências adquiridas. Segundo Rossiou e Papadakis (2007) os jogos educativos são experiências sociais com regras predefinidas e têm vários níveis de dificuldade com o objetivo de os alunos superarem desafios para adquirirem novas habilidades ou conhecimentos. (Anastasiadis et al., 2018)

DeKanter (2005) realizou um estudo cujo resultado obtido foi que os jogos educativos são ambientes de aprendizagem no qual os elementos dependem uns dos outros para obter o objetivo final - aprendizagem produtiva.

Segundo Protopsaltis et al. (2011) os jogos sérios são constituídos por elementos divertidos e cativantes. Consistem em jogos com um propósito maior do que apenas o de entreter, geralmente pretendem transmitir algum tipo de informação e conhecimento ao jogador, estes tipos de jogos encontram-se em crescimento na indústria da gamificação e da educação. (Laamarti et al., 2014)

Alguns estudiosos acreditam que qualquer simulação poderá ser considerada um jogo sério, outros defendem que deve ter algum elemento de entretenimento, contudo a definição mais comum poderá ser que se tratam de jogos sem qualquer objetivo de entretenimento, neste caso o objetivo é unicamente de ensinar. (Laamarti et al., 2014)

Segundo Ronimus et al. (2014), o interesse e a curiosidade dos alunos é ativada quando estes estão perante um jogo ou alguma atividade gamificada.

Hsiao et al. defende que a criatividade pode ser trabalhada e encorajada por desafios e atividades educativas, e ainda que a utilização de jogos como recurso educativo promove o interesse do aluno para participar mais ativamente na atividade apresentada.

Os fatores de maior relevância para que um jogo educativo seja bem sucedido, são: os desafios, role-playing, objetivos, competição, interação, adaptabilidade e o feedback. A motivação é o fator chave para um processo educativo bem sucedido, pois é o que desperta a curiosidade dos alunos para os conteúdo ensinados. (Stott & Neustaedter, n.d.)

2.4.1.1 Game-Based Learning

Os jogos são frequentemente aproveitados para vários contextos, especialmente para a educação. A gamificação consiste na utilização de elementos de design de jogos em contextos e realidades de não jogo. (Anastasiadis et al., 2018)

A teoria de design dos jogos defende que um jogo completo deve conter 4 características essenciais, sendo essas - estética, história, mecânica e tecnologia.

Existem regras e técnicas conhecidas como mecânica do jogo, tratam-se de elementos para gamificar uma aplicação - pontos, níveis, desafios, troféus, conquistas e tabelas de classificação. Os níveis são as recompensas para os jogadores que acumulam pontos, desta forma poderão aumentar o seu progresso no jogo. (Graf, Peykova and Thanh, 2015)

As tabelas de classificação são mecanismos para criar recordes pessoais ou gerar a competitividade entre os jogadores. Os alunos poderão experimentar o fator de recompensa enquanto jogam e atingem os níveis pretendidos. A gamificação não se trata apenas dos jogos em si, mas também da experiência emocional e do fator recompensa. A gamificação foca-se no processo de aprendizagem e não na avaliação final e ainda permite um feedback rápido, o que ajuda ao professor e ao aluno detectarem o que precisam de melhorar para obter melhores resultados. O feedback é um elemento essencial para a educação. (Graf, Peykova and Thanh, 2015)

É devido aos mecanismos de "Game-based learning " que os alunos têm a possibilidade de aprender conteúdos novos de forma dinâmica. Digital game-based learning consiste no método de ensino focada no aluno, que combina jogos digitais e material educativo. Desta forma os alunos podem melhorar os seus conhecimentos e habilidades dentro de um ambiente digital controlado e seguro. Este ambiente deve seguir alguns parâmetros para que de facto funcionem na prática, tal como atribuir pontuação, fornecendo sempre feedback do que está a decorrer e ter um sistema de níveis no qual a dificuldade vai aumentando. Esta forma de ensino corresponde à vida tecnológica que se vive, e mostra-se em um caminho positivo para a evolução da educação. (Anastasiadis et al., 2018)

2.5 Projetos Semelhantes

2.5.1 LEARNITRON:

Learnitron trata-se de um museu virtual chamado MIDA, que utiliza elementos multimédia como vídeo, texto e imagens para transmitir conceitos básicos sobre engenharia.

Este projeto tem como objetivo fornecer uma forma mais simplificada de transmitir conceitos de engenharia, uma vez que esta temática aborda conceitos bastante complexos e por vezes pode ser complicado assimilar algumas ideias.

MIDA é o projeto principal, ou seja um museu virtual que foi pensado para a educação, e para transmitir informações através de uma experiência virtual e tecnológica. O Learnitron é um subprojeto do MIDA, consiste em utilizar inteligência artificial para determinar perfis de aprendizagem de cada aluno.

A ideia é transmitir conceitos de engenharia através de ferramentas multimédia e ainda determinar um perfil de aprendizagem de cada utilizador, de forma a que se consiga perceber como é que se pode tirar o maior proveito de ferramentas deste género.

Inicialmente os utilizadores entram num ecrã de boas-vindas para iniciar a experiência, seguidamente são apresentados com uma séries de vídeos, textos e imagens. Estes elementos multimédia têm o objetivo de ensinar conceitos de engenharia. Seguidamente os utilizadores têm de resolver alguns desafios relativos aos conteúdos demonstrados nos vídeos, textos e imagens que viram inicialmente. (Gelvez, Borromeo, Maguet and Dima, 2015)

Este projeto apresenta informações desde a engenharia mais antiga até a tecnologias mais recentes. Os objetivos desta experiência são:

- Perceber comportamentos de aprendizagem;
- Ensinar princípios de engenharia, física, matemática, etc;
- Promover um processo eficaz de aprendizagem através da multimédia;
- Incentivar jovens a estudarem áreas de engenharia;

Este tipo de projeto demonstra uma procura em motivar os jovens para as áreas tecnológicas e tenta fazê-lo de forma dinámica, interactiva e divertida.

2.5.2 CPSBOT e Lego Minstorms:

CPSBOT Trata-se de um kit de robótica de baixo custo, com peças de impressão 3D, totalmente direcionado para a educação.

Este kit de robótica foi produzido para que alunos do ensino secundário e superior tivessem a liberdade de explorar o mundo dos sistemas ciber-físicos. Usa como base o Arduino e é constituído por peças que são facilmente montadas e desmontadas, fornecendo ao utilizador a possibilidade de construir e reconstruir diversos robots. Relativamente às peças imprimíveis em 3D, devem ser impressas em ambiente de sala de aula. Este kit permite que o aluno aprenda os conceitos de robótica e engenharia por fases, isto é, inicialmente aprendem sobre cada elemento do kit como por exemplo sensores e as suas funções, e posteriormente aprendem sobre conexões e ligações sem fio.

O objetivo deste kit é que os alunos aprendam conceitos de tecnologia e engenharia de forma prática. Alunos que aprendem alguma matéria de forma prática entendem melhor os seus conceitos, assim como desenvolvem pensamento crítico e melhoram a forma como tomam decisões. (Wong and Cheng, 2016)

Utilizar kits de robótica para o ensino não é uma novidade, um exemplo disso é o projeto Lego Mindstorms - trata-se de um kit direcionado a alunos do secundário. Tornou-se popular devido à facilidade e versatilidade da sua utilização. Este kit inclui peças de plástico para a construção de variados robots. Contrariamente ao kit CPSBOT o Lego Mindstorms não permite que os utilizadores aprendam sobre as conexões e funcionalidades de sensores e peças de engenharia individuais. No entanto o kit Lego Mindstorms apresenta outras vantagens tais como: (Filippov and Fradkov, 2009)

- Lego é uma marca bastante conhecida, o utilizador já imagina que seja um kit que permita ser construído e desconstruído de diversas forma;
- Permite utilização bluetooth, ou seja, é possível utilizar ligações sem fios;

- É de baixo custo e permite a construção de robots de vários feitios;

Ambos este kits têm o objetivo de facilitar o processo de aprendizagem de engenharia, mecânica e programação.

3 Desenvolvimento

3.1 Conceito inicial e necessidades de alteração

Inicialmente o objetivo era levar às escolas um jogo em formato de Escape Room Box. A ideia seria ter um jogo físico com o qual os alunos poderiam interagir enquanto aprendiam conceitos relacionados com a indústria.

Esta ideia surgiu após ter definido que seria desenvolvido uma apresentação informativa sobre as temáticas referidas anteriormente, com a finalidade de apresentar estes conceitos a jovens com idades entre os 15 e os 18 anos. Posteriormente foram pensadas soluções para desenvolver uma apresentação interessante tendo em conta o público-alvo e o ambiente onde o projeto seria demonstrado, que no caso seria uma sala de aula.

Pensou-se em realizar um vídeo com algumas animações com uma duração aproximada de 25 minutos, tendo em conta que seria demonstrado no decorrer de uma aula. Esta ideia foi descartada pela falta de interatividade e pelo risco de ser pouco cativante para adolescentes.

Seguiu-se então para a ideia de desenvolver um jogo, e rapidamente pensou-se em desenvolver um Escape Room Box. Os principais motivos pelos quais esta ideia foi a escolhida para ser trabalhada foi o facto de este tipo de jogo se ter tornado cada vez mais popular nos últimos anos e pela sua facilidade de transportar para uma sala de aula.

Iniciou-se uma pesquisa para se entender como desenvolver um jogo deste género e a partir daí definir os objetivos do jogo, isto é perceber quais os conceitos mais importantes a serem transmitidos aos alunos e como é que seriam apresentados e desenvolvidos. É importante realçar que o objetivo sempre foi transmitir alguns conceitos sobre as temáticas escolhidas e não apresentar ideias complexas, isto porque muito provavelmente esta seria a primeira abordagem que os adolescentes teriam com este tipo informação. Para saber melhor como apresentar a

informação, foi realizado um questionário inicial onde se pretendia entender o conhecimento que os jovens destas idades têm sobre a indústria e os sistemas ciber-físicos.
No questionário realizado para entender como o jogo deveria ser construído, os inquiridos foram bastante receptivos à ideia de um jogo Escape Room como uma forma de transmitir conceitos. Sendo que na questão "Gostarias que esses jogos fossem usados como forma de ensino?", 60,9% dos inquiridos respondeu que sim, gostariam de que os jogos Escape Room fossem utilizados para fins educativos.
No entanto, os inquiridos também referiram que preferem jogos de Escape Room em formato físico, mas neste caso isso não foi possível porque exigiria que o jogo fosse levado às escolas, e estas estavam fechadas devido ao Covid-19. As respostas do questionário também vieram comprovar que a maioria dos alunos não têm conhecimentos sobre os sistemas ciber-físicos.
Nesta altura já estavam parcialmente definidos que seriam realizados 3 níveis e os objetivos de cada um. O primeiro nível seria focado em introduzir o conceito de Sistemas Ciber-físicos e qual a utilidade dos mesmos. O segundo nível teria como objetivo abordar a evolução industrial até à Indústria 4.0 e apresentar algumas áreas envolvidas - Impressoras 3D, Realidade Aumentada, etc. Finalmente o terceiro nível seria para abordar várias questões, tais como profissões que poderão surgir futuramente, reforçar conceitos já abordados nos níveis anteriores e ainda abordar o projeto ShapiNG I.

3.2 Escape Room Box

Como anteriormente mencionado, inicialmente este projeto seria desenvolvido para ser um Escape Room em formato box. A intenção seria levar o jogo às escolas e que os alunos durante uma aula poderiam, em pequenos grupos, desvendar todos os desafios do jogo. Para este Escape Room também foi pensado em desenvolver 3 níveis. O jogo físico também se iniciaria com um vídeo explicativo, no entanto a ideia aqui seria cortar partes do vídeo e o primeiro nível seria para que os alunos, por meio de puzzles de palavras, descobrissem o conteúdo das partes cortadas.
O segundo nível consistiria num puzzle cheio de informação sobre a temática, onde o objetivo seria que quando o puzzle estivesse concluído, seria formado um código QR. Este código daria

informação adicional sobre os sistemas ciber-físicos, assim como o acesso ao terceiro nível. Este terceiro nível teria presente um braço robótico que ao interagir com os alunos iria desvendar um quebra-cabeças. O foco principal deste terceiro nível seria mostrar aos alunos uma tecnologia relativa aos sistemas ciber-físicos.

3.2.1 Descrição de cada nível relativo ao jogo físico

Nível I

O primeiro nível do jogo é focado nos conceitos básicos dos sistemas ciber-físicos.
Com este nível apenas é suposto que os alunos saibam o que são sistemas ciber-físicos, para tal foi desenvolvido um vídeo explicativo sobre esta temática e ainda alguns desafios que os alunos terão de desvendar. Para que os alunos terminem o nível, terão de preencher uma tabela que aparecerá no final da página. Essa tabela poderá ser preenchida se os alunos desvendarem os desafios e encontrarem as palavras corretas, e ainda as colocarem nas devidas posições.
Na primeira versão do jogo, onde se tencionava realizar um escape Room Box para levar às escolas, este nível teria a seguinte composição:

- Vídeo introdutório - O que são os sistemas ciber-físicos**;**
- Caixa com aloquete de código numérico;
- Informações pertinentes na caixa - Jogo das palavras, cartões com pistas para encontrar código que abre a caixa.

O primeiro nível iniciar-se-ia com um vídeo introdutório sobre a temática, esse vídeo conteria algumas frases incompletas que posteriormente os alunos deveriam completar.
Seria apresentado uma caixa fechada com um aloquete de código numérico, esta caixa seria forrada com algumas pistas sobre as frases a descobrir. Estas pistas seriam feitas através de códigos binários e alguns mini jogos, como por exemplo o jogo das palavras cruzadas.
Seguidamente, com as frases todas descobertas, os alunos deveriam descobrir o código para abrir a caixa. Esse código poderia ser acedido através da quantidade de caracteres das palavras descobertas.

Nível II

O nível II foi pensado para mostrar e ensinar a evolução da indústria 1.0 até à Indústria 4.0. A ideia é que os alunos entendam como é que esta evolução aconteceu e no quê que consiste cada uma destas épocas.
O segundo nível seria constituído por um puzzle sobre a evolução tecnológica, assim que o puzzle fosse concluído, forma-se-ia um código QR, o qual os alunos deveriam aceder. Dentro da caixa que os alunos teriam de abrir, haveria uma série de cartões. Esses cartões conteriam informação em gráfico sobre a evolução tecnológica até à Indústria 4.0, o objetivo seria ordenar esses cartões corretamente como se fosse um puzzle. Assim que tudo estivesse posicionado da forma correta, os alunos teriam acesso a um código QR que lhes daria informações extra.

Nível III

O objetivo principal deste nível seria realizar uma demonstração real do funcionamento de um braço robótico. Foi pensado em utilizar câmeras para que fosse possível reconhecer padrões ou movimentos. A ideia seria criar um nível em que os alunos conseguissem interagir com o braço robótico e através disso ter acesso a informações relacionadas ao tema. O cenário a ser desenvolvido teria o braço robótico a reagir a sensores, demonstrando de forma interactiva o funcionamento destas tecnologias. As instruções para essas interações seriam fornecidas através do código QR que os alunos já teriam acesso.

Esta ideia inicial teve de ser alterada devido à situação do Covid-19, uma vez que as escolas fecharam e seria bastante difícil testar o jogo em ambiente de sala de aula.
Contudo o jogo foi adaptado para um site, os níveis foram repensados e alterados de modo a serem utilizáveis e jogáveis através de um site.
No entanto, esta versão online do jogo também será levada às escolas, durante o ano lectivo 2020-2021. Uma vez que o objetivo principal do jogo, informar os alunos sobre os sistemas ciber-físicos é o mesmo, seria igualmente interessante testar em ambiente de sala de aula.
Este teste nas escolas seria realizado no início de setembro, quando os alunos voltassem às aulas. O jogo online seria apresentado a uma turma no decorrer de uma aula. Comparativamente à ideia inicial em que o jogo foi pensado para ser realizado em grupo, esta versão online será jogada individualmente. Cada aluno deverá então desvendar os desafios apresentados de forma individual. No final de cada nível será apresentado o tempo demorado, isto serve como um *score* que poderá ser comparado entre os diversos alunos que tentam terminar o jogo na mesma aula.

3.3 Resultados Questionário Inicial

Foi desenvolvido um questionário inicial que foi enviado a uma grupo de jovens - alunos do ensino secundário para tentar perceber quais os conhecimentos já adquiridos sobre as temáticas a serem abordadas. Este grupo de jovens que respondeu ao primeiro questionário não foi o mesmo que testou o jogo e respondeu ao questionário para avaliar o jogo. Este questionário foi desenvolvido com finalidade de perceber quais as melhores abordagens para a construção do jogo. Era importante perceber quais os conhecimentos que os alunos já tinham sobre os sistemas ciber-físicos para que houvesse uma melhor seleção dos conteúdos a abordar no jogo. Ou seja, evitava-se desta forma que os conteúdos escolhidos não fossem demasiado simples ou complexos tendo em conta o nível de conhecimento que os alunos já teriam.

Outra questão relevante para a investigação era perceber se os jovens consideram os jogos como uma forma interessante de aprenderem sobre assuntos tecnológicos. Isto é, se um método de ensino mais inovador como o caso dos jogos educativos, torna a experiência de aprendizagem mais interessante e motivante para o aluno. Não se trata apenas da forma como as informações são transmitidas mas também se estas influenciam o interesse do aluno pelas temáticas abordadas.

Abaixo serão apresentados os resultados do questionário e uma forma breve explicação sobre cada questão e dos resultados obtidos.

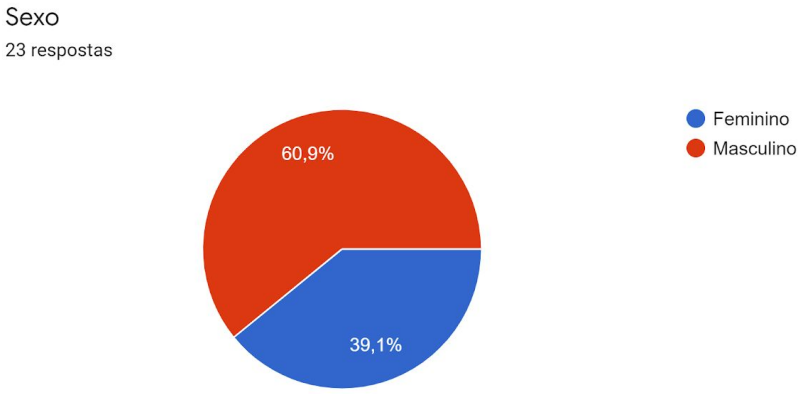


Gráfico 1 - Primeiro Questionário



Gráfico 2 - Idade

Foi questionada a idade dos jovens para perceber se o grupo se enquadra no público-alvo pretendido.

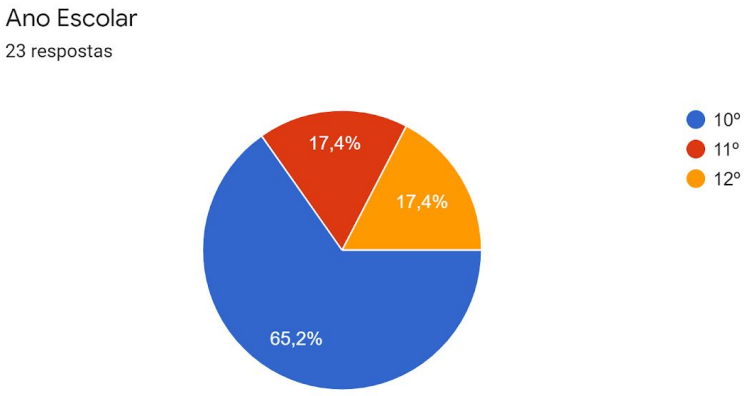


Gráfico 3 - Ano escolar

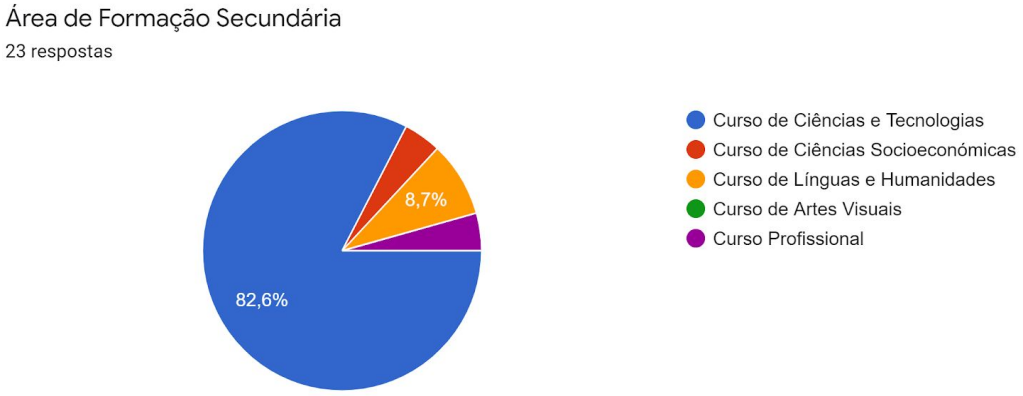


Gráfico 4 - Formação secundária

As questões da formação secundária e do motivo pelo qual levou o aluno a escolher essa área, foram necessárias para perceber se os alunos já têm algum gosto pelas áreas tecnológicas. Porque um aluno que tenha por vontade própria seguido por um ensino secundário relacionado com tecnologias, considera-se que de partida já existe um interesse pessoal por aquela área. Verificou-se que 82,6% dos inquiridos estão matriculados em curso de tecnologias.

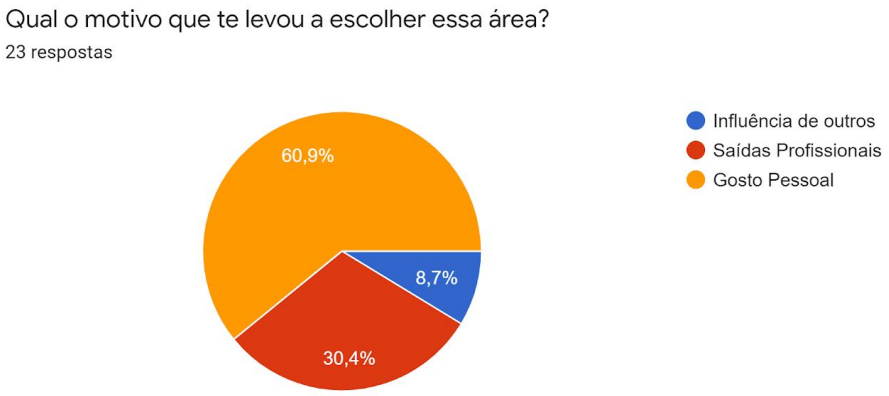


Gráfico 5 - Área de interesse

Esta questão seria pertinente para entender o principal motivo que leva os alunos a escolherem uma área no ensino secundário.

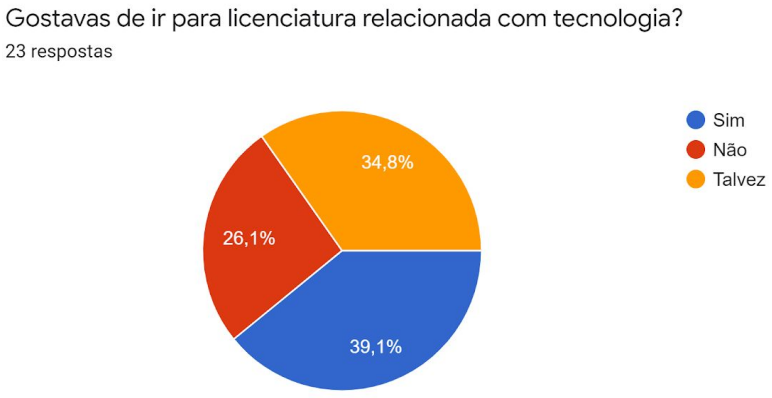


Gráfico 6 - Licenciatura

Aqui questiona-se se o aluno tenciona seguir um curso tecnológico no ensino superior. Esta questão surge um pouco no seguimento das perguntas anteriores, pretende igualmente perceber qual o interesse do aluno nestas temáticas. Apenas 39,1% dos alunos admite querer seguir para uma licenciatura relacionada com tecnologias.

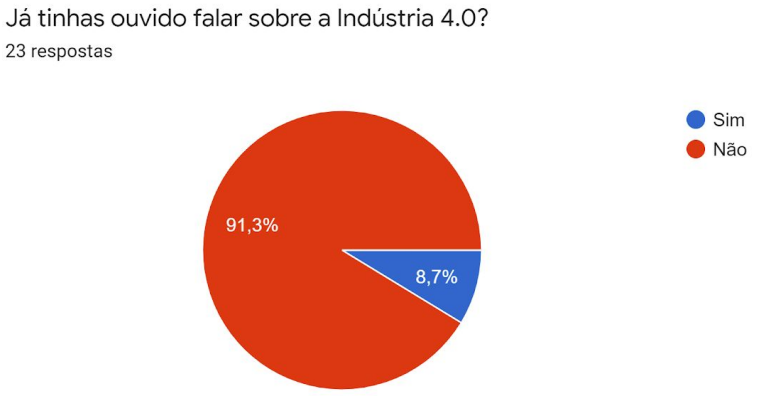


Gráfico 7 - Indústria 4.0

Para o desenvolvimento do jogo, era necessário perceber quais os conhecimentos que os jovens já tinham sobre os conteúdos a abordar. Porque, como se verificou, 91,3% dos jovens não têm conhecimentos prévios sobre a indústria 4.0 ou os sistemas ciber-físicos, então o jogo deveria conter conteúdos mais introdutórios a estas temáticas.

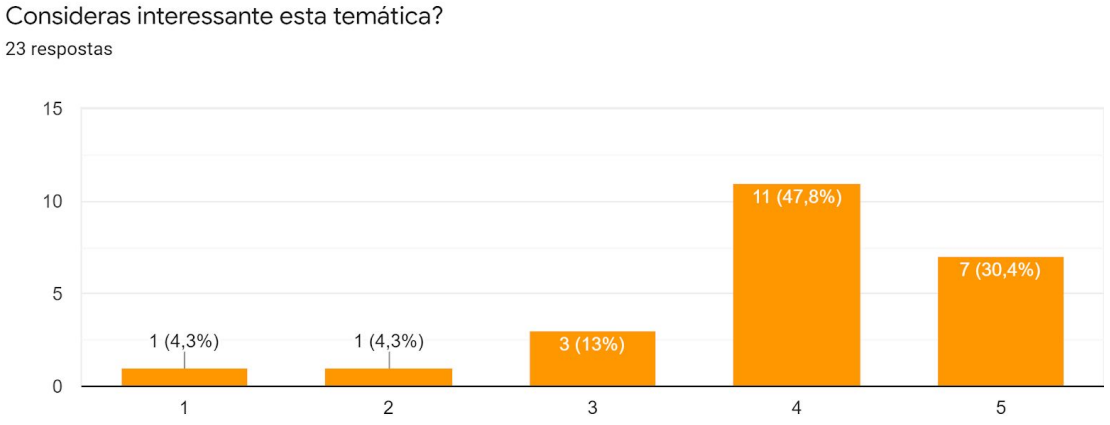


Gráfico 8 - Temática

Nesta questão os alunos afirmam já ter algum interesse pela temática abordada (sistemas ciber-físicos, produção industrial e indústria 4.0).

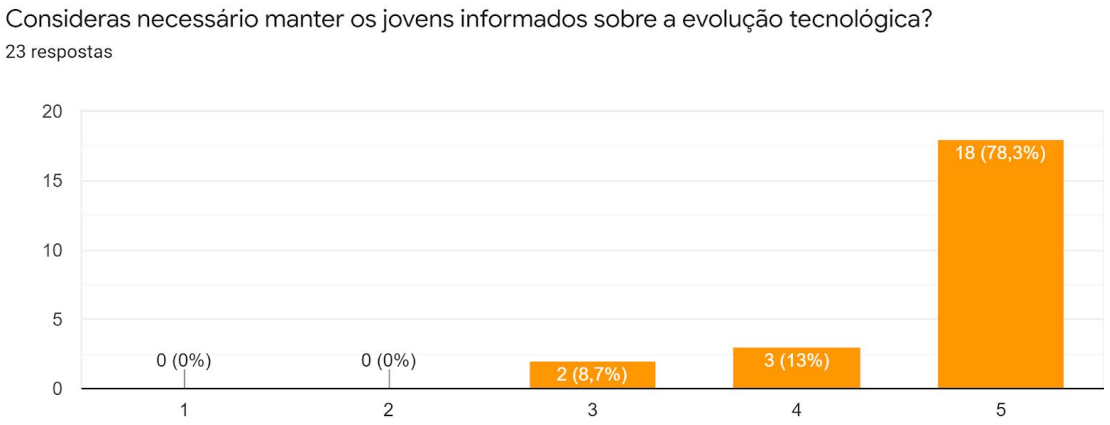


Gráfico 9 - Jovens informados sobre evolução tecnológica

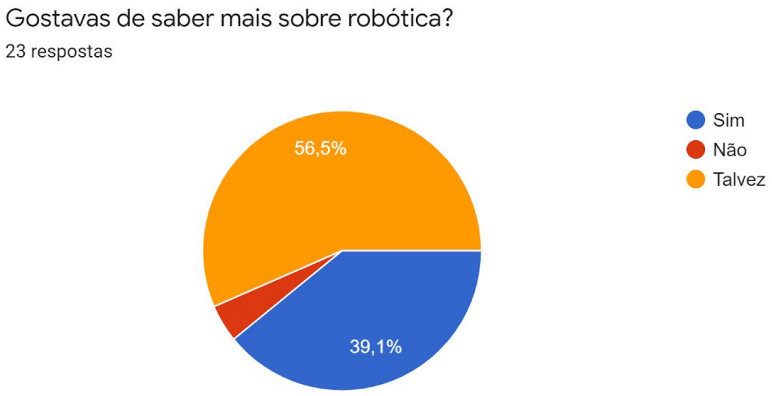


Gráfico 10 - Robótica

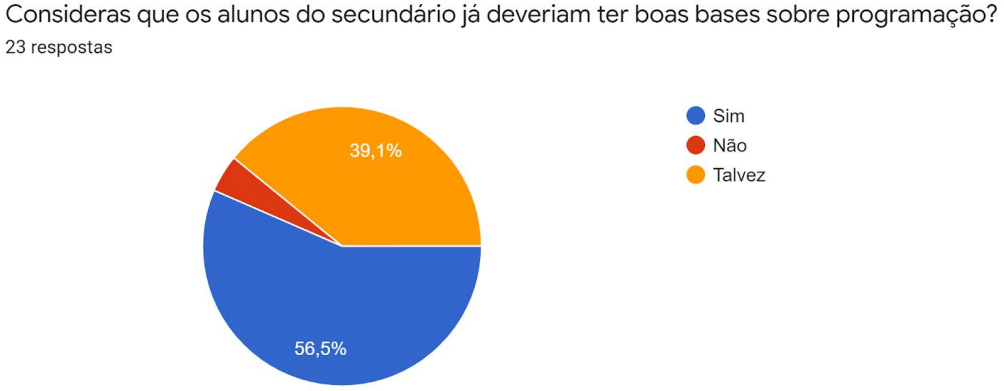


Gráfico 11 - Bases de programação

As respostas às questões anteriores demonstram o presente interesse que os jovens têm nas temáticas abordadas, mas também como consideram necessária a informação sobre as mesmas. Por exemplo, a questão sobre a aprendizagem de programação, 56,5% dos jovens consideram que a programação deveria ser algo mais presente no ensino secundário. Tudo isto foi relevante para construir o jogo, porque torna perceptível a disposição que os jovens têm para a aprendizagem para estes temas.

Jogos na Educação

Esta secção do questionário foi pensada para entender um pouco os hábitos dos jovens em relação aos jogos, principalmente a jogos educativos e de formato Escape Room.

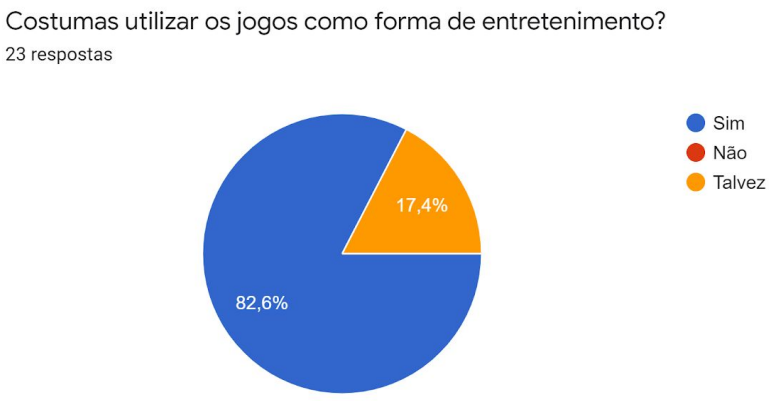


Gráfico 12 - Jogos para entretenimento



Gráfico 13 - Jogos como forma de aprendizagem

Nas questões anteriores os jovens demonstram que têm o hábito de utilizar jogos como forma de entretenimento, e que em algum momento já recorreram a estas ferramentas para aprender algum tipo de conteúdo. Ou seja, não se verifica uma resistência aos jogos educativos, o que é bastante positivo para este projeto.

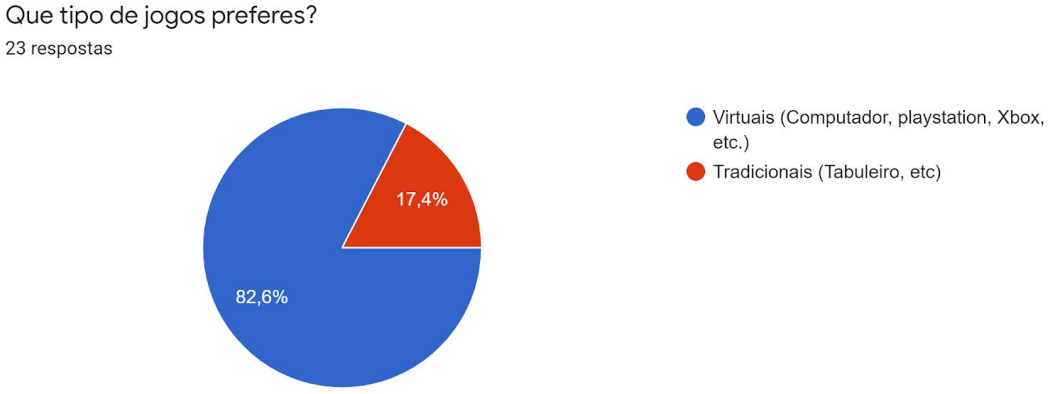


Gráfico 14 - Preferência em jogos

Verifica-se uma preferência para jogos do tipo virtual relativamente a jogos mais tradicionais. O que acabou por ser algo importante para a reformulação da ideia inicial do jogo. Segundo as respostas, até se demonstrou favorável ao projeto que jogo ganhasse formato virtual, dada à preferência verificada por 82,6% dos inquiridos.

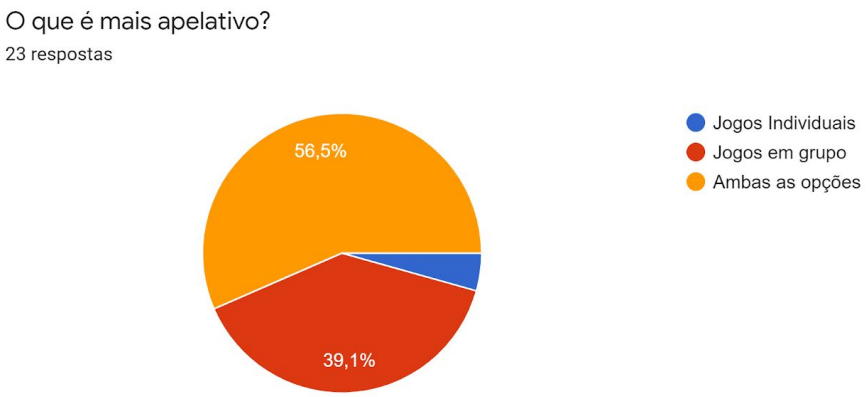


Gráfico 15 - Jogos individuais ou em grupo

Esta questão surgiu devido à ideia inicial do jogo, porque o jogo físico foi pensado para ser uma atividade em grupo. Geralmente os Escapes Rooms são jogos para grupos de amigos e não para serem resolvidos individualmente. Por este motivo, o Escape Room Box (formato físico) deveria seguir a mesma lógica, contudo era importante saber qual ou quais as preferências dos alunos. Foi verificado que 56,5% dos inquiridos não têm preferência entre jogos individuais ou em grupo.

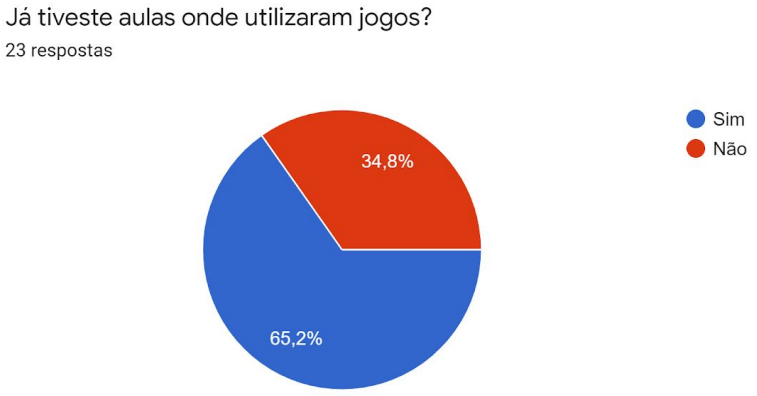


Gráfico 16 - Aulas com jogos

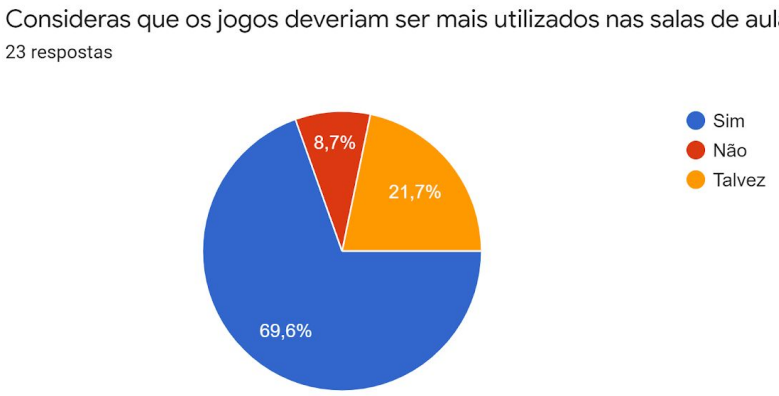


Gráfico 17 - Jogos deveriam ser utilizados em sala de aula

Nas questões acima estão diretamente relacionadas com jogos em ambiente de sala de aula, para entender se os jogos são considerados como uma opção interessante para transmitir conhecimentos e conceitos aos alunos.

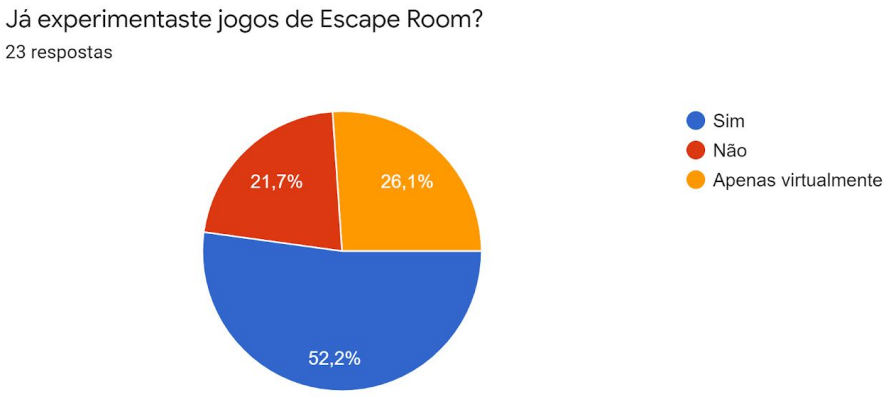


Gráfico 18 - Jogos Escape Room

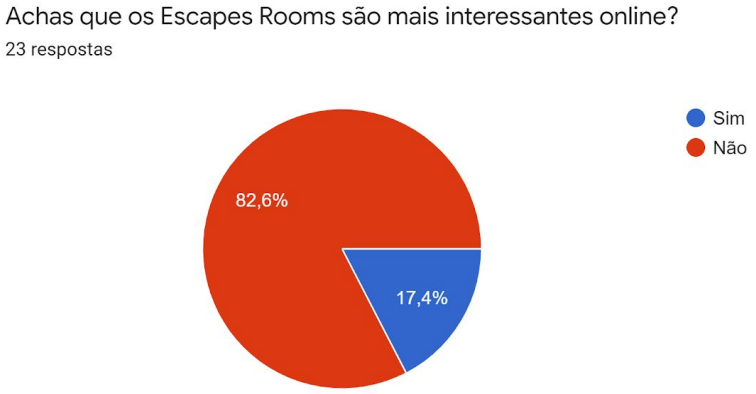


Gráfico 19 - Jogos Escape Room Online

As questões acima servem para analisar se existe uma familiaridade dos jovens com os jogos Escape Room, e qual modelo desses jogos eles preferem - virtual ou físico. Se em uma das questões anteriores os alunos afirmaram que tinham preferência por jogos virtuais, esta realidade muda quando se fala de Escape Rooms. Este tipo de jogo é considerado mais interessante em modelo físico. Ora a ideia inicial do jogo era criar um modelo físico para os alunos interagirem e ultrapassarem os desafios em grupo. Porém, o facto de ter surgido uma pandemia impediu que esta ideia do jogo físico fosse levada à avante. Foi necessário então uma adaptação do jogo para que o projeto conseguisse avançar da melhor forma possível. Portanto, o Escape Room Box foi substituído por um jogo online, que teria de ser jogado individualmente.

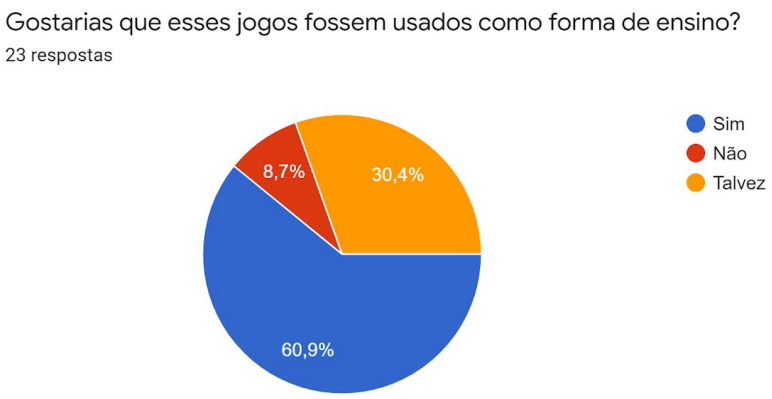


Gráfico 20 - Escape Room como forma de ensino

Esta questão foi para avaliar a potencialidade do uso de um jogo Escape Room como forma de ensino, 60.9% dos jovens inquiridos respondeu que "sim", ou seja a maioria dos alunos gostaria de experimentar estes jogos como forma de aprendizagem.

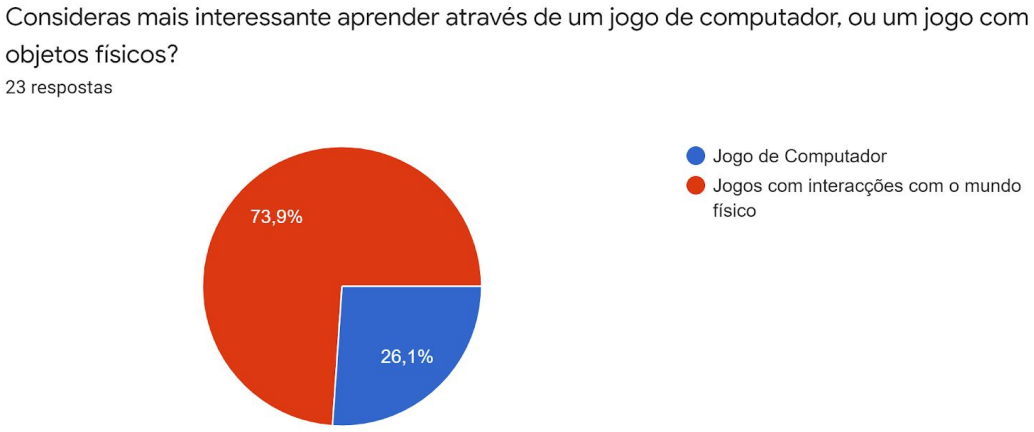


Gráfico 21 - Jogos de computador e jogos físicos

As questões anteriores referiam-se à ideia inicial do jogo, isto é, o Escape Room Box. Como verificado os alunos demonstram interesse por métodos de aprendizagem

3.4 Jogo Online

Desenvolvimento

O jogo desenvolvido tem como objetivo ensinar a alunos do ensino secundário alguns conceitos sobre os sistemas ciber-físicos. Este jogo deverá transmitir conhecimentos sobre sistemas ciber-físicos e a indústria, o objetivo será conseguir com que os alunos retenham alguma informação sobre a matéria abordada a fim de que, idealmente,despertem algum interesse por estas áreas. Para além deste objetivo, será testado a viabilidade deste género de jogo como forma de ensino de temas tecnológicos. Isto é, esta forma de apresentar conteúdos tecnológicos tem realmente efeito na aprendizagem e motivação dos alunos, mesmo que os alunos não tenham conhecimentos prévios sobre estas temáticas.

Tendo isto em conta, foi pensado em um jogo que no seu decorrer irá ransmitindo aos alunos conhecimentos sobre as temáticas referidas. Este jogo ficou dividido em 3 níveis com diferentes objetivos. O primeiro nível foi pensado para ensinar aos alunos o que são sistemas ciber-físicos, o segundo nível aborda a evolução tecnológica até aos dias atuais - Indústria 4.0 e o último nível é o mais abrangente de todos, pois relata profissões, termos e o projeto ShapiNg I.

Todo o jogo foi desenvolvido em HTML, CSS e JavaScript. O vídeo incluído no nível 1 foi desenvolvido no programa after effects no entanto alguns recursos como imagens e ícones foram retiradas de sites e bancos de imagens gratuitos.

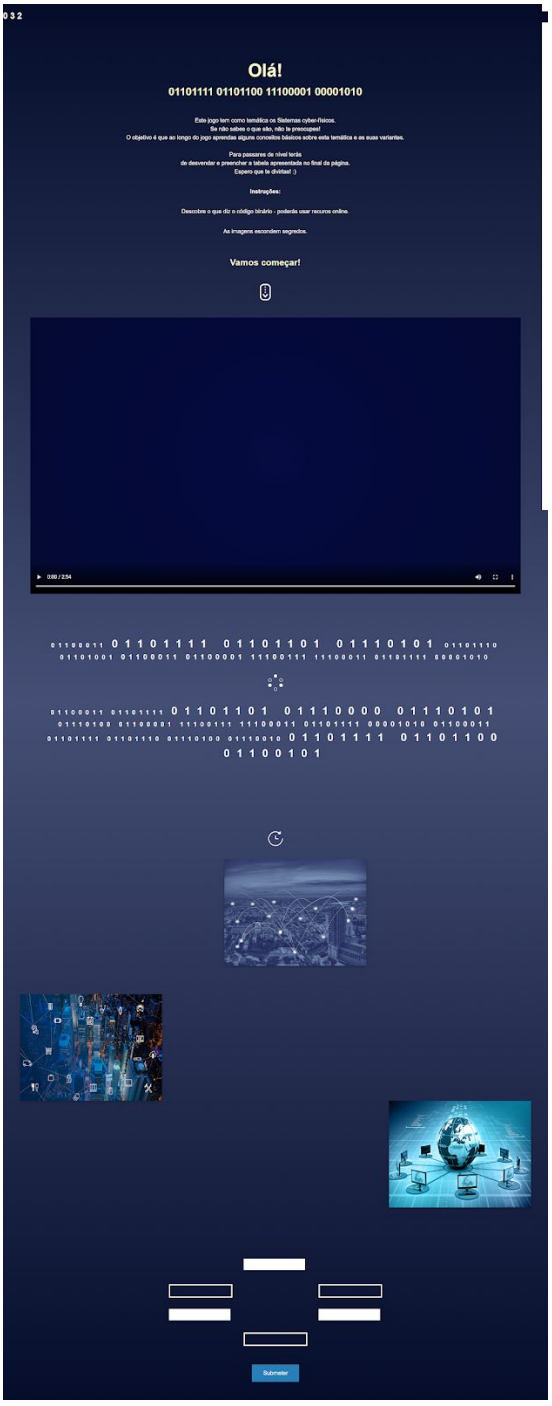


Figura 1 - Nível 1

O nível I é constituído por 5 zonas, sendo estas a zona inicial onde consta uma breve explicação sobre o jogo e os seus objetivos, aqui também está incluído um timer que se iniciará assim que a página for carregada.

Desenvolvimento



Figura 2 - Nível 1 Texto introdutório

Seguidamente é apresentado um vídeo que explica um pouco o que são os sistemas ciber-físicos. Ao longo do vídeo aparecem palavras-chave sobre os sistemas ciber-físicos. Estas palavras serão úteis para a finalização do nível.



Figura 3 - Nível 1 Vídeo

A terceira zona do primeiro nível é constituído por 3 palavras escritas em código binário. O objetivo é que os alunos entendam que se trata de um código binário e desvendam as palavras. Foi adicionado também um pequeno icon que indica o correto posicionamento das palavras que serão descobertas.

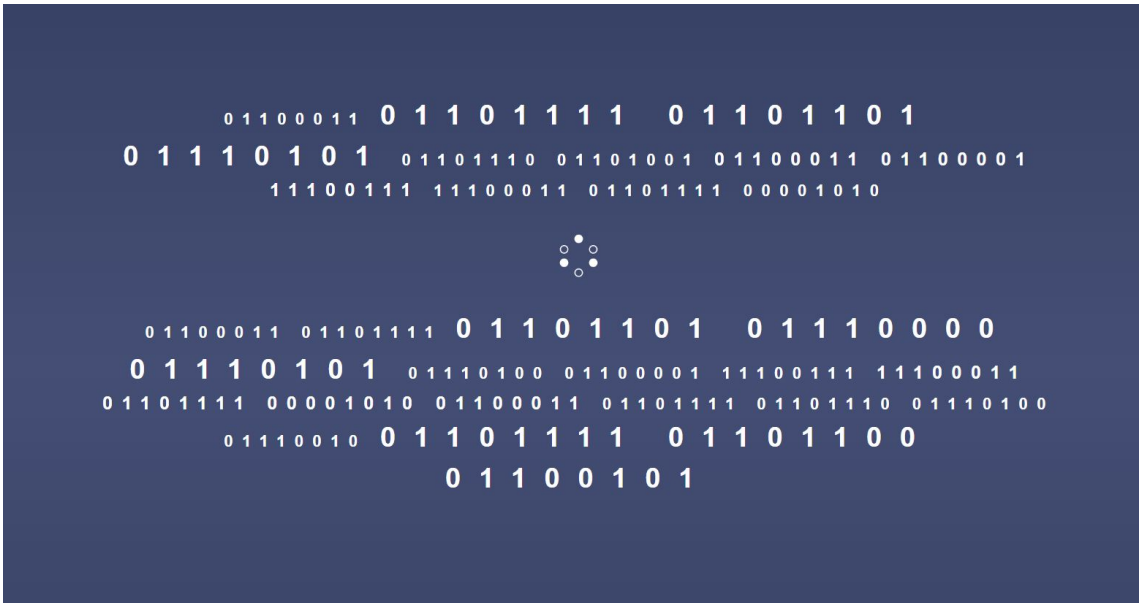


Figura 4 - Nível 1 Código binário

A quarta zona é constituída por três imagens que em modo *hover* apresentam um número, esse número é correspondente ao tempo do vídeo que indica as restantes palavras para completar o gráfico final.



Figura 5 - Nível 1 Frames

É apresentada uma demonstração do gráfico a ser completado.

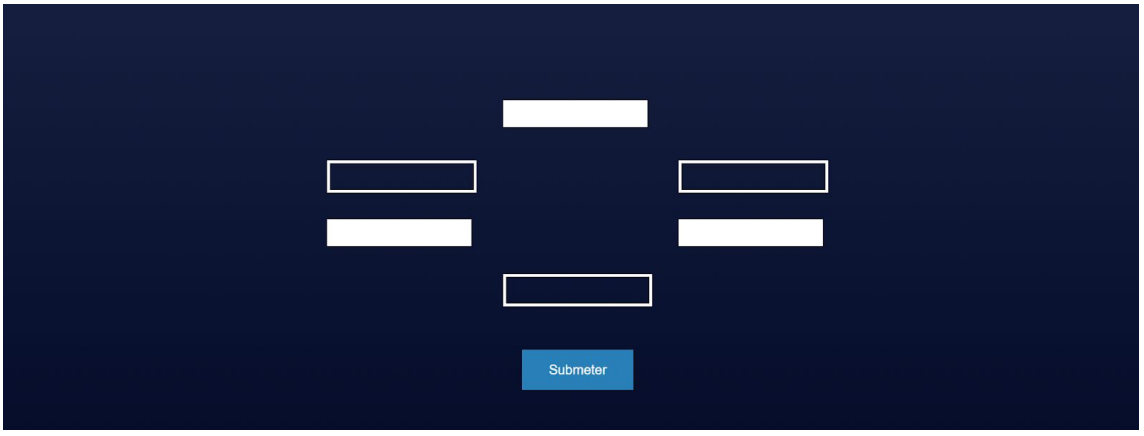


Figura 6 - Nível 1 Tabela



Figura 7 - Nível 1 Tabela Preenchida

Uma vez que o gráfico esteja corretamente preenchido, o aluno deverá submeter o mesmo. Tendo isto feito, aparecerá uma janela pop-up com a indicação para o aluno parar o tempo, sendo esta uma forma de obter pontuação, quanto mais rápida for a finalização do nível melhor é prestação do aluno no mesmo.



Figura 8 - Nível 1 Relógio

Depois de o relógio parar, será mostrado um ecrã com uma breve explicação dos conteúdos aprendidos no decorrer do nível. O aluno poderá então seguir para o nível seguinte.

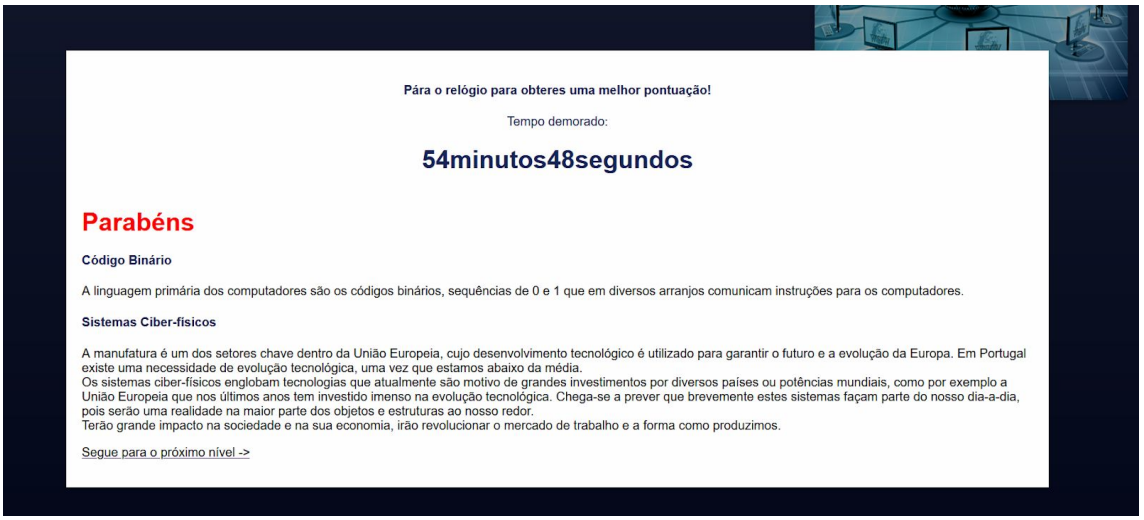


Figura 9 - Nível 1 Explicação final

Nível II

O nível II foi pensado para mostrar e ensinar a evolução da indústria 1.0 até à Indústria 4.0. a ideia é que os alunos entendam como é que esta evolução aconteceu e no quê que consiste cad uma destas épocas.

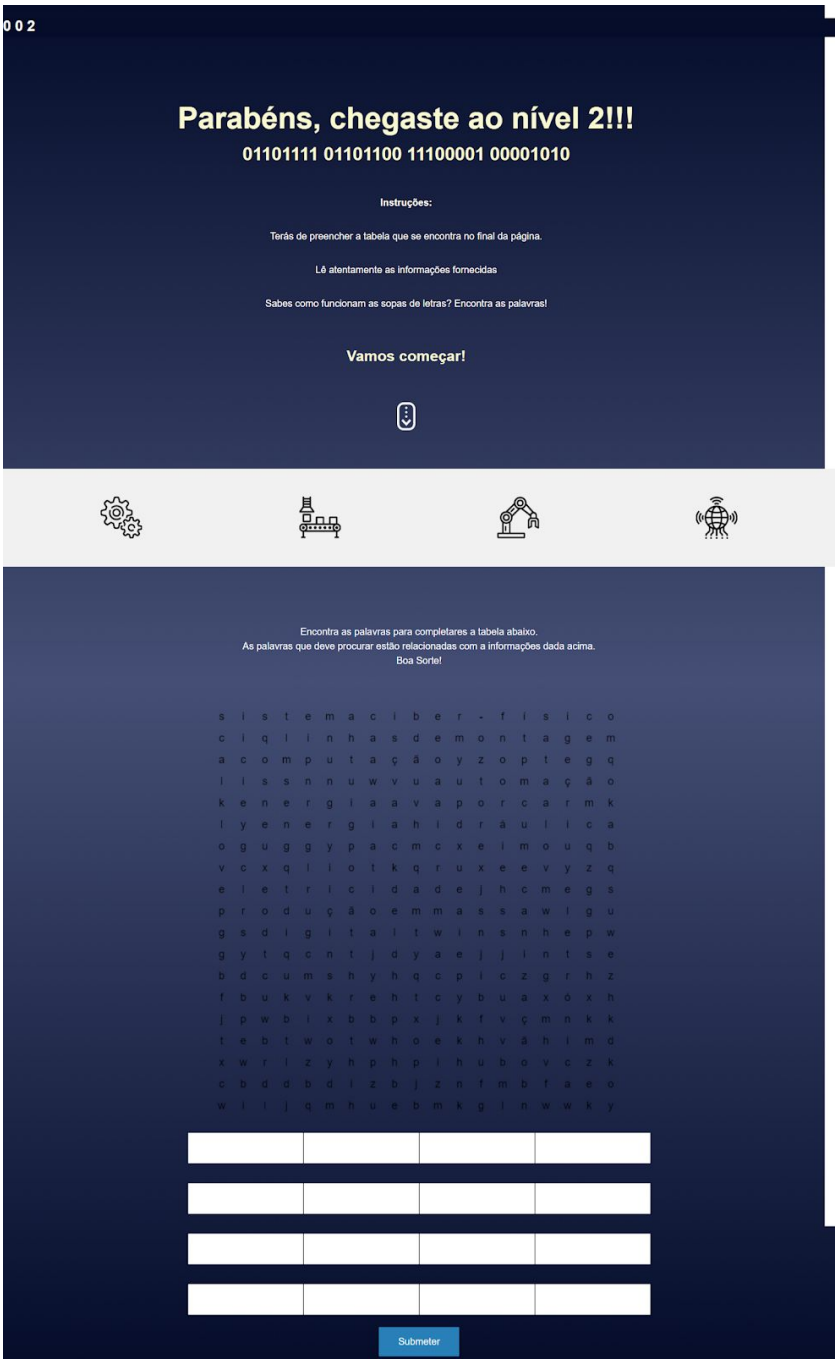


Figura 10 - Nível 2

Inicialmente e tal como no nível anterior, é apresentado um breve explicação sobre o nível e os seus objetivos.



Figura 11 - Nível 2 Texto Introdutório

Segue-se para uma apresentação em estilo timeline desde a indústria 1.0 até à indústria 4.0. Nesta zona os alunos terão acesso a bastante informação sobre cada época da história industrial.



Figura 12 - Nível 2 Timeline



Figura 13 - Nível 2 Texto Timeline

Após os alunos terem lido toda a informação fornecida na timeline, terão de procurar uma série de palavras em um mini jogo de palavras cruzadas.

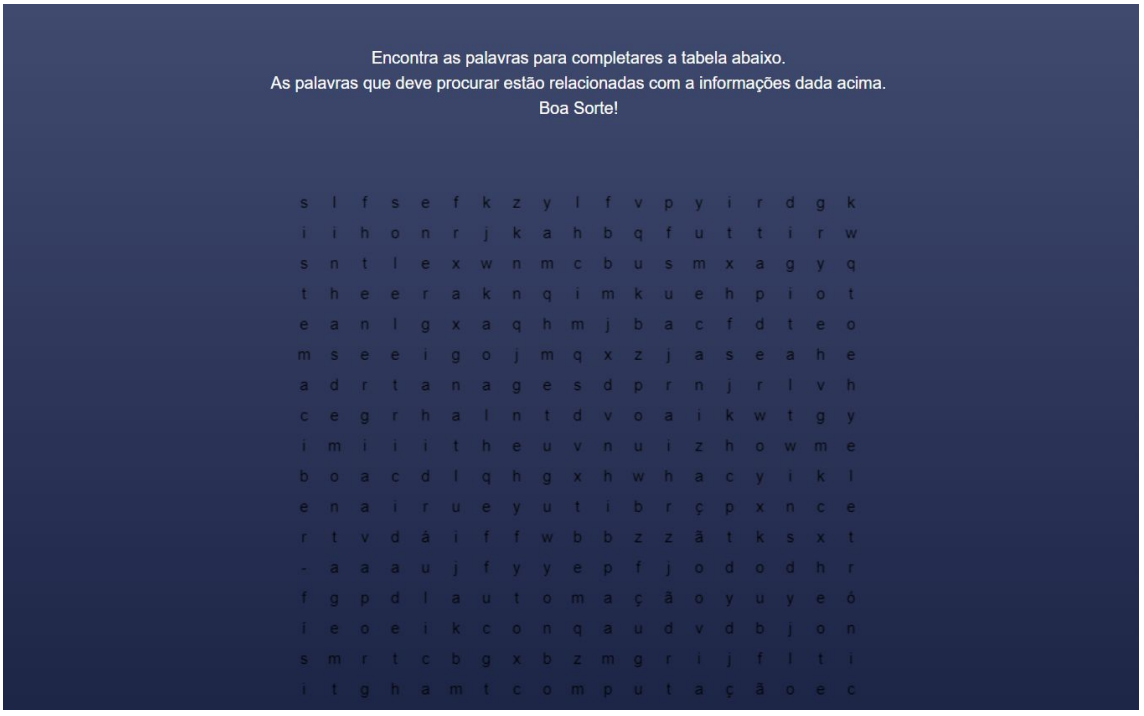


Figura 14 - Nível 2 Sopa de letras

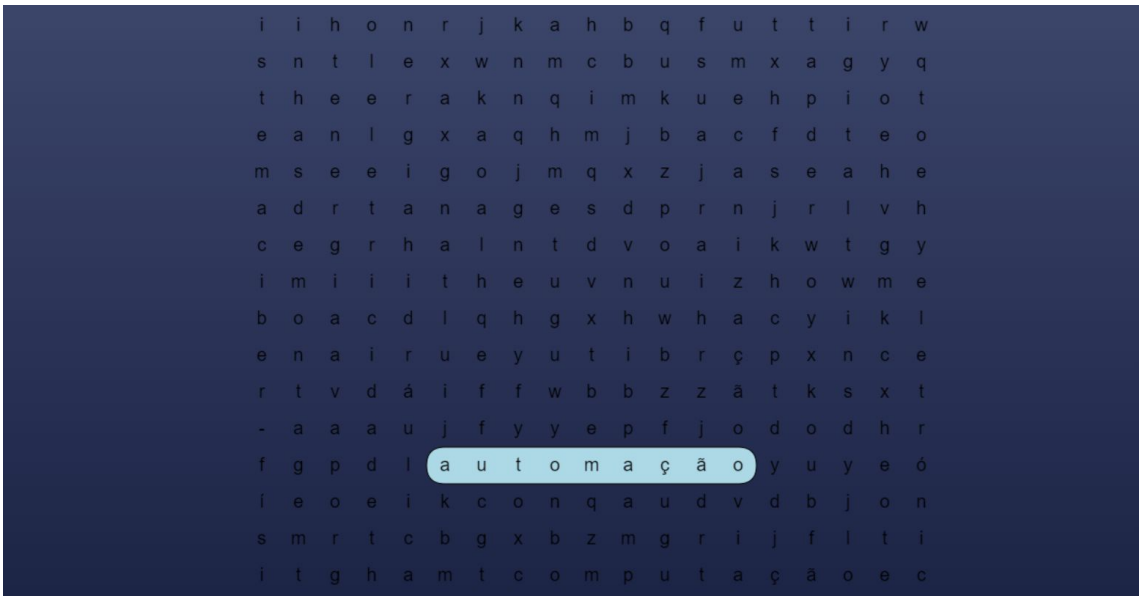


Figura 15 - Nível 2 Sopa de letras demonstração

Após estarem todas as palavras encontradas, os alunos deverão preencher a tabela de forma correta. Sendo que a primeira linha da tabela corresponde à primeira revolução industrial, a segunda linha corresponde à segunda revolução e a lógica mantém-se.



Figura 16 - Nível 2 Tabela

Após a tabela ter sido preenchida corretamente aparece o ecrã para parar o relógio.

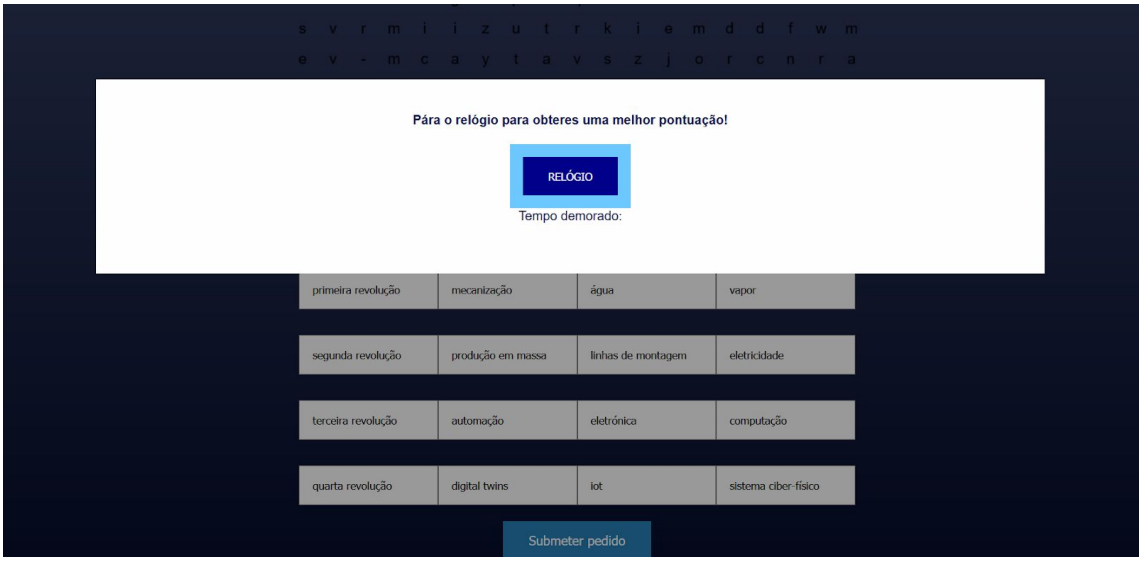


Figura 17 - Nível 2 Relógio

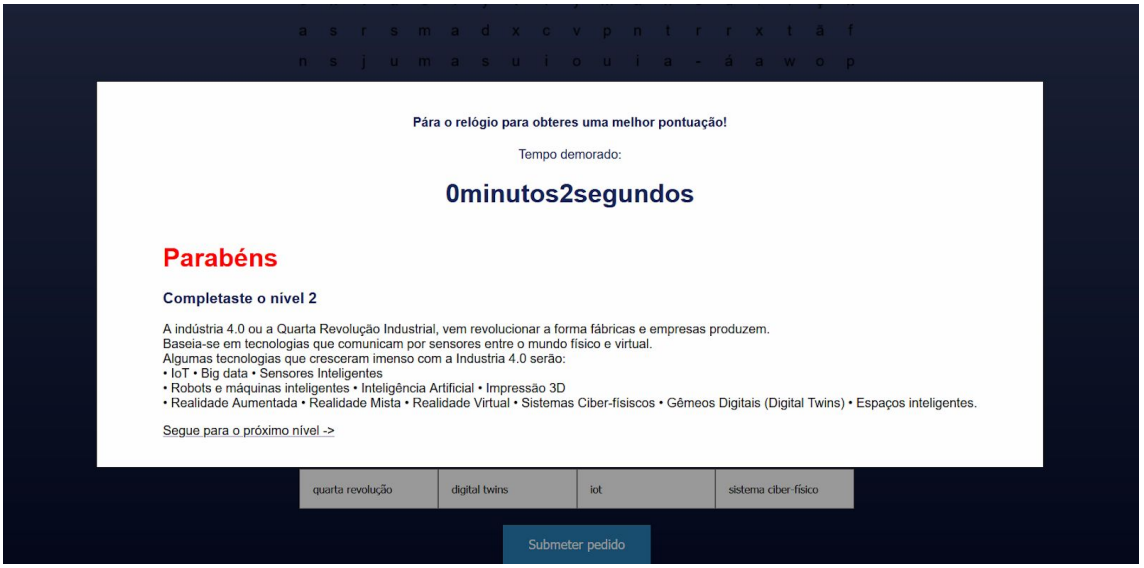


Figura 18 - Nível 2 Explicação final

Nível III

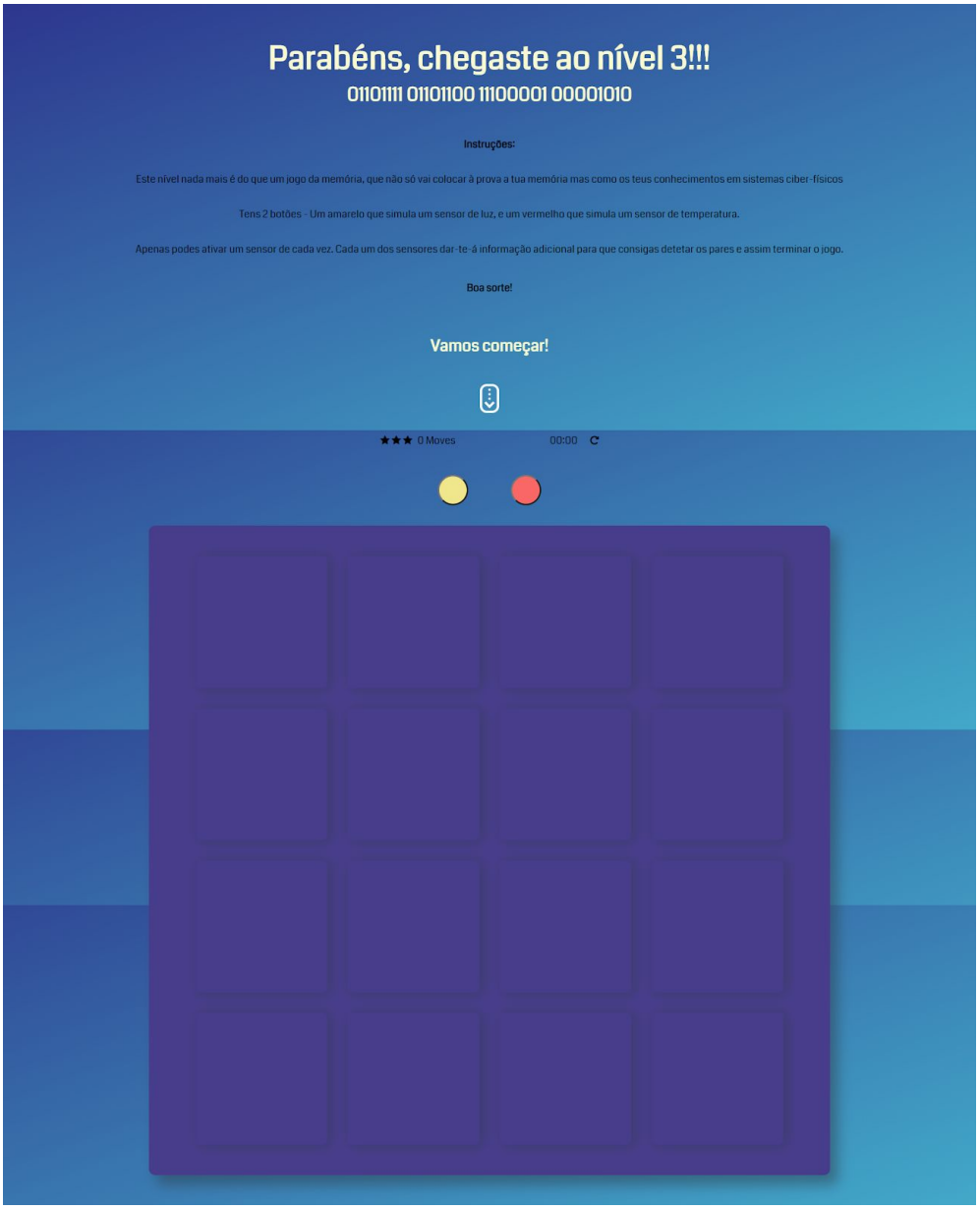


Figura 19 - Nível 3

O nível III tem como principal objetivo dar a conhecer aos alunos algumas profissões que tendem a crescer paralelamente com o crescimento dos sistemas ciber-físicos. Para além disto também será abordado o projeto ShapiNG I da EIT e serão ainda aprofundados alguns conceitos

sobre a temática principal. Ou seja este nível será o mais abrangente a nível de conteúdo abordado, no entanto e tal como os níveis anteriores, tudo será explicado de forma mais detalhada no final do nível.

Este nível funciona como um jogo da memória, no entanto foram adicionados dois botões que simulam sensores. O botão amarelo simula um sensor de luz e o botão vermelho simula o sensor de temperatura, isto foi pensado com o objetivo de incluir no jogo a simulação de um mecanismo real dos sistemas ciber-físicos. Posto isto, cada sensor "desbloqueia" informação adicional nos cartões, e apenas com essa informação adicional é que os alunos irão conseguir detetar os pares.

Assim que terminam jogo aparecerá um ecrã a parabenizar o alunos por ter concluído o nível.



Figura 20 - Nível 3 Texto explicativo final

Neste ecrã estará disponível um link para mais informações sobre o projeto ShapiNG e ainda terá um link direto para o questionário final.

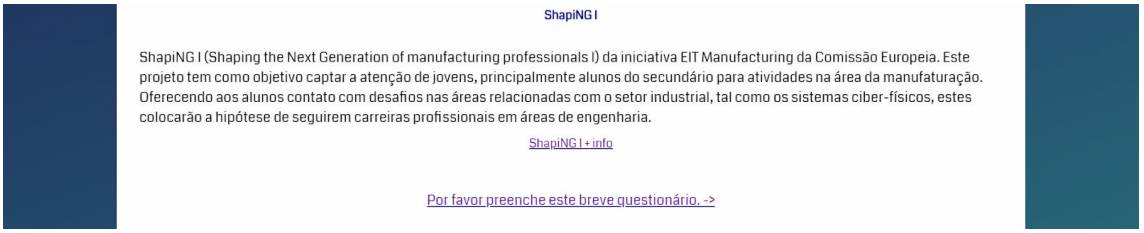


Figura 21 - Nível 3 ShapiNG I

Este jogo posteriormente sofreu algumas alterações de forma a deixar o jogo mais agradável ao utilizador.

Estas alterações consistiram em:

- Na tabela final do primeiro nível foram adicionadas as iniciais das palavras que os alunos deveriam inserir;
- No segundo nível foi adicionado em cada linha da coluna um botão de validação. Desta forma, caso a tabela não estivesse completa corretamente, os alunos conseguiriam detectar o ou os erros;
- Foi também adicionada uma tabela de pontuação final. Esta tabela era apresentada no final dos 3 níveis e mostraria a soma das pontuações de cada nível, resultando assim em um valor final;

3.4.1 Resultados questionário avaliativo do jogo

Foi realizado um primeiro teste piloto ao jogo, com um grupo de jovens com idades próximas a 17-18 anos de idade. Este teste foi realizado enquanto as escolas estavam fechadas devido ao Covid-19, no entanto conseguiu-se um pequeno grupo de 18 jovens dispostos a testar o jogo e a responder ao questionário avaliativo do mesmo. Algumas questões aqui apresentadas são iguais às do primeiro questionário porque não se conseguiu utilizar o mesmo grupo de jovens. Portanto houve necessidade de repetir algumas questões.

Secção I

Esta secção obter informações relacionadas com o gosto pessoal dos inquiridos. Foram realizadas questões que averiguam se existe uma predisposição e gosto pelos temas abordados no jogo desenvolvido.

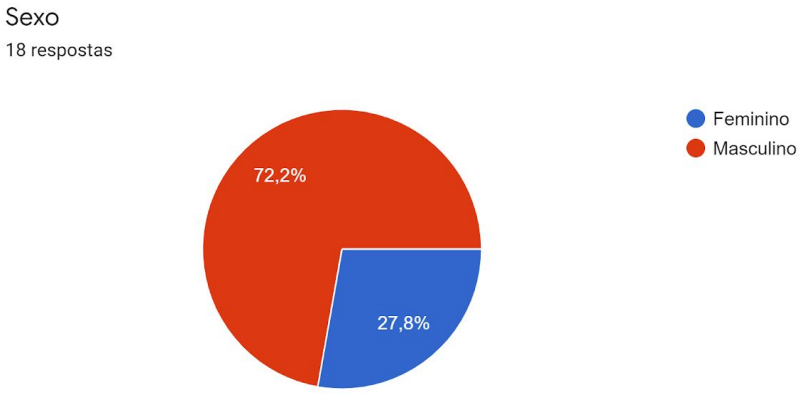


Gráfico 22 - Questionário Teste Piloto

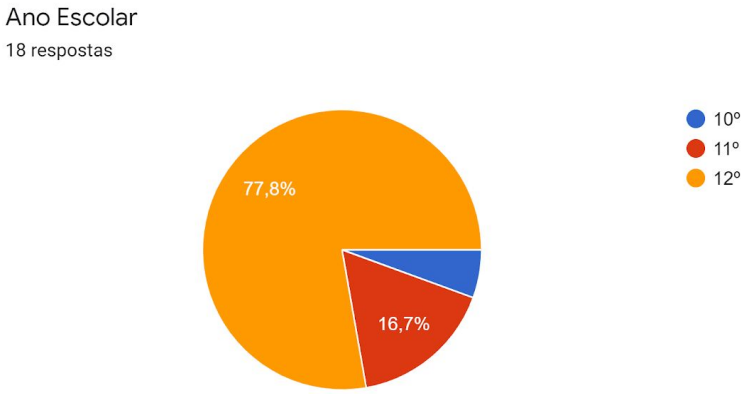


Gráfico 23 - Ano escolar

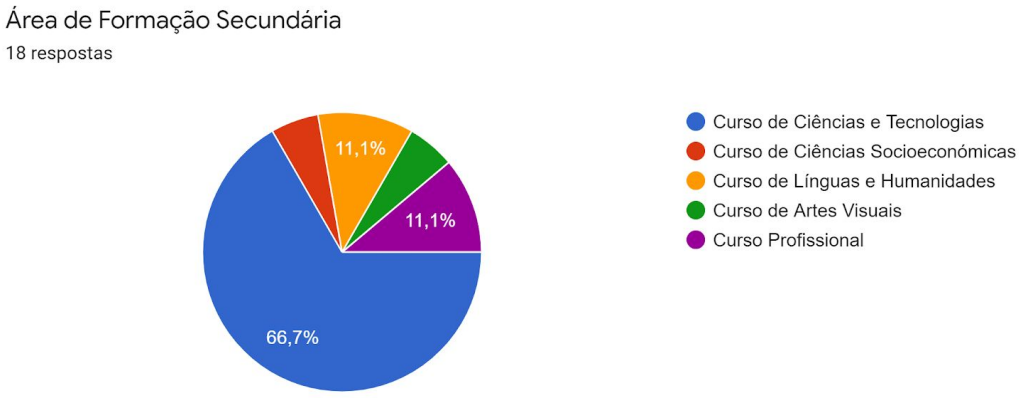


Gráfico 24 - Formação secundária

O grupo avaliado consiste na sua maioria por jovens do sexo masculinos (72,2%), sendo que 100% dos inquiridos corresponde a 18 jovens.

Destes 18 jovens, 66.7% afirmam que estudam ciências e tecnologias no ensino secundário, o que pode indicar já um possível interesse por temas tecnológicos.

Apesar de 33.3% dos alunos não se encontram a estudar tecnologias, os resultados das questões abaixo refletem que grande parte dos alunos mantém interesse por temas tecnológicos. Sendo que na questão "Gostas de temas relacionados com tecnologias ", 100% dos inquiridos responderam que sim.

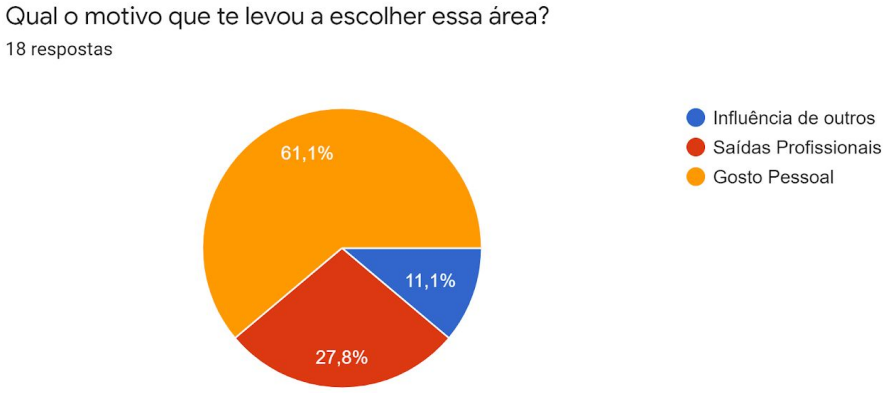


Gráfico 25 - Área de interesse



Gráfico 26 - Tecnologias

Secção II

Esta seção trata-se de um pequeno questionário sobre os conteúdos abordados no jogo. A ideia é perceber se os alunos conseguiram captar alguns conceitos abordados, ou seja se o jogo realizado é uma boa ferramenta de ensino.

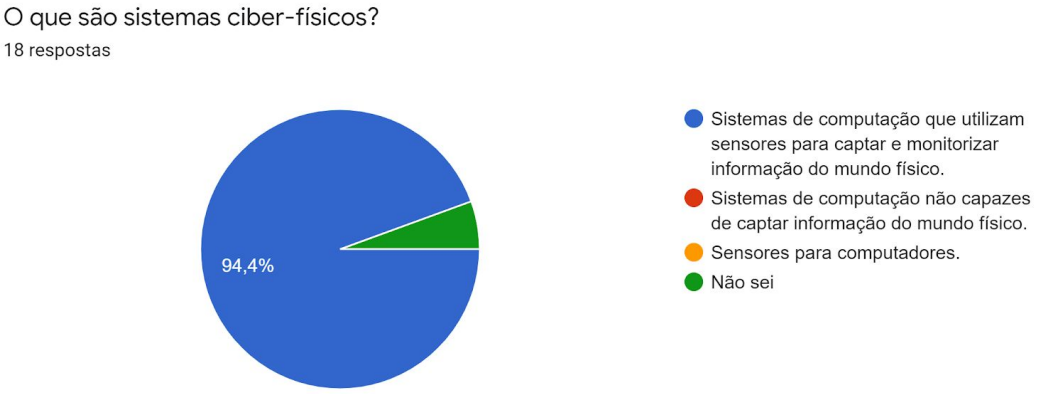


Gráfico 27 - Sistemas Ciber-físicos

Na questão acima, 94.4% dos inquiridos respondeu corretamente, deixando apenas uma percentagem de 5.6% respostas erradas.

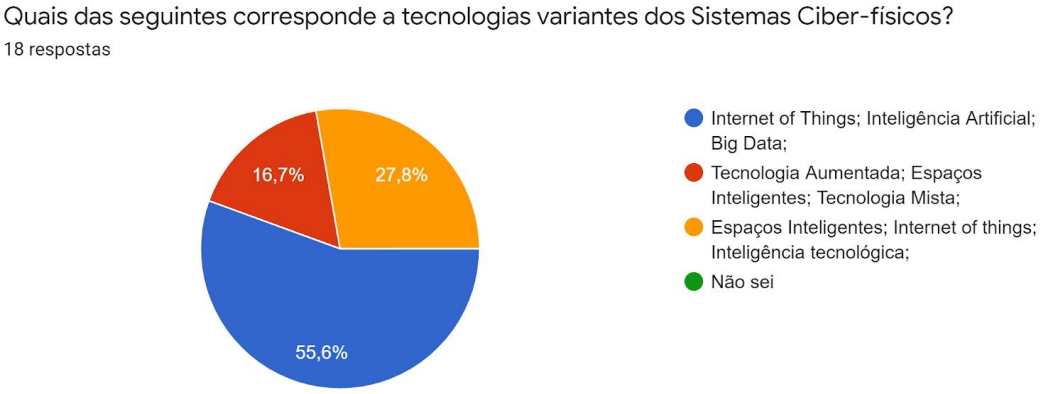


Gráfico 28 - Tecnologia e sistemas Ciber-físicos

Na questão relativa às tecnologias variantes dos sistemas Ciber-físicos, 55,6% responderam corretamente. Nesta questão as respostas possíveis eram bastante parecidas, foi apenas alterado os nomes das tecnologias, por exemplo: Realidade aumentada - Tecnologia Aumentada, desta forma seria possível induzir em erro caso os alunos não estivessem totalmente convictos das suas respostas.

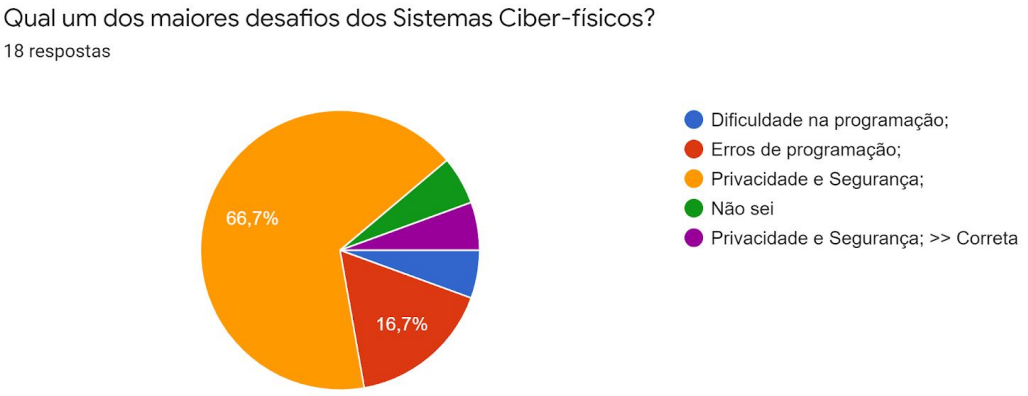


Gráfico 29 - Desafios

Aqui também se verifica outra questão respondida corretamente por 66,7% dos inquiridos.

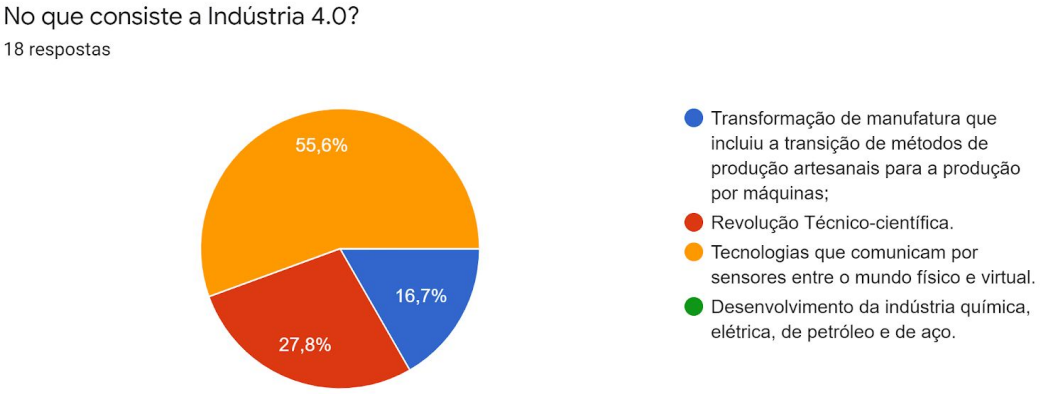


Gráfico 30 - Indústria 4.0

Nesta secção, a questão acima é a que apresenta menos respostas corretas, contando com 55,6% de respostas acertadas e 44,4% correspondente às restantes opções de resposta.

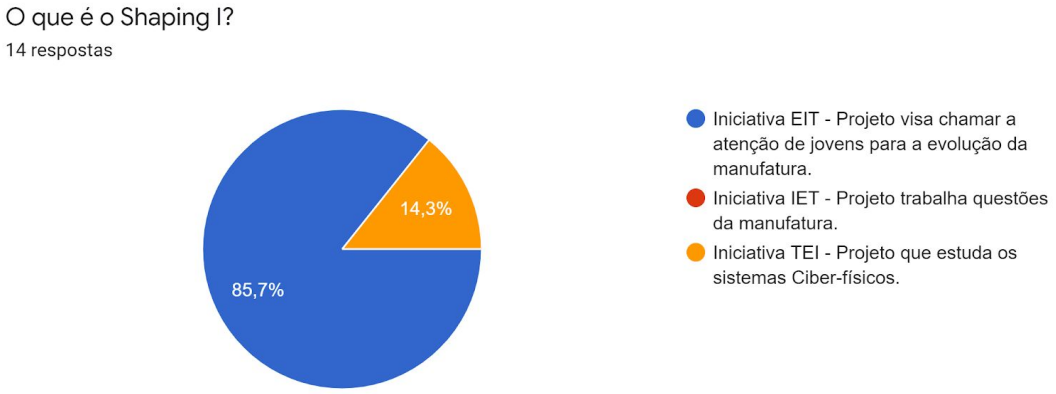


Gráfico 31 - O que é o ShapiNG I

Foi questionado sobre o Shaping I para reforçar a ideia do projeto que está a decorrer atualmente. Caso os alunos tenham gostado do jogo e das temáticas, deveriam também conhecer o projeto Shaping I. Nesta questão 85,7% dos alunos respondeu corretamente.
Segundo este segundo questionário, os inquiridos conseguiram aprender a maioria dos conteúdos transmitidos ao longo do jogo.

Secção III

Esta é a última secção do questionário, e é totalmente focada em perceber se os alunos gostaram do jogo. As questões seguintes foram pensadas para obter o máximo de Feedback possível.

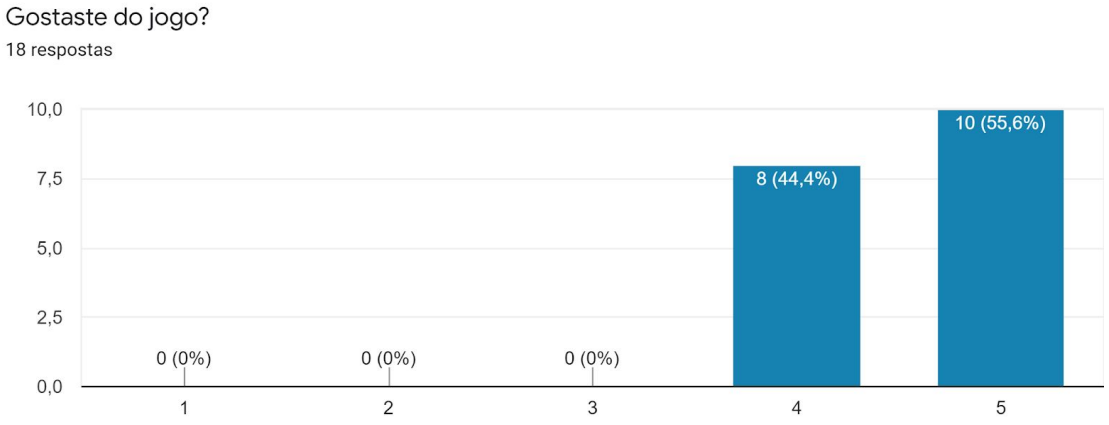


Gráfico 32 - Jogo

Verifica-se que o jogo neste primeiro teste obteve um resultado bastante positivo, sendo que 55,6% dos inquiridos responderam 5 (gostaram muito) como classificação do jogo e os restantes 44,4 consideram o jogo como um 4 (gostaram).

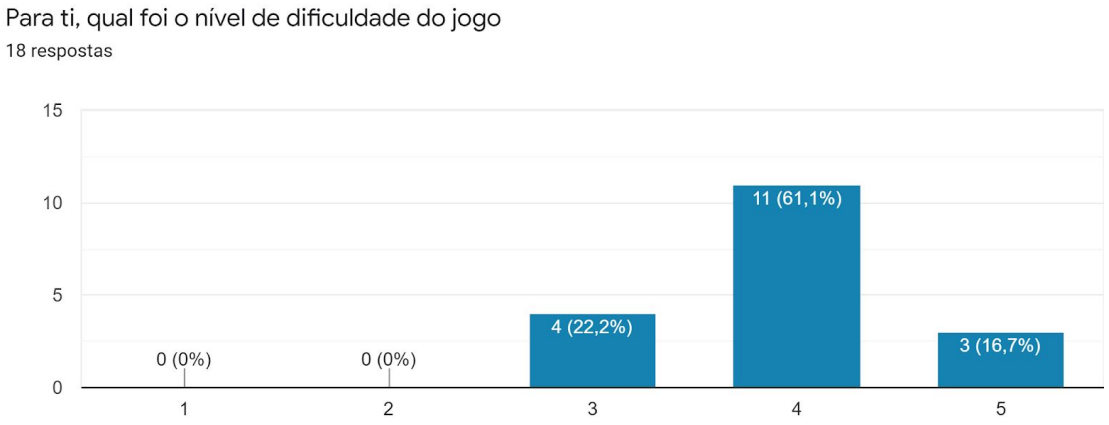


Gráfico 33 - Análise ao jogo

Para saber se este jogo seria adequado para os jovens, em termos de dificuldade, foi adicionada uma questão para obter Feedback relativo a isso. Verificou-se 61,1% dos inquiridos consideraram o valor 4 para a dificuldade do jogo.

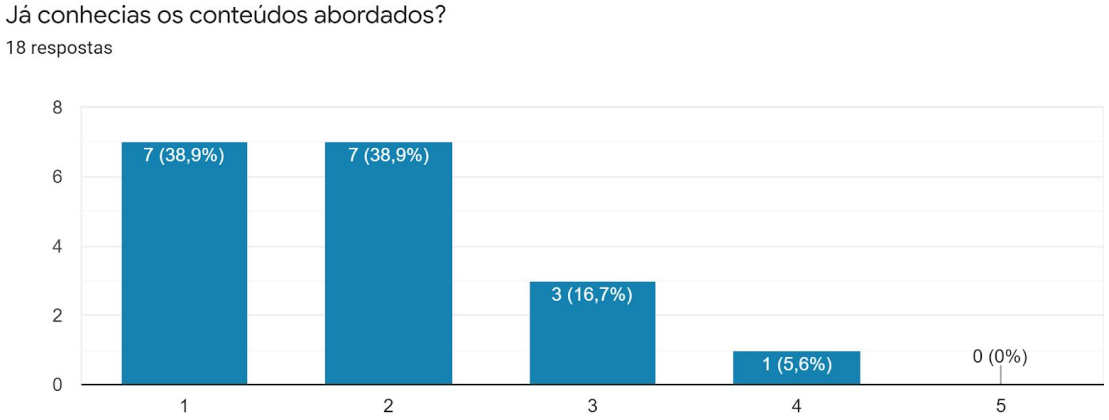


Gráfico 34 - Conteúdos abordados

Nesta questão percebe-se que os alunos não têm conhecimentos prévios sobre as temáticas abordadas. É mostrado que 38,9% dos inquiridos responderam que não têm quaisquer conhecimentos prévios das temáticas abordadas. Outros 38,9% afirmam que têm poucos conhecimentos prévios, deixando uma percentagem de 16,7% dos inquiridos que afirmam já saber algumas informações sobre as temáticas, e apenas 5,6% responderam estar bastante familiarizados com o tema.

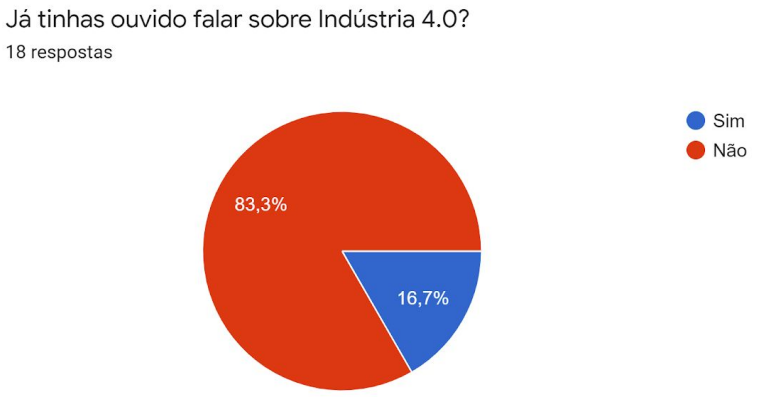


Gráfico 35 - Conhecimentos Indústria 4.0

83.3% dos inquiridos afirmam que nunca tinham ouvido falar da Indústria 4.0

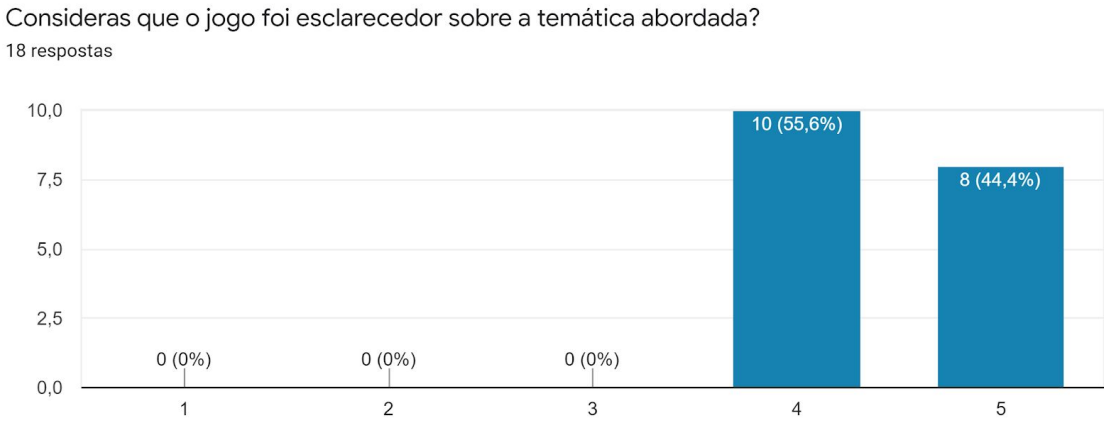


Gráfico 36 - O jogo foi esclarecedor

Nesta questão 55,6% dos inquiridos responderam que consideram que o jogo foi esclarecedor e os restantes 44,4% afirmam que foi muito esclarecedor. Considerando que

anteriormente foi verificado que os jovens não tinham conhecimentos dos conteúdos abordados e que a maior parte das respostas na secção II foram respondidas corretamente, pode-se considerar que o jogo foi esclarecedor nos conteúdos que transmitiu.

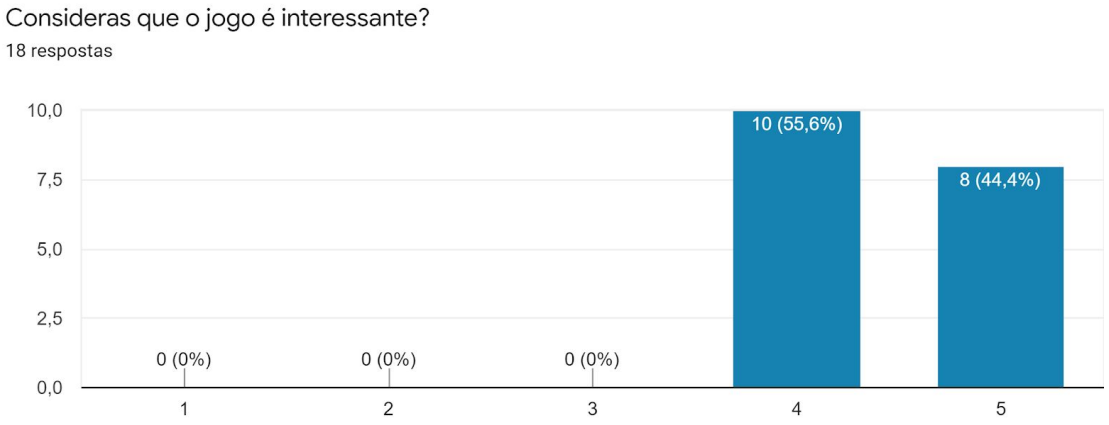


Gráfico 37 - O jogo foi interessante

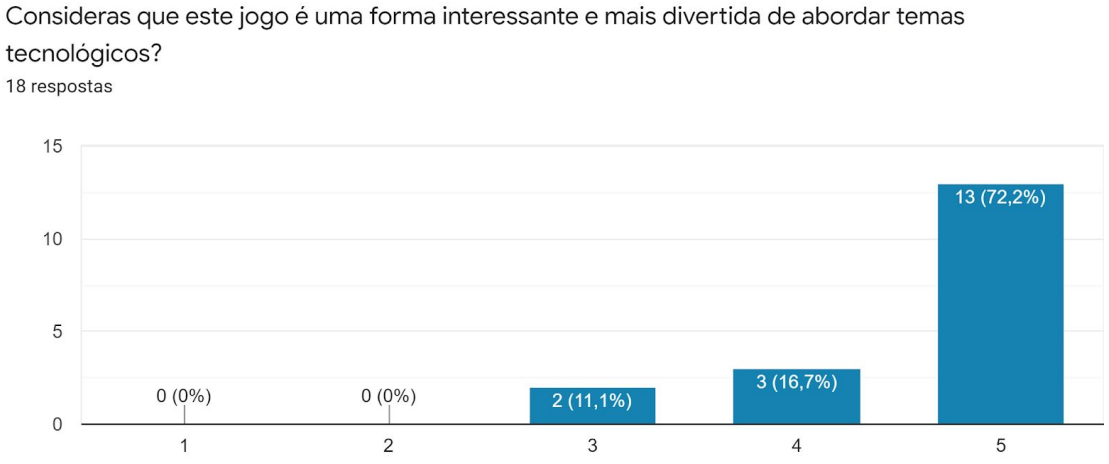


Gráfico 38 - Jogos como forma mais interessante de abordar temas tecnológicos

Nas 2 questões acima, verifica-se que 55,6 dos inquiridos consideram o jogo interessante 44,4% afirmam que é muito interessante (5). Relativamente à questão "Consideras que este jogo

é uma forma interessante e mais divertida de abordar temas tecnológicos?" 72,2% dos inquiridos responderam 5, ou seja consideram muito mais interessante. Ainda 16,7 consideram mais interessante e apenas 11,1% dos inquiridos sentem-se neutros nesta questão.

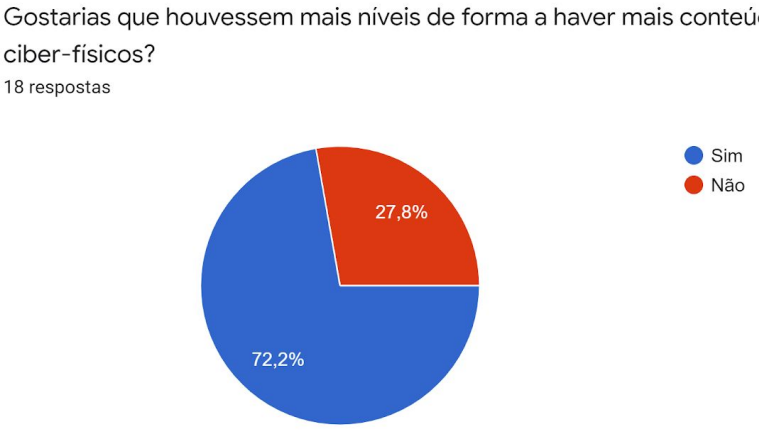


Gráfico 39 - Conhecimentos Indústria 4.0

Esta questão foi realizada para perceber se após os inquiridos testarem o jogo, se continuam com interesse no mesmo a ponto de acharem interessante a ideia de existir mais níveis. Revelou-se que 72,2% dos jovens responderam que gostariam de houvessem mais níveis, e apenas 27,8% revelaram a falta de interesse na extensão do jogo.



Gráfico 40 - Dúvida

Nesta questão 100% dos jovens demonstram não terem dúvidas relativamente ao conteúdo abordado.

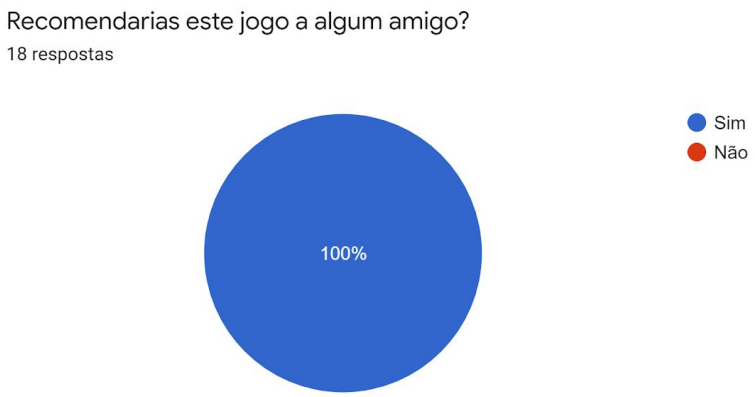


Gráfico 41 - Recomendar o jogo

3.4.1 Avaliação do jogo

O feedback obtido no questionário de avaliação ao jogo foi bastante positivo. Grande parte das respostas obtidas confirmam que os alunos gostaram da experiência e melhoraram os seus conhecimentos sobre sistemas ciber-físicos e a indústria. Isto pode ser verificado com as respostas de questões feitas no teste piloto, como indicam os gráficos 27, 28, 29, 30 e 31. Estes gráficos são referentes a questões colocadas ao grupo de inquiridos que tinham o objetivo de perceber se o conteúdo do jogo foi aprendido.

Um ponto bastante importante e até pouco previsível é o facto de a maior parte dos alunos afirmarem que não tinham conhecimentos prévios dos temas abordados. É percebido que a maior parte dos alunos, incluindo os estudantes de tecnologias não possuem grandes conhecimentos sobre as temáticas abordadas. Isto demonstra que há uma falha destas temáticas relativamente ao mais jovens. Tendo em conta que os resultados obtidos demonstram que os alunos gostam de métodos de ensino interativos como os jogos, esta poderá ser uma boa solução, não só para a temática dos sistemas ciber-físicos mas também sobre outros temas tecnológicos.

O jogo desenvolvido aborda diversos assuntos, todos dentro da temática abordada. Inicia-se a explicar o que são os sistemas ciber-físicos, segue para a evolução industrial até chegar à Indústria 4.0 e segue para alguns conceitos diversos (Tecnologias variantes dos sistemas ciber-físicos, profissões e abordagem ao projeto ShapiNG I). De acordo com as informações recolhidas através do questionário é possível verificar que os jovens têm uma

preferência por métodos de ensino mais inovadores. Tal como referido no capítulo da Gamificação na Educação, estes métodos atraem a atenção e o interesse dos alunos (Anastasiadis, Lampropoulos and Siakas, 2018). Os jogos atualmente estão tão presentes no dia a dia dos jovens, que até mesmo os jogos educacionais já são bastante utilizados pelos alunos. Com o ensino 4.0 o recurso a jogos deste género só aumentará. Como foi verificado "Gamified learning: A role-playing approach to increase student in-class motivation" abordado no capítulo Gamificação na Educação, grande parte dos jovens afirmam aprender mais facilmente caso os conteúdos sejam transmitidos através de um jogo.

4 Validação e discussão de resultados

4.1 Metodologia de validação

Foi realizada uma pesquisa quantitativa, onde se realizaram 3 questionários, sendo que o primeiro foi para obter informação para o desenvolvimento do jogo e os restantes serviram como análise do mesmo.

As respostas do primeiro questionário seriam cruciais para a construção e desenvolvimento do jogo. O ponto de partida do projeto seria desenvolver uma atividade interativa com a qual os alunos poderiam aprender alguns conceitos simples sobre a indústria e os sistemas ciber-físicos. As respostas obtidas neste primeiro questionário vieram confirmar que a ideia de criar uma primeira abordagem a estes temas seria o ideal para os alunos de secundário. Isto porque verificou-se que jovens entre 15 e 18 anos não têm conhecimentos sobre estas temáticas, aliás algumas respostas até indicam que muitos alunos nunca ouviram falar sobre os termos de sistemas ciber-físicos e indústria 4.0.

Outra questão bastante importante a ser avaliada neste questionário, seria perceber se os alunos demonstram interesse e gosto por jogos educativos. Aqui verificou-se que os jovens já

estão bastante familiarizados com jogos, até porque fazem parte do seu dia-a-dia e que demonstram interesse em métodos de aprendizagem gamificados. Segundo esta amostra os jovens demonstram que há um interesse real em novos métodos de ensino, de formas mais cativantes e interativas de transmitir conhecimentos.

No primeiro questionário, foi avaliado um grupo de 23 alunos do secundário com idades entre os 15 aos 18 anos. Estes alunos não pertencem a uma única turma. O interesse nesta fase foi entender quais as motivações dos alunos para estas temáticas, assim como os conhecimentos pelas mesmas. Foram realizadas questões para averiguar se há interesse por parte dos alunos para temas tecnológicos, tendo em conta que um dos objetivos desta dissertação ensinar alguns conceitos sobre os sistemas ciber-físicos e portanto era necessário saber se já existe um interesse por parte dos jovens relativamente a estas temáticas.

Relativamente ao segundo questionário, direcionado a avaliar o jogo, foi planeado que seria utilizado o mesmo grupo que respondeu ao primeiro questionário. Contudo isto não foi possível devido à pouca adesão do grupo inicial, apenas um aluno respondeu aos 2 questionários.

Foi então utilizado um novo grupo para analisar o jogo e responder ao segundo questionário, trata-se de um grupo de 18 alunos, também com idades compreendidas entre os 15 e os 18 anos. Esta segunda análise decorreu da seguinte forma: foi enviado para o grupo o link que continha o jogo online e foi pedido para que testassem o jogo até ao final. O jogo inclui 3 níveis e no final aparecia uma caixa de texto com uma ligação para o questionário, desta forma os alunos podiam responder ao questionário assim que terminassem de jogar. Isto permitiu que as respostas fossem o resultado da primeira impressão que os alunos tiveram do jogo. A linguagem utilizada nos questionários é bastante informal a fim de criar uma proximidade com o grupo, tendo em conta que o público-alvo são alunos do secundário.

4.2 Atividades realizadas

Jogo inicial - escape Room box

O objetivo do projeto desde o início que foi desenvolver uma atividade interativa que fosse utilizada em contexto de sala de aula e com o objetivo de ensinar alguns conceitos a alunos do secundário. Em um ambiente idealizado esta atividade poderia cativar os alunos a terem mais interesse nestas temáticas. Estava no plano testar o jogo numa escola portuguesa no início de

setembro, no entanto inicialmente não se obteve receptividade por parte das escolas para tornar o jogo numa atividade de aula, muito provavelmente porque as escolas de tiveram outras questões para resolver relativas ao Covid-19. Contudo foi realizado um questionário de avaliação ao jogo e foram obtidas 18 respostas de jovens que frequentam o ensino secundário. Houve uma preocupação em obter um número de respostas próximo ao número de alunos de uma turma comum.

Durante o mês de outrubro, o jogo foi testado com duas turmas do 9º ano pertencentes à Escola Global.

Este teste aconteceu no decorrer de uma aula com turmas do 9º ano. A escola forneceu os computadores necessário para que o teste ao jogo fosse realizado. Porque os alunos testaram o jogo simultaneamente mas de forma individual, e portanto seria necessário uma sala com computadores disponíveis para todos os alunos. O teste iniciou-se com o professor ou a pessoa encarregadanpela turma, a dr uma breve explicação sobre a atividade a realizar. Posteriormente os alunos acederam ao link do jogo e começaram a jogar. Caso os alunos tivessem alguma dificuldade com os desafios do jogo, o professor poderia ajudar os alunos a perceberem melhor o que era pretendido. Após os alunos terminarem todos os níveis, o jogo mostrava uma janela pop-up com acesso ao questionário final, para que avaliassem a atividade.

Tendo em conta que este projeto pertence ao shapING I é possível que o jogo seja utilizado em algumas escolas não portuguesas mas que ainda assim façam parte da União Europeia.

4.3 Resultados e análise

Primeiro Questionário

Apesar de maior parte dos alunos que responderam ao questionário afirmam serem estudantes de cursos de tecnologias, admitem que não tem conhecimentos sobre os sistemas ciber-físicos. Percebeu-se que o jogo seria o primeiro contato desses alunos com conteúdos relacionados aos sistemas ciber-físicos e por este motivo a seleção de conteúdo do jogo é para iniciantes. Foram evitadas abordagens aprofundadas sobre a temática. O objetivo do jogo é que os alunos entendam o básico sobre a temática e não que fiquem a conhecer tudo. Na questão seguinte comprova que a maioria dos alunos demonstram interesse por estes temas e até acham necessário que os jovens sejam informados sobre a evolução tecnológica, o que ajuda na investigação, uma vez que a falta de interesse dos alunos não será um fator influenciador na experiência.

A segunda fase do questionário, direcionado para o método como as informações serão transmitidas aos alunos. Esta secção do questionário foi pensada para verificar a opinião dos alunos relativamente aos métodos de ensino mais inovadores, que neste caso seria o jogo.

Foram feitas questões para entender se a utilização de jogos é algo comum do dia-a-dia destes jovens, não só como forma de entretenimento mas também para finalidades educativas.

Pretendeu-se aqui perceber qual o grau de interesse dos alunos no uso de jogos como forma de ensino, para além disto foi necessário saber que tipo de jogo é mais interessante para os jovens - jogos individuais ou em grupo. A pertinência desta questão deve-se ao facto de inicialmente o jogo físico ter sido pensado para ser em grupo, no entanto com a alteração para um jogo virtual, este passou a ser de jogabilidade individual.

Algumas questões como (“Já experimentaste jogos de Escape Room?; “Achas que os Escape Room são mais interessantes online?”) são consequência da ideia inicial onde o jogo que seria apresentado deveria ser estilo Escape Room Box, e portanto foi importante saber se os alunos já conheciam este género de jogo. Foi perguntado também se conhecem este tipo de jogo em versão online e se acham interessante esta abordagem como forma de ensino.

No gráfico “*Gráfico 20 - Escape Room como forma de ensino*” pode ser verificado que as respostas foram bastante positivas relativamente ao uso deste tipo de jogo inserido em contexto de ensino. Contudo, os alunos também referiram que preferem jogos físicos a jogos virtuais e que não

consideram que os Escape Room sejam mais interessantes online. Devido à situação do Covid-19 foi totalmente descartada a opção de um jogo físico e portanto a única opção seria criar um escape Room online. Com base nas respostas do grupo, foi desenvolvido um jogo online que transmitisse conceitos tecnológicos, esclarecendo alguns conceitos sobre a evolução da indústria e dos sistemas ciber-físicos.

Segundo Questionário

O segundo questionário inicia-se com algumas perguntas para averiguar se o grupo dispõem de interesse por temáticas de tecnologias ou engenharias. Porque um aluno que já não disponha de interesse por estas tecnologias poderá demonstrar mais resistência ao jogo. Contudo, todos os alunos do grupo testado afirmaram gostar de tecnologias e temas envolventes, mesmo que nem todos se encontrem a estudar engenharia.

Ainda neste questionário foram testados alguns conceitos abordados no jogo para verificar se os alunos realmente aprenderam com esta experiência. Foi verificado que a maior parte do grupo reteu os conhecimentos abordados ao longo do jogo, a margem de alunos que não responderam corretamente às questões colocadas é relativamente baixa.

Posteriormente foi questionado se o grupo gostou da experiência e o que poderia ser melhorado. Aqui foram dadas 3 opções do que poderia ser melhorado: conteúdos abordados, dificuldade do jogo e aspecto visual. Neste campo os alunos referiram que o aspecto visual e a jogabilidade poderia ser melhorada, como por exemplo: na sopa de letras do segundo nível deveria ser referido quantas palavras devem ser encontradas, pois este número não corresponde ao número de espaços da tabela a preencher (a primeira coluna da tabela apenas é para identificar qual revolução industrial é que as palavras seguinte se referem.) Esta questão já se encontra revolvida no jogo. A dificuldade do jogo foi considerada pela maioria do grupo, como um 4 numa escala até 5. Este foi um parâmetro bastante pensado ao longo da construção do jogo, tendo em conta que o grupo alvo varia de 15 a 18 anos, não era intencional realizar um jogo com uma dificuldade muito baixa. Acredita-se que isto tenha ocorrido devido ao facto de os alunos não terem conhecimento prévio dos conteúdos abordados. Comparativamente, apesar de a dificuldade ter sido considerada alta, também foi verificado que a maior parte dos alunos considera que o jogo foi esclarecedor e interessante, e até recomendariam o jogo a amigos.

Avaliação do jogo em contexto escolar - sala de aula

Conseguiu-se, através da Escola Global, que duas turmas do 9º. ano testassem o jogo em contexto de sala de aula. Estes testes ocorreram no mês de outubro, foi enviado o link do jogo, assim como um guião explicativo de como jogo deveria ser apresentado para o responsável pelas turmas que testaram o jogo. No primeiro dia foi obtido por parte da escola, o feedback de que os alunos consideraram a dificuldade do jogo bastante alta. Isto poderá ter acontecido pois o jogo realizado foi pensado para um público um pouco mais velho, alunos do secundário. Contudo, foi informado à escola que os professores poderiam ajudar os alunos a conseguirem terminar o jogo com mais facilidade. Os resultados do questionário final demonstram que realmente os alunos acharam o jogo difícil, no entanto também o consideraram interessante. Apesar de uma pequena percentagem de respostas afirmarem que não gostaram do jogo, foi verificado que também existe uma percentagem de alunos que já de partida referiu que não tinham interesse em temas tecnológicos. De uma forma geral, considera-se que o jogo teve um impacto positivo nos alunos, considerando que esta é a primeira versão. Claramente há algumas melhorias a realizar, principalmente em relação à dificuldade do jogo.

Resultados da avaliação ao jogo na Escola Global

O teste do jogo, inicialmente seria realizado nos dias 31 de Setembro e 1 de Outubro, por duas turmas pertencentes à Escola Global. No entanto esta data foi alterada para os dias 7 e 8 de outubro. Neste teste foram obtidas 22 respostas de alunos que frequentam a Escola Global. Estes alunos são um pouco mais novos que o público-alvo pretendido, no entanto a escola apenas deu a possibilidade de testar o jogo com estas turmas. As perguntas efetuadas foram iguais às do segundo questionário. Tendo em conta a diferença de idades, seria de esperar maior diferença nas respostas obtidas, mas verificaram-se resultados bastante similares.

Este teste ao jogo decorreu em dois dias diferentes, sendo que no primeiro dia muitos alunos não conseguiram ultrapassar os desafios do jogo, portanto no segundo dia foi dito ao responsável pela turma que poderia ajudar os alunos a terminarem o jogo.

Foi enviado um guião com toda a descrição do jogo e um tutorial de como passar os desafios do mesmo. Desta forma já foi possível que no segundo dia os alunos completassem todos os desafios do jogo e posteriormente respondessem ao questionário avaliativo do mesmo.

Tal como o questionário anterior, realizado com um grupo de teste piloto, o seguinte também é constituído por 3 secções.

Secção I

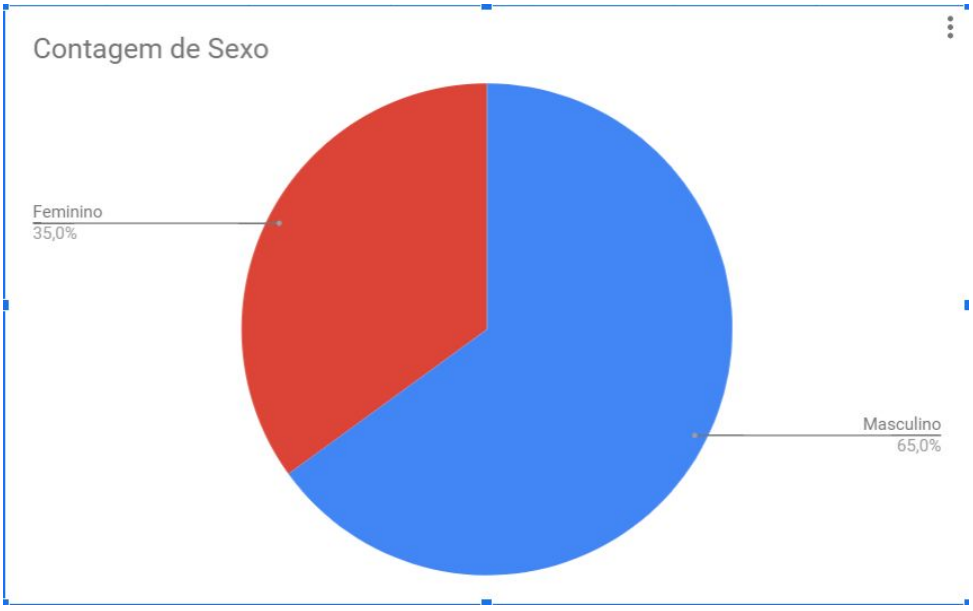


Gráfico 42 - Questionário Escola Global

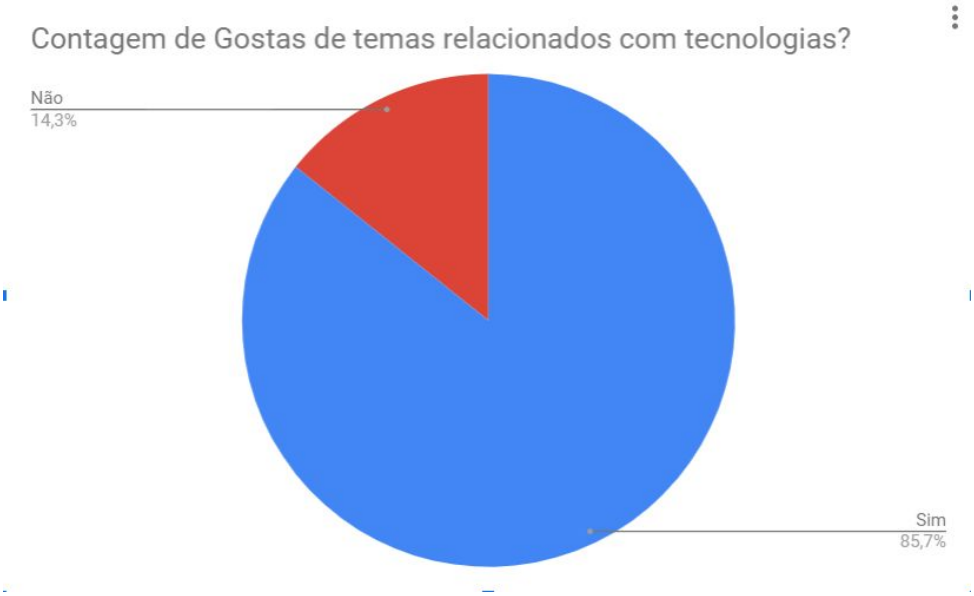


Gráfico 43 - Tecnologias

Este grupo de alunos respondeu na sua maioria, uma percentagem de 85,7%, que têm interesse e gosto por áreas tecnologias e relacionadas.

Secção II

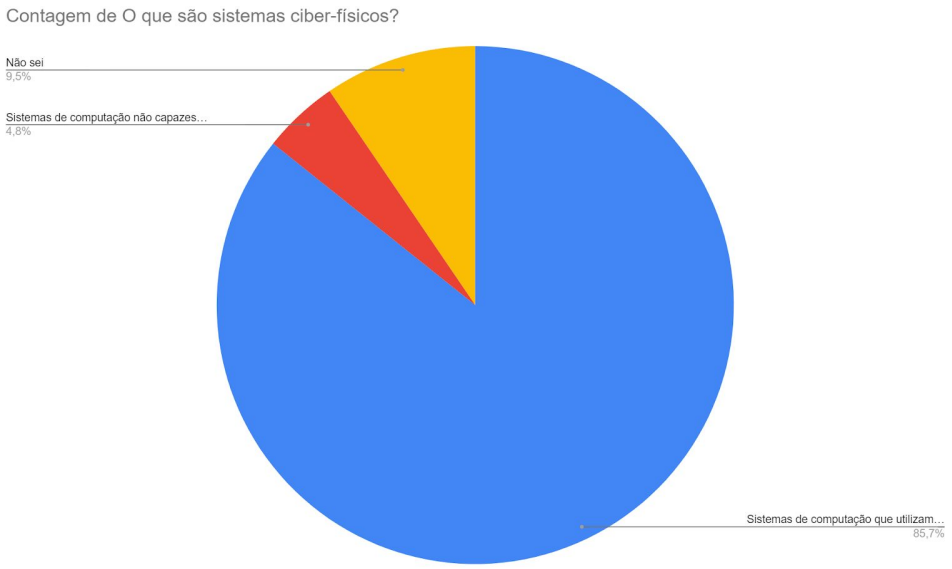


Gráfico 44 - O que são os sistemas Ciber-físicos

Na questão acima 85,7% dos alunos responderam acertadamente, sendo que apenas 4,8% responderam erradamente e os restantes 9,5% afirmaram não saber a resposta.

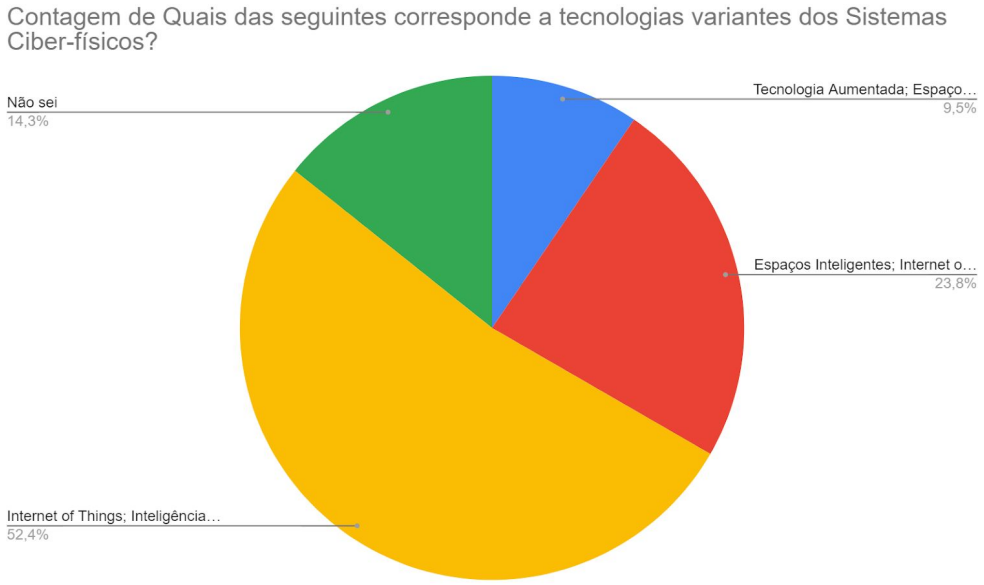


Gráfico 45 - Tecnologias variantes dos Ciber-físicos

Respostas possíveis: Internet of Things; Inteligência Artificial; Big Data;
Tecnologia Aumentada; Espaços Inteligentes; Tecnologia Mista;
Espaços Inteligentes; Internet of things; Inteligência tecnológica;
Não sei;
Nesta questão apenas um pouco mais da metade dos alunos responderam corretamente, ou seja 52,4% dos inquiridos sabiam a resposta certa. Esta questão pode induzir os alunos em erro, uma vez que as respostas são muito idênticas, alterando apenas o nome correto dos termos. Portanto 23,8% dos alunos responderam ”Espaços Inteligentes; Internet of things; Inteligência tecnológica;” e 9,5% considerou que a resposta correta fosse “Tecnologia Aumentada; Espaços Inteligentes; Tecnologia Mista;”, restando assim 14,3% dos alunos a admitirem que não sabem responder.

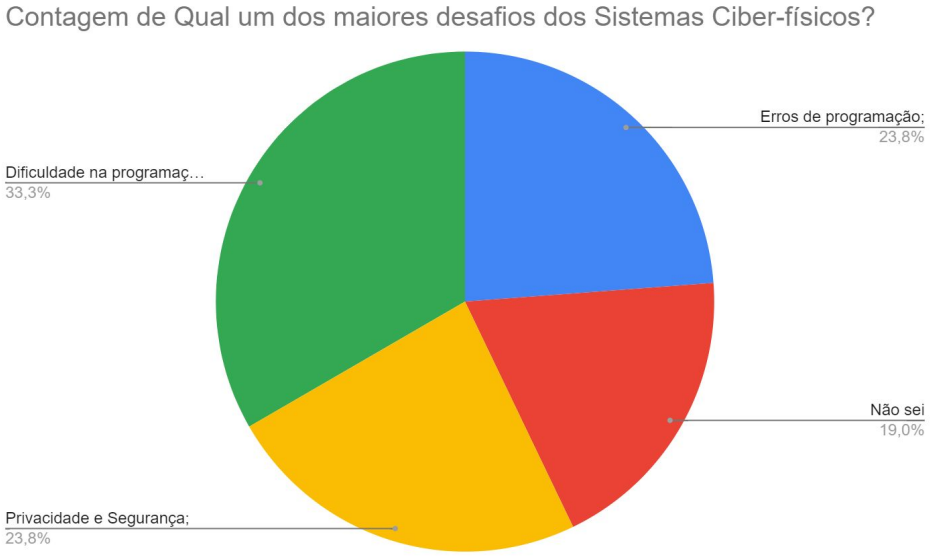


Gráfico 46 - Maiores desafios dos sistemas Ciber-físicos

A questão acima teve uma grande variedade de respostas, sendo assim apenas 23,8% dos alunos responderam corretamente. Sendo que 33,3% respondeu que seria “Dificuldade de programação”, 23,8% afirmou que seriam “Erros de programação ” e os restantes 19% não sabem a resposta.

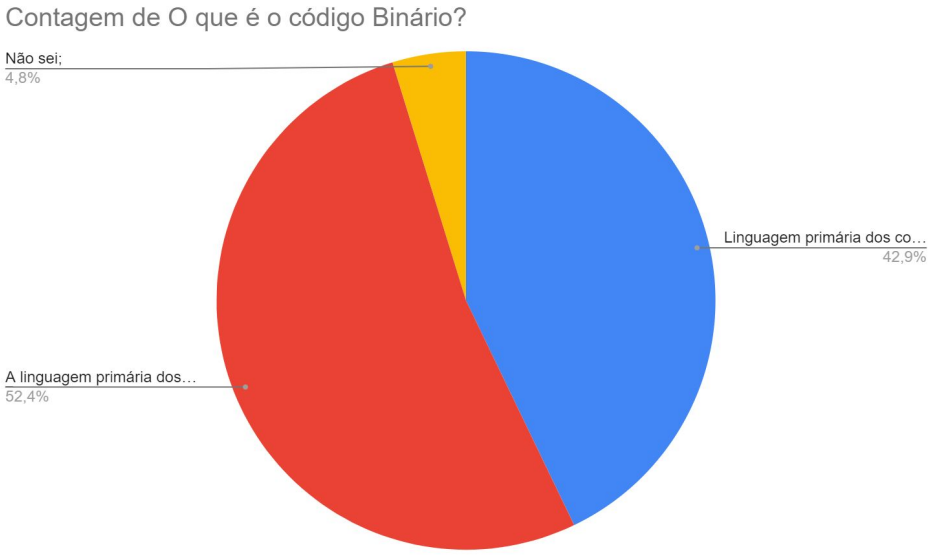


Gráfico 47 - O que é o código binário

A linguagem primária dos computadores;

Linguagem primária dos computadores com a sequência da letra "o" e número 1;

Não sei;

Esta seria outra questão que poderia levar os alunos a errarem na resposta, pois aqui eles teriam de saber com certeza que o código binário é baseado nos números 0 e 1, e não na letra “o” como uma das respostas sugeria (que 42,9% dos alunos considerou que fosse a resposta correta). Verificou-se que 52,4% responderam corretamente, deixando 4,9% dos inquiridos a afirmarem não saber a resposta.

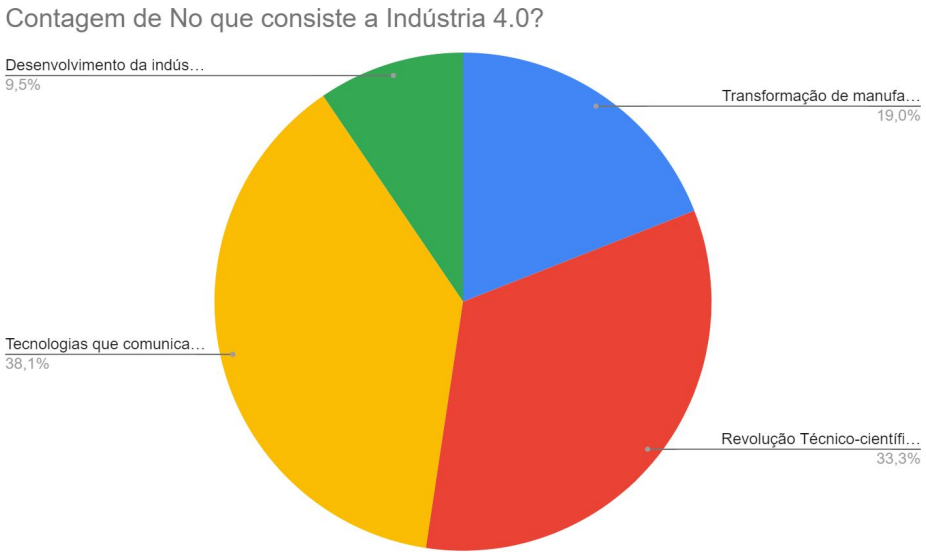


Gráfico 48 - Indústria 4.0

Transformação de indústria que incluiu a transição de métodos de produção artesanais para a produção por máquinas;

Revolução Técnico-científica.

Tecnologias que comunicam por sensores entre o mundo físico e virtual.

Desenvolvimento da indústria química, elétrica, de petróleo e de aço.

Acima verifica-se que existe mais uma questão com respostas muito variadas, significando que grande parte dos alunos não sabiam responder corretamente. Contudo, 38,1% dos alunos soube a resposta correta, 33,3 considerou que a resposta correta seria "Revolução Técnico-científica", 19% responderam "Transformação de manufatura que incluiu a transição de métodos de produção artesanais para a produção por máquinas" e 9,5% afirmaram erradamente que a resposta seria "Desenvolvimento da indústria química, elétrica, de petróleo e de aço".

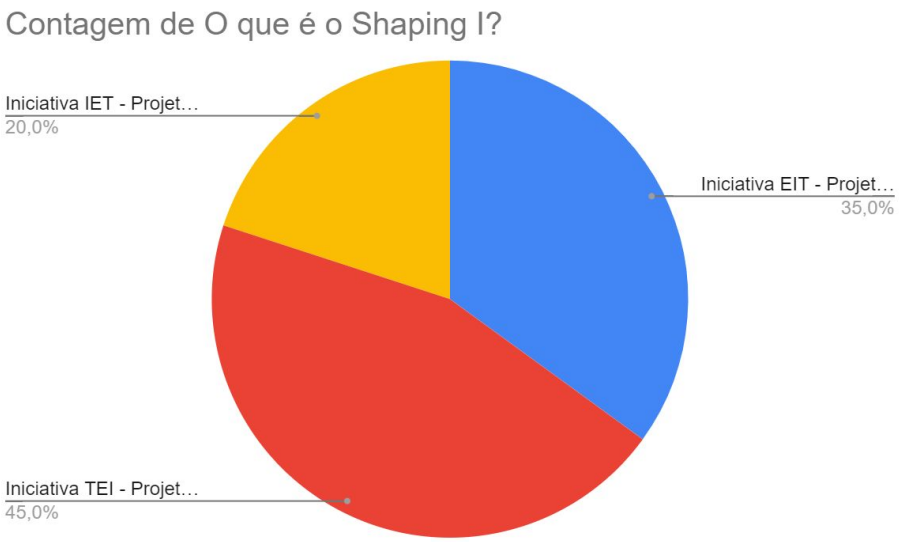


Gráfico 49 - ShapiNG I

Iniciativa EIT - Projeto visa chamar a atenção de jovens para a evolução da manufatura.

Iniciativa IET - Projeto trabalha questões da manufatura.

Iniciativa TEI - Projeto que estuda os sistemas Ciber-físicos.

Esta foi a última resposta desta secção e também a que obteve mais respostas erradas.

A resposta correta seria "Iniciativa EIT - Projeto visa chamar a atenção de jovens para a evolução da manufatura", que apenas 35% dos alunos responderam corretamente. A maioria dos alunos, 45%, respondeu que "Iniciativa TEI - Projeto que estuda os sistemas Ciber-físicos" seria a resposta correta, e os restantes 20% responderam "Iniciativa IET - Projeto trabalha questões da manufatura". Acredita-se que esta questão obteve respostas tão diversas porque os alunos não conseguiram decorar a sigla EIT.

Secção III

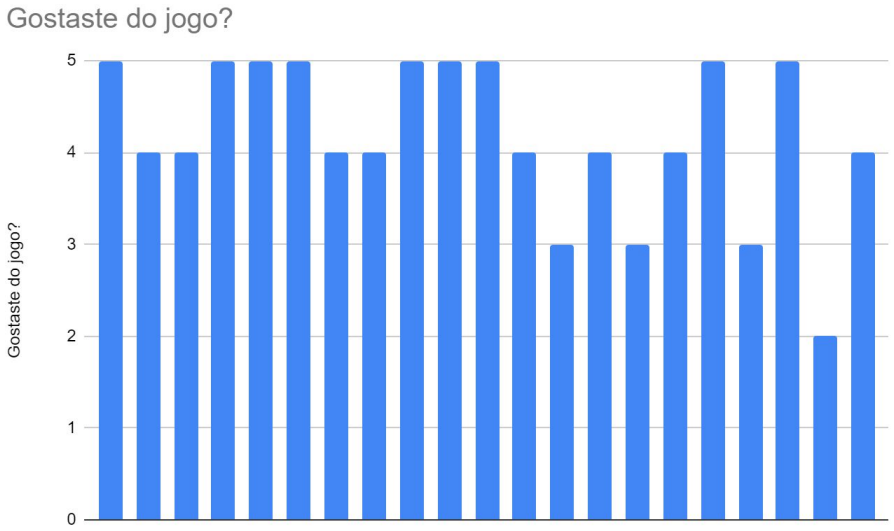


Gráfico 50 - Os inquiridos gostaram do jogo

As respostas a esta questão mostram que 42,8% dos alunos afirmaram que gostaram muito do jogo, 38% consideraram que gostaram, 14,2% mostraram-se neutros, deixando assim uma pequena percentagem de 4,7% que não gostou muito da atividade.



Gráfico 51 - Melhorias no jogo

A informação dada poderia ser mais aprofundada.

Aspecto visual.A dificuldade dos níveis.

O tempo do nível 2 poderia ser alargado.

A jogabilidade poderia ser melhorada.

Não sei o tempo do nível 2 deve ser alargado.
Acho que estava tudo excelente na minha opinião

Nesta questão várias foram as respostas dos alunos, no entanto a maioria das opiniões (42,9%) consideram que a dificuldade dos níveis poderia ser mais baixa, e 38,1% afirma que os aspeto visual poderia ser melhorado.



Gráfico 52 - Dificuldade do jogo

Verificou-se anteriormente que grande parte dos alunos considerou que a dificuldade do jogo alta, nesta questão verifica-se que 23,8% considera que a dificuldade do jogo é muito alta, 42,8% acha o jogo difícil, deixando apenas uma percentagem de que 19% considera a dificuldade mediana e 9,5% acha o jogo fácil.



Gráfico 53 - Conteúdos abordados

Segundo as respostas da questão acima 4,7% já conhecia todos os conteúdos abordados, 19% conhecia muitos dos conteúdos, 33,3% afirma conhecer alguns dos conteúdos, 28,5% admite não conhecer a maioria dos conteúdos e apenas 14,2% não conhecia quase nada do que foi abordado no jogo.

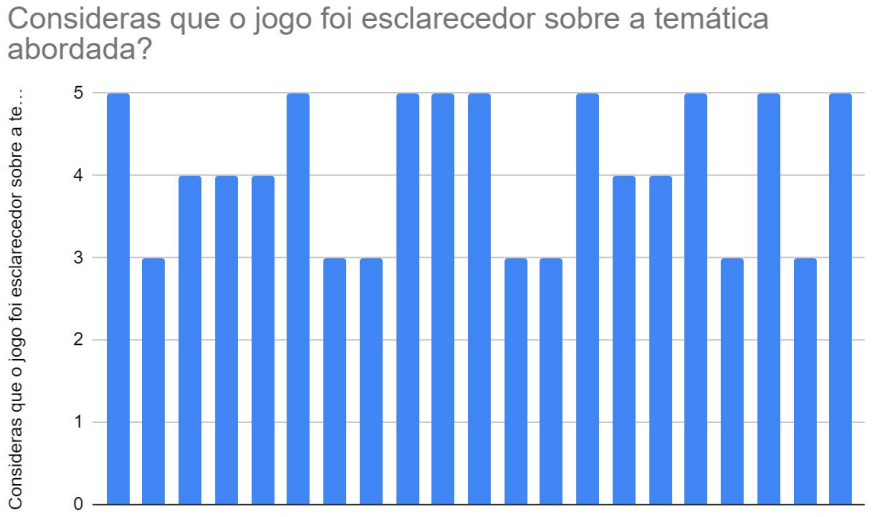


Gráfico 54 - O jogo foi esclarecedor

Para averiguar se os conteúdo foram bem transmitidos foi questionado aos alunos se se sentiram esclarecidos após terminarem o jogo. As respostas foram que 42,8% dos alunos considera o jogo muito esclarecedor, 23,8% considera o jogo esclarecedor e 33,3 responderam que ficaram mais ou menos esclarecidos.



Gráfico 55 - O jogo foi interessante

Nesta questão 38% considera o jogo muito interessante, 23,8 acha interessante, 28,8% sentem-se neutros, restando uma mínima percentagem de 9,5% que não acha o jogo muito interessante.

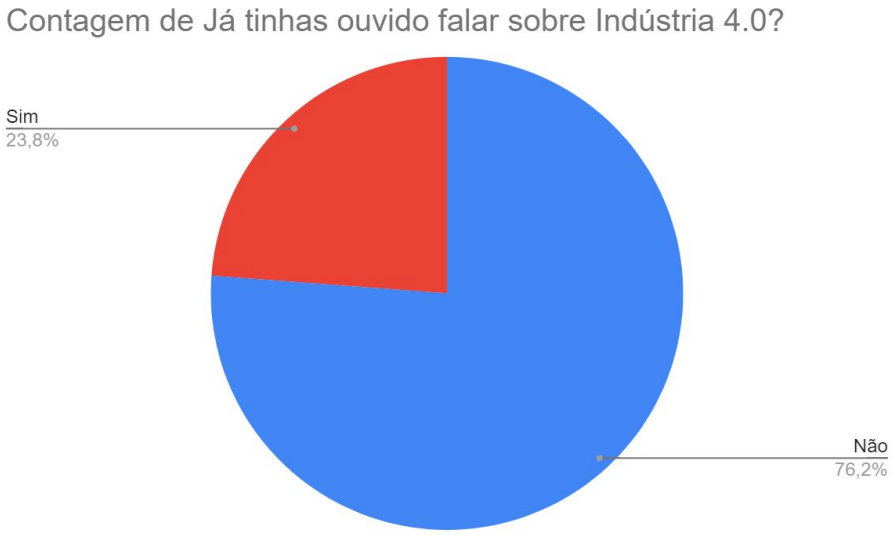


Gráfico 56 - Conhecimentos sobre a Indústria 4.0

Comparativamente ao questionário anterior com o grupo piloto, os alunos da escola Global admitem, igualmente, que não conheciam o termo Indústria 4.0. Portanto 76,2% afirmou que nunca tinha ouvido falar desse termo e 23,8% admite já saber o que é a Indústria 4.0.

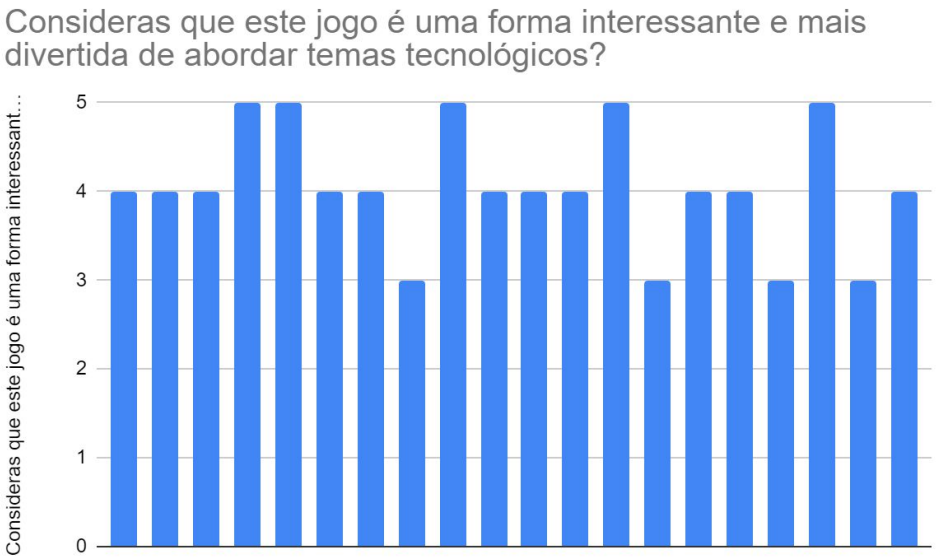


Gráfico 57 - O jogo como forma mais interessante de abordar temas tecnológicos

23,8% dos alunos afirmam que consideram o jogo como uma forma muito mais interessante, e 52,8% considera mais interessa de abordar estes temas, comparativamente a abordagens mais tradicionais. As restantes respostas (19%) assumiram-se mais neutras.

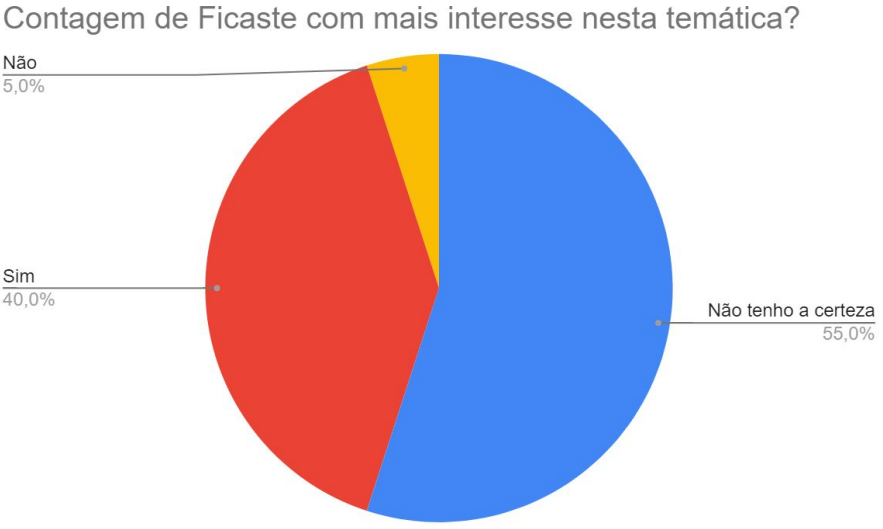


Gráfico 58 - Mais interesse na temática

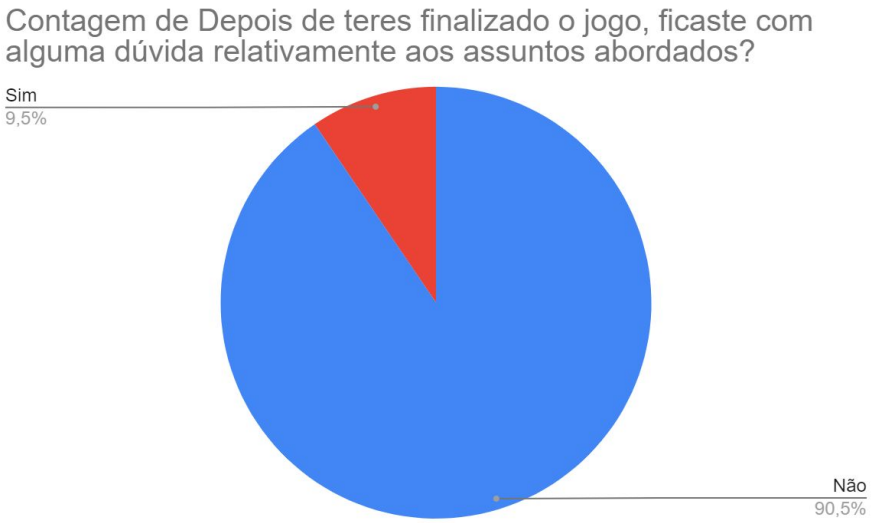


Gráfico 59 - Dúvida

4.4 Discussão

Como objetivo inicial desta dissertação pretendia-se criar um projeto interativo pensado para alunos do secundário e que lhes transmitisse conhecimentos sobre a indústria e os sistemas ciber-físicos. Foi então que se desenvolveu um jogo inspirado nos Escape Room.

Com os testes e avaliações realizadas até ao momento, este jogo revelou que foi possível ensinar conteúdos tecnológicos recorrendo a técnicas de ensino da educação 4.0. Ou seja este jogo permitiu que o aluno fosse a figura principal do seu próprio processo de aprendizagem, durante toda esta experiência não houve a presença de um professor que transmitisse os conteúdos de forma oral ou escrita. Todos os conteúdos aprendidos foram ensinados através do jogo que foi enviado aos alunos através de um link. Como abordado no capítulo "Gamificação na educação" e verificado nos questionários realizados, os alunos sentem maior motivação quando o método de aprendizagem é interativo. O facto de o jogo conter objetivos como passar ao nível seguinte aumenta a motivação do aluno para completar as tarefas realizadas. Segundo os grupos que responderam ao segundo questionário, esta experiência foi considerada interessante e mais divertida do que os método de ensino mais tradicionais. Com esta

dissertação e os questionários que foram realizados demonstraram que os alunos têm uma relação muito próxima com jogos e incluir atividades gamificadas no método educacional poderá melhorar a motivação e o interesse por algumas matérias e conteúdos.

Esta dissertação é apenas uma parte do projeto ShapiNG I e deverá ter continuidade mesmo a finalização desta dissertação. Durante o mês de outubro foram realizados testes avaliativos ao jogo numa escola portuguesa - Escola Global. Este teste inclui 2 turmas do 9º ano, alunos um pouco mais novos do que as idades pretendidas para o estudo, no entanto a diferença de idades é de apenas um ano e poderá não fazer tanta diferença nos resultados finais. O jogo desenvolvido será também testado na escola Secundária de Gondomar, assim como em escolas na Grécia e Espanha, por esse motivo todo o jogo passou por um processo de tradução. Estes resultados serão comparados com as respostas do primeiro grupo, o que tornará esta investigação mais completa para ser incluída no ShapiNG I.

5 Conclusões e Trabalho Futuro

Este projeto propõe algo inovador para o que se tem feito em Portugal relacionada com as áreas de engenharia.

Não há conhecimento de projetos com a mesma proposta, de ensinar conceitos de engenharia, sistemas ciber-físicos e indústria no nosso país, e como tal, é necessário que haja mais investimento para tais áreas. A evolução económica de portugal também passa pela evolução tecnológica e a capacidade que temos de lidar com o mercado futuro.

Esta dissertação propôs esclarecer alguns conceitos sobre engenharia e desmitificar o que são os sistemas ciber-físicos, a fim de talvez incentivar jovens para estudarem áreas de engenharias.

Foi desenvolvido um jogo sobre a indústria e os sistemas Ciber-físicos, com o objetivo de ensinar alguns conceitos destes temas a alunos do ensino secundário. Este jogo está dividido em três níveis, cada um com objetivos diferentes, iniciando-se por introduzir o tema, seguindo para mostrar a evolução industrial e finalizando-se a rever conceitos e a indicando algumas

profissões futuras. Os níveis foram decididos desta forma porque, primeiramente seria importante introduzir o tema principal (nível 1), depois e uma vez que a temática da indústria é bastante importante nesta dissertação, foi decidido que o nível 2 seria a abordar a evolução tecnológica e o terceiro nível foi pensado para esclarecer algumas profissões relacionadas com os sistemas Ciber-físicos. Após o jogo estar finalizado, foram realizados 2 testes, para perceber se o jogo é interessante, quais as falhas presentes e o que poderia ser melhorado.

Como conclusão destes questionários, verificou-se que os inquiridos foram bastante receptivos ao jogo, as respostas obtidas mostram que houve um real interesse pela atividade e que os alunos gostaram da experiência. Relativamente aos conhecimentos obtidos através do jogo, os resultados dos questionários mostram que poderiam ter sido melhores, no entanto várias questões induziram em erro, ou seja a probabilidade de os alunos não responderem corretamente nessas questões era maior. Contudo, algumas possíveis melhorias foram apontadas, tais como a dificuldade do jogo poderia ter sido diminuída, e a timeline do segundo nível poderia ser ajustada para uma animação em vídeo, pois tornaria o jogo mais apelativo.

Futuramente, pretende-se utilizar a versão mais atualizada do jogo totalmente em inglês de modo a que este seja possível a utilização do mesmo em escolas fora de Portugal, isto porque este jogo pertence ao projeto Shaping I. Poderão também serem realizadas algumas alterações ao jogo de modo a reduzir a dificuldade do mesmo e ainda melhorar a jogabilidade. Tendo em conta que esta foi uma primeira versão do jogo, o feedback obtido nos questionários determinará as alterações a serem efetuadas no mesmo.

6 Anexos

Jogo desenvolvido

http://sistema-ciberfisico-ojogo.fun/

Primeiro Questionário

Questões:

1. Sexo
2. Idade
3. Ano Escolar
4. Área de Formação Secundária
5. Qual o motivo que te levou a escolher essa área?
6. Gostavas de ir para licenciatura relacionada com tecnologia?
7. Já tinhas ouvido falar sobre a Indústria 4.0?
8. Consideras interessante esta temática?
9. Consideras necessário manter os jovens informados sobre a evolução tecnológica?
10. Gostavas de saber mais sobre robótica?
11. Consideras que os alunos do secundário já deveriam ter boas bases sobre programação?
12. Costumas utilizar os jogos como forma de entretenimento?
13. Já utilizaste algum jogo como forma de aprendizagem ?
14. Que tipo de jogos preferes?
15. O que é mais apelativo?
16. Já tiveste aulas onde utilizaram jogos?
17. Consideras que os jogos deveriam ser mais utilizados nas salas de aula?
18. Já experimentaste jogos de Escape Room?
19. Achas que os Escapes Rooms são mais interessantes online?
20. Gostarias que esses jogos fossem usados como forma de ensino?
21. Consideras mais interessante aprender através de um jogo de computador, ou um jogo com objetos físicos?

https://docs.google.com/forms/d/1W9s6tAhSweS0uPenwkx6KTTcfSfB9WZtR4A2nhf8wbc/edit

Segundos Questionário

Questões:

1. Sexo
2. Idade
3. Ano Escolar
4. Área de Formação Secundária
5. Qual o motivo que te levou a escolher essa área?
6. Gostas de temas relacionados com tecnologias?
7. O que são sistemas ciber-físicos?
8. Quais das seguintes corresponde a tecnologias variantes dos Sistemas Ciber-físicos?
9. Qual um dos maiores desafios dos Sistemas Ciber-físicos?
10. O que é o código Binário?
11. No que consiste a Indústria 4.0?
12. O que é o Shaping I?
13. Gostaste do jogo?
14. Qual aspecto é que consideras que poderia ser melhorado?
15. Justifica caso na questão anterior tenhas assinalado "Outros"
16. Para ti, qual foi o nível de dificuldade do jogo
17. Já conhecias os conteúdos abordados?
18. Consideras que o jogo foi esclarecedor sobre a temática abordada?
19. Consideras que o jogo é interessante?
20. Já tinhas ouvido falar sobre Indústria 4.0?
21. Consideras que este jogo é uma forma interessante e mais divertida de abordar temas tecnológicos?
22. Ficaste com mais interesse nesta temática?
23. Gostarias que houvessem mais níveis de forma a haver mais conteúdo sobre os sistemas ciber-físicos?
24. Depois de teres finalizado o jogo, ficaste com alguma dúvida relativamente aos assuntos abordados?
25. Se sim, quais?
26. Recomendarias este jogo a algum amigo?

https://docs.google.com/forms/d/1duXEZwg1EXCgmHtAW35aaMssP8apyO_E26X6zT_uqk8/edit

7 Referências

Adhani, N., & Rambli, D. (2012). A survey of mobile augmented reality applications ... https://www.researchgate.net/publication/309589617_A_survey_of_mobile_augmented_reality_applications

Allgöwer, F., Sousa, J. B. de, Kapinski, J., Mosterman, P., Oehlerking, J., Panciatici, P., … Wenzelburger, P. (2019, June 13). Position paper on the challenges posed by modern applications to cyber-physical systems theory. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751570X19300603

Anastasiadis, T., Lampropoulos, G., & Siakas, K. (2018). Digital Game-based Learning and Serious Games in Education [Ebook]. Retrieved 20 April 2020, from https://ijasre.net/index.php/ijasre/article/view/814.

Australia, 3. (2020). 3D Printers in Education | 3D Printing Systems Australia. Acedido em 19 de novembro de 2019. https://3dprintingsystems.com/education/

Bee, J., Bagheri, B. and Jin, C., 2016. Introdution To Cyber Manufacturing.

Birk, J., & Grimheden, M. (2016). Strategies and considerations in shaping cyber-physical systems education | ACM SIGBED Review.

Dawn, T. (2019). Cyber-Physical Manufacturing Systems [Ebook]. Retrieved 16 May 2020, from https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-control-053018-023652.

de Luise, D., Gelvez, J., Borromeo, N., Maguet, L., & Dima, L. (2015). Multimedia as a Tool for Leaning Engineering.

Referências

Demchenko, Y., de Laat, C. and Membrey, P., 2018. Defining Architecture Components Of The Big Data Ecosystem. 5th International Conference on Information, Cybernetics, and Computational Social Systems.

Eskicioglu, A. and Kopec, D., 2003. The Ideal Multimedia-Enabled Classroom: Perspectives From Psychology, Education And Information Science. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia.

Filippov, S. A., & Fradkov, A. L. (2009). Cyber-physical laboratory based on LEGO Mindstorms NXT - First Steps https://www.researchgate.net/publication/224601149_Cyber-physical_laboratory_based_on_LEGO_Mindstorms_NXT_-_First_steps

Grimheden , M., Törngren, M., Birk , W., & Gustafsson, J. (n.d.). Strategies and considerations in shaping Cyber-Physical http://sigbed.seas.upenn.edu/archives/2016-10/7_Torngrenetal_20161007.pdf

Gunawardhana, P. (n.d.). Using Multimedia as an Education Tool. Retrieved from https://www.academia.edu/24684294/Using_Multimedia_as_an_Education_Tool

History.com. (2009). Retrieved 21 January 2020, from https://www.history.com/topics/industrial-revolution/industrial-revolution.

https://dl.acm.org/doi/10.1145/3036686.3036693

Keser, H., & Semerci, A. (2019). Technology trends, Education 4.0 and beyond. Contemporary Educational Researches Journal, 9(3), 39–49. doi: 10.18844/cerj.v9i3.4269

Laamarti, F., Eid, M., & El Saddik, A. (2014). An Overview of Serious Games [Ebook]. Retrieved 7 March 2020, from https://www.hindawi.com/journals/ijcgt/2014/358152/.

Lee, J., Bagheri, B., & Jin, C. (2016). Introduction to cyber manufacturing. Manufacturing Letters, 8, 11–15. doi: 10.1016/j.mfglet.2016.05.002

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. (2014). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems [Ebook]. Retrieved 11 May 2020, from http://alvarestech.com/temp/Industria4.0/2019/ArquiteturaCPS.pdf.

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 18–23. doi: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001

Manuri, F., & Sanna, A. (n.d.). A Survey of Augmented Reality. Retrieved from http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf

Mourtzis, D., Vlachou, E., Dimitrakopoul, G. and Zogopoulos, V., 2018. Cyber- Physical Systems And Education 4.0 –The Teaching Factory 4.0 Concept.

Oliveira, S., n.d. Nodel4.0: Integrando Sistemas Legados À Indústria 4.0. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada.

Peykova, M., Graf, M., & Le Thanh, T. T. (2014-2015.). Gamification as the innovative approach in education and the impact of the XP-based grading system on student motivation. https://www.academia.edu/14980265/Gamification_as_the_innovative_approach_in_education_and_the_impact_of_the_XP-based_grading_system_on_student_motivation

Rajkumar, R., Lee, I., Sha, L., & Stankovic, J. (2020). Cyber-physical systems: The next computing revolution - IEEE Conference Publication. https://ieeexplore.ieee.org/document/5523280

Rojko, A. Industry 4.0 Concept: Background and Overview [Ebook]. Retrieved 20 March 2020, from https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/7072.

Stott, A., & Neustaedter, C. Analysis of Gamification in Education [Ebook]. Retrieved 4 March 2020, from http://clab.iat.sfu.ca/pubs/Stott-Gamification.pdf.

Tilbury, D., 2020. Cyber-Physical Manufacturing Systems. [ebook] Available at: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-control-053018-023652> [Accessed 25 August 2020].

Referências

Topˆırceanu, A. (2017). Gamified learning: A role-playing approach to increase student in-class motivation [Ebook]. Retrieved 20 March 2020

Wang, S., Wan, J., Li, D. and Zhang, C., 2016. Implementing Smart Factory Of Industrie 4.0: An Outlook. [ebook] Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1155/2016/3159805> [Accessed 22 June 2020].

Wong, N., & Cheng, H. (2016). CPSBot: A low-cost reconfigurable and 3D-printable ... https://www.researchgate.net/publication/308990465_CPSBot_A_low-cost_reconfigurable_and_3D-printable_robotics_kit_for_education_and_research_on_cyber-physical_systems