



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**FILIFE RAMIRO
TAVARES MOREIRA**

**A INTERNET DAS COISAS EM CONTEXTOS DE
EDUCAÇÃO: TECNOLOGIAS, POTENCIALIDADES,
DESAFIOS E MUDANÇAS DE PARADIGMAS**



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**FILIPPE RAMIRO
TAVARES MOREIRA**

**A INTERNET DAS COISAS EM CONTEXTOS DE
EDUCAÇÃO: TECNOLOGIAS, POTENCIALIDADES,
DESAFIOS E MUDANÇAS DE PARADIGMAS**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Multimédia em Educação, realizada sob a orientação científica do Doutor Mário Jorge Rodrigues Martins Vairinhos, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e coorientação do Doutor Fernando Manuel dos Santos Ramos, Professor Catedrático do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

Apoio financeiro da FCT no âmbito
do programa TELSC com a bolsa
PD/BD/135202/2017

Dedico este trabalho a Stanislav Petrov e aos bons Professores que tive e que me permitiram projetar o futuro.

o júri

presidente

Doutor Armando Jorge Domingues Silvestre
professor catedrático, Universidade de Aveiro

Doutor Fernando Joaquim Lopes Moreira
professor catedrático, Universidade Portucalense Infante D. Henrique

Doutor António Manuel Valente de Andrade
professor associado, Universidade Católica Portuguesa

Doutor Pedro Sérgio Oliveira Branco
professor auxiliar, Universidade do Minho

Doutor Mário Jorge Rodrigues Martins Vairinhos
professor auxiliar, Universidade de Aveiro (orientador)

Doutora Lúcia Maria Teixeira Pombo
investigadora auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

À minha família, amigos e colegas (tanto do programa doutoral como do centro de investigação DigiMedia – Digital Media and Interaction Research Centre) que me acompanharam desde o início e sempre me deram todo o apoio.

Aos alunos e professores do Agrupamento de Escolas de Aveiro pela disponibilidade e contribuição essencial.

A toda a equipa da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro pelo apoio, ajuda, oportunidade e disponibilidade, sem os quais seria impossível a realização do estudo.

Por último, mas dos mais especiais agradecimentos, aos meus orientadores, Professor Doutor Mário Vairinhos e Professor Doutor Fernando Ramos pelo constante apoio, acompanhamento e acima de tudo pela oportunidade que me proporcionaram de desenvolver conhecimento nesta área de estudo e pela partilha de experiência sem a qual teria sido impossível todo este trabalho.

palavras-chave

Tecnologias em Educação, Internet das Coisas, 3.º Ciclo do Ensino Básico, Sensores, Fluxos de Dados Abertos.

resumo

As tecnologias de Internet das Coisas (IdC) têm sido consideradas com grande expectativa. De tal forma que se tem perspectivado que o seu impacto na sociedade será comparável ao da Revolução Industrial do século XVIII. Assim, estima-se que a Educação não seja exceção, perspectivando-se que o potencial destas tecnologias resulte da capacidade de amplificação do acesso a informação relevante para a construção de conhecimento com base no contexto específico do utilizador (ex.: geolocalização, sensores, fluxos de dados abertos, etc.).

Neste quadro, surgiu esta investigação de doutoramento que pretendeu estudar o uso da IdC, nas dimensões teórica e prática, como recurso didático promotor de aprendizagens interdisciplinares em contextos educativos do 3.º Ciclo do Ensino Básico, com ênfase nos conteúdos programáticos das áreas disciplinares de Matemática, Ciências Naturais, Geografia e Físico-Química, tendo como questão de investigação: Que propriedades educativas, tecnológicas, sociais e culturais deverá ter um sistema baseado na IdC para a promoção de abordagens interdisciplinares em contextos educativos não-formais no 3.ºCEB?

Os resultados evidenciaram que os alunos tendem a preferir sistemas que permitam a obtenção de dados locais, contextualizados com o meio envolvente e com os quais tenham afinidade resultante do processo de construção do mesmo, por oposição a sistemas que permitem o acesso a dados distantes da realidade dos alunos. Verificou-se, ainda, que os alunos tendem a revelar mais interesse quando vivenciam experiências próximas da hipersituação.

Salienta-se que o conceito de hipersituação tem sido indicado por diversos autores como a potencialidade mais relevante destas tecnologias para a Educação. Daí que neste estudo se tenha desenvolvido a sua definição e aprofundado o conceito de experiência hipersituada.

Os resultados obtidos com os alunos foram corroborados pelos docentes envolvidos, que manifestaram interesse em continuar a usar estas tecnologias como recurso didático nas suas aulas por consideraram uma mais-valia nos processos de ensino de e aprendizagem. No entanto, expressaram a necessidade de formação e disponibilização de recursos.

keywords

Technologies in Education, Internet of Things, 3rd Cycle of Basic Education, Sensors, Open Data Streams.

abstract

Internet of Things (IoT) technologies have been considered with great expectation. So much so that their impact on society has been expected to be comparable to that of the Industrial Revolution of the 18th century. Thus, it is estimated that education is no exception, the potential of these technologies is expected to result from the ability to amplify access to relevant information to the construction of knowledge based on the specific context of the user (e.g. geolocation, sensors, open data streams, etc.).

In this context, this PhD research has arisen to study the use of IoT, in both theoretical and practical dimensions, as a didactic resource to promote interdisciplinary learning in educational contexts of the Portuguese 3rd Cycle of Basic Education (7th to 9th grade), with emphasis on the programmatic contents of the disciplinary areas of Mathematics, Natural Sciences, Geography and Physical-Chemistry, having as a question of research: What educational, technological, social and cultural properties should an IoT-based system have for the promotion of interdisciplinary approaches in non-formal educational contexts in the 3rd Cycle of Basic Education?

The results highlighted that students tend to prefer systems that allow obtaining local data, contextualized with the environment and with which they have an affinity resulting from the process of its construction. It was also found that students tend to present more satisfactory results when they experience hypersituation.

It should be noted that the concept of hypersituation has been indicated by several authors as the most relevant potentiality of these technologies for Education. Therefore, this study has developed its definition and deepened the concept of hypersituated experience.

The results obtained with the students were corroborated by the teachers involved, who showed interest in continuing to use these technologies as a didactic resource in their classes because they considered an added value in the teaching and learning processes. However, they expressed the need for training and provision of resources.

Índice

Índice de Figuras.....	iv
Índice de Quadros.....	vi
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	viii
Introdução.....	1
Contextualização e pertinência do estudo.....	1
Questão de Investigação e Objetivos do Estudo	9
Descrição do documento	10
Capítulo 1 – A Internet das Coisas.....	12
1.1 Definição de conceito.....	12
1.1.1 Revisão histórica	14
1.1.2 Na atualidade.....	22
1.1.3 Arquitetura	26
1.2 Internet das Coisas em Educação	28
1.2.1 Atualidade e perspetivas	32
1.2.2 Potencialidades em contextos educativos.....	35
1.2.3 Desafios em contextos educativos.....	47
1.2.4 Casos testados de utilização da IdC em contextos educativos	49
1.2.5 Fatores chave para a aplicabilidade em contextos educativos.....	51
1.3 Soluções tecnológicas para utilização da IdC	52
1.3.1 Com dispositivos locais.....	53
1.3.2 Com Open Data.....	55
1.3.3 Mista.....	57
Capítulo 2 - Procedimentos e metodologias adotadas.....	59
2.1 Abordagem metodológica	60
2.1.1 Constrangimentos e limitações da DBR.....	67
2.1.2 Justificação para a opção por esta abordagem metodológica	69
2.2 Metodologia projetual	73
2.2.1 Design Centrado no Utilizador	74
2.2.2 Design da Experiência.....	75
2.3 Etapas do trabalho de campo	80
Capítulo 3 – Desenvolvimento de recursos didáticos e tecnológicos	90
3.1 Desenvolvimento e validação das tarefas	90
3.1.1 Princípios orientadores.....	92
3.1.2 Desenvolvimento	92
3.1.3 Validação	93

3.2 Desenvolvimento de recursos para aplicação da IdC em contextos educativos	94
3.2.1 Princípios orientadores.....	97
3.2.2 Estratégia de desenvolvimento do sistema IdC	98
3.3 Desenvolvimento do sistema	100
3.3.1 Hardware	101
Características.....	103
3.3.2 Software.....	108
3.3.3 Dashboard	109
3.4 Validação do sistema IdC em contexto controlado	110
3.5 Seleção de plataformas de dados abertos	113
Capítulo 4 – Estudo com utilizadores em contexto real de educação	115
4.1 Contexto de intervenção	115
4.2 Descrição do estudo.....	121
Capítulo 5 – Resultados – Dos recursos desenvolvidos à IdC em Educação	132
5.1 – Sistema IdC desenvolvido	132
Satisfação geral.....	133
Facilidade de construção.....	137
Experiência de uso	138
Gestão de dados no Dashboard.....	143
Características físicas	144
5.2 – Aplicação dos recursos em contextos educativos.....	146
Capítulo 6 – Conclusões e considerações finais	154
6.1 Síntese das Principais Conclusões.....	154
6.1.1 Desempenho e aplicação dos recursos desenvolvidos em contextos educativos.....	154
6.1.2 Perceções e opiniões dos professores envolvidos	156
6.1.3 Perceções e opiniões dos alunos envolvidos	159
6.2 Implicações e Considerações Finais	159
6.3 Limitações do Estudo	164
6.4 Propostas para Futuras Investigações Decorrentes do Presente Estudo.....	165
Referências.....	169
Apêndices.....	184
Apêndice 1 - Conteúdos programáticos por disciplina	184
Apêndice 2 - Guião de análise documental	189
Apêndice 3 - Guião de análise documental para projetos	191
Apêndice 4 - Guião focus group.....	193
Apêndice 5 - Guião análise tecnologias IdC.....	198
Apêndice 6 - Guião construção sistemas IdC e estufas (DVD ROM)	203
Apêndice 7 - Guião didático para professores e alunos (DVD ROM)	204
Apêndice 8 - Questionários iniciais para professores e alunos	205

Apêndice 9 - Questionários final para professores.....	216
Apêndice 10 - Questionário final para alunos	225
Apêndice 11 - Guião de observação	233
Apêndice 12 - Conteúdos passíveis de serem abordados com IdC (DVD ROM)	235
Apêndice 13 - Documento para autorização de participação nos questionários.....	236
Apêndice 14 - Quadros relativos aos resultados	237
Anexos.....	251
Anexo 1 - Condições para produção do cebolo.....	251

Índice de Figuras

Figura 1 - Tendências de pesquisa global de IoT através do Google (Fonte: Google Trends)	3
Figura 2 – <i>Hype Cycle</i> para as tecnologias emergentes da Gartner (M. WALKER ET AL., 2016)	4
Figura 3 - Proporção de agregados familiares com ligação à Internet, Portugal e UE-28(INE, 2019).....	6
Figura 4 - Esquematização de TUI por (Ishii, 2008)	20
Figura 5 – SandScape, adaptado de Ishii (2008)	20
<i>Figura 6- “Internet of Things” paradigma, como resultado da convergência de diferentes visões de Atzori et al. (2010)</i> 23	
Figura 7 - Arquitetura de rede de IdC por Atzori et al. (2010)	26
Figura 8 - Dimensões da IdC (retirado de Vongsingthong & Smanchat (2014, p.360)	27
Figura 9 - Expansão das Tecnologias para Educação por Huang et al (2019)	30
<i>Figura 10 - A IdC na educação – perspectivas de utilização</i>	34
<i>Figura 11 - Situação</i>	41
<i>Figura 12 - Hipersituação</i>	41
Figura 14- Abordagem DBR por Kneubil & Pietrocola (2017)	63
Figura 15 - Abordagem DBR por Fraefel (2014)	64
<i>Figura 16 - Diferenças entre pesquisa de design e pesquisa preditiva por Reeves (2006)</i>	66
<i>Figura 17 - Esquema seguido para a investigação</i>	71
Figura 18 - Pirâmide das necessidades do utilizador por Walter (2013)	73
Figura 19 - Processo de DCU de acordo com a Encyclopedia of Human-Computer Interaction.	77
<i>Figura 20 - Esquema de Cooper et all (2014) para criar um produto digital de sucesso.</i>	79
<i>Figura 21 - Protótipo do dispositivo PAprlCa 3</i>	98
<i>Figura 22 - Estufa desenvolvida no âmbito do projeto.</i>	100
Figura 23 - Esquema ilustrativo do sistema PAprlCa 3.....	101
Figura 24 - Ilustração do dispositivo PAprlCa3.....	106
Figura 25 - Modelo 3D do corpo do dispositivo	107
Figura 26 - Versão completa do PAprlCa3	107
<i>Figura 27 - Amostra do IDE do Arduino</i>	108
Figura 28 - Exemplo de dashboard criado na plataforma ThingsBoard.....	110

Figura 29 - Abordagem com, sobre e para as TIC	122
Figura 30- Sessão sobre Arduino com alunos do Grupo 1	125
Figura 31 - Montagem das estufas pelos alunos do Grupo 1.....	126
Figura 32 - Modelação 3D com Tinkercad.....	127
Figura 33 - Modelação do corpo do dispositivo.....	128
Figura 34 - Desenvolvimento de dashboards.....	129
Figura 35 - Realização de tarefas com análise de dados de IdC.....	130
Figura 36 - Nível de satisfação com o sistema IdC	133
Figura 37 - Motivação dos alunos para a utilização do sistema IdC	134
Figura 38 – Utilização Futura do sistema IdC.....	135
Figura 39 - Sistema IdC para a Promoção de Ciências	136
Figura 40 - Opiniões dos Alunos sobre a intuitividade da ligação dos vários componentes do Dispositivo.....	137
Figura 41 - Facilidade de utilização do dispositivo.....	138
Figura 42 - Perceção dos docentes relativamente à utilização do dispositivo IdC pelos alunos	139
Figura 43 - Dificuldade em ligar o dispositivo	140
Figura 44 - Facilidade em desligar o dispositivo	140
Figura 45 – Dificuldade em conectar o dispositivo à Internet	141
Figura 46 - Facilidade em aceder à plataforma de dados	142
Figura 47 – Intuitividade da plataforma para visualização dos dados	142
Figura 48 – Acesso ao histórico de dados na Plataforma (dificuldade)	143
Figura 50 - Satisfação relativamente às dimensões físicas do dispositivo.....	145
Figura 51 - Satisfação relativamente à portabilidade do dispositivo.....	145
Figura 52 - Grau de satisfação com as tarefas realizadas com os dados da IdC na sala de aula.....	148
Figura 53 - Opiniões dos alunos sobre as tarefas realizadas com os dados da IdC na sala de aula.....	149
Figura 54 - Opiniões dos alunos sobre a motivação para realizar as tarefas com os dados da IdC na sala de aula	150
Figura 55 – Opiniões dos alunos sobre os contextos educativos.....	152

Índice de Quadros

<i>Quadro 1 - Unidades IdC instaladas segundo perspectiva da Gartner (milhões de unidades)</i>	4
<i>Quadro 2 - Unidades IdC instaladas segundo perspectiva da IOT Analytics (milhões de unidades)</i>	5
<i>Quadro 3 - Projetos desenvolvidos envolvendo a IdC como recurso didático</i>	50
<i>Quadro 4 - Exemplos de instituições que partilham dados abertos</i>	55
Quadro 5- Etapas do estudo e respetivos objetivos e instrumentos de avaliação utilizados.....	80
Quadro 6 - Conteúdos curriculares abordados nas tarefas	93
<i>Quadro 7 -Tecnologias com potencial de facilitar a introdução da IdC em contextos educativos</i>	94
Quadro 8 - Plataformas de visualização de dados e suas características	95
<i>Quadro 9 - Componentes e quantidades necessários para a construção do dispositivo PAprlCa3</i>	103
<i>Quadro 10 - Especificações técnicas do Arduino Uno</i>	105
<i>Quadro 11 - Fontes de dados abertos e atualizados constantemente utilizadas nas tarefas desenvolvidas</i>	114
<i>Quadro 12 -Equipamentos que os alunos possuem e/ou que podem utilizar</i>	118
<i>Quadro 13 - Meio de acesso à Internet</i>	119
<i>Quadro 14 - Número de horas que os alunos passam na Internet</i>	119
<i>Quadro 15 - Atividades desenvolvidas por Grupo de alunos</i>	123
Quadro 16- Nível de satisfação com o sistema IdC.....	237
Quadro 17 - Motivação dos alunos para a utilização do sistema IdC	237
Quadro 18 - Utilização futura do sistema IdC.....	237
Quadro 19 -Sistema IdC para a promoção de ciências	238
Quadro 20- Opiniões dos alunos sobre a intuitividade da ligação dos vários componentes do dispositivo	239
Quadro 21 - Facilidade de utilização do dispositivo - Alunos e Docentes.....	239
Quadro 22 - Perceção dos docentes relativamente à utilização do dispositivo IdC pelos alunos	240
Quadro 23 – Dificuldade em ligar o dispositivo	240
Quadro 24 - Facilidade de desligar o dispositivo	241
Quadro 25 – Dificuldade em conectar o dispositivo à Internet	241
Quadro 26 - Facilidade em aceder à plataforma de dados.....	242
Quadro 27 - Intuitividade da plataforma para visualização dos dados.....	242

Quadro 28 - Acesso ao histórico de dados na Plataforma (dificuldade).....	243
Quadro 29 - Qualidade dos dados apresentados no dashboard	243
Quadro 30 - Satisfação relativamente às dimensões físicas do dispositivo.....	244
Quadro 31 - Satisfação relativamente à portabilidade do dispositivo.....	245
Quadro 32 - Grau de satisfação com as tarefas realizadas com os dados da IdC na sala de aula	245
Quadro 33 - Opiniões dos alunos sobre as tarefas realizadas com os dados da IdC na sala de aula	246
Quadro 34 - Opiniões dos alunos sobre a motivação para realizar as tarefas com os dados da IdC na sala de aula.....	248
Quadro 35 -Opiniões dos alunos sobre os contextos educativos	249

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

ARPA - Advanced Research Projects Agency
ARPANET - Advanced Research Project Agency Network
CEB – Ciclo do Ensino Básico
CoAP - Constrained Application Protocol
DBR- Design Based Research
DCU – Design Centrado no Utilizador
GCD – Goal-Centered Design
GSUI - Graspable User Interface
GUI – Graphical User Interface
HTTP - Hypertext Transfer Protocol
HSQLDB - Hyper Structured Query Language Database
IdC – Internet das Coisas
IDE – Integrated Development Environment (Ambiente de Desenvolvimento Integrado)
INE – Instituto Nacional de Estatística
IoT – Internet of Things
ITU – International Telecommunication Union
MQTT - Message Queue Telemetry Transport
PApriCa – Potenciar Aprendizagens com a Internet das Coisas
PApriCa 1 – Sistema de Internet das Coisas que permite a obtenção de dados de humidade e temperatura
PApriCa 2 - Sistema de Internet das Coisas que permite a obtenção de dados de humidade, temperatura e pressão
PApriCa 3 - Sistema de Internet das Coisas que permite a obtenção de dados de humidade, temperatura e pressão, humidade e pH do solo, luminosidade e presença de gases.
RFID - Radio-Frequency Identification
TELE - Technology-enhanced learning environments
TUI – Tangible User Interface
Ubicomp – Ubiquitous Computing

Introdução

O estudo apresentado nesta tese foi desenvolvido no âmbito do Programa Doutoral em Multimédia em Educação da Universidade de Aveiro, tendo a investigação decorrido de 2016 a 2020. Como forma de contextualização com as temáticas analisadas e investigadas, inicia-se este documento com uma breve introdução onde inicialmente se apresenta a contextualização e pertinência do estudo desenvolvido, dando enfoque às tecnologias de Internet das Coisas (IdC), à especulação em torno das mesmas e aos mais recentes desenvolvimentos, fazendo a ligação destas tecnologias com a área da Educação e indicando, face à realidade, a pertinência do estudo que deu origem a esta tese. De seguida apresenta-se a Questão de Investigação orientadora deste estudo e elencam-se os Objetivos daí decorrentes. Por último, apresenta-se, em resumo, a organização do documento tese.

Contextualização e pertinência do estudo

O interesse pelas tecnologias de Internet das Coisas (IdC), ou em inglês como comumente se define – Internet of Things (IoT), tem-se manifestado em diferentes áreas (Atzori et al., 2010; Friedewald & Raabe, 2011; Moreira et al., 2017), dando-se como exemplo:

- a mobilidade e transportes (Chui et al., 2014; Suresh et al., 2014; Vongsingthong & Smachat, 2014; Xie & Wang, 2017; Zantalis et al., 2019);
- a saúde (Elhoseny et al., 2018; Gope & Hwang, 2016; Jara et al., 2011; Mahmud et al., 2018), nomeadamente na adaptação de lares para as necessidades dos mais velhos (Doughty et al., 2007);
- o desenvolvimento de ambientes inteligentes, nomeadamente para as cidades inteligentes ou *smartcities* (Anagnostopoulos et al., 2017; Arasteh et al., 2016; Botta et al., 2016; Chatterjee et al., 2018; Sharma et al., 2018; Ullah et al., 2019);
- o comércio (Ruan & Shi, 2016; Singh & Singh, 2016; Yu & Zhang, 2017);

- e a educação (Banica et al., 2017; Johnson, L., Adams, S., & Cummins, 2012; Joyce, Pham, Fraser, et al., 2014; Kalashnikov et al., 2017; Fernando Moreira et al., 2017; Pruet, Chee Siang Ang, et al., 2015).

Este interesse tem levado vários autores a afirmar que o seu impacto na sociedade será equivalente ao de uma Revolução Industrial (O'Brien, 2016), dado o seu poder de inovação, nomeadamente nas possibilidades de interação entre humanos, entre humanos e a Natureza, entre humanos e objetos e entre objetos e objetos (Bagheri & Movahed, 2017; He et al., 2016).

Na perspetiva de Mora e seus colaboradores (2016) diversas investigações têm evidenciado que estas tecnologias têm também impacto em processos de trabalhos colaborativo, dando como exemplo: apoiar ao diálogo paciente/físico em tratamentos de doenças crónicas (Jara et al., 2011); fomentar a comunicação entre amigos e familiares (Brereton et al., 2015); promover a colaboração em ambientes de crise (L. Yang et al., 2013); e apoiar a participação cidadã em diversos setores da sociedade (Taylor et al., 2016).

Esta visão positivista relativamente a este conjunto de tecnologias tem sido partilhada por Governos, empresas, comunidade académica e público em geral, facto que tem gerado interesse, discussão e um amplo investimento. Tal realidade tem levado a que estas tecnologias sejam uma realidade emergente que está a tornar o mundo muito mais interconectado, onde mudanças radicais têm ocorrido, não somente nos estilos de vida, mas também na forma como trabalhamos, aprendemos (Lee, 2016) e comunicamos.

O aumento do interesse global pela IdC, nos últimos anos, pode ser comprovado por uma análise aos dados relativos às tendências de pesquisa no motor de busca mais utilizado, o Google¹. Na Figura 1 apresenta-se o gráfico relativo às tendências de pesquisa sobre os termos *IoT* (linha azul) e *Internet of Things* (Internet das coisas em Inglês) (linha vermelha) à escala global. É possível constatar que o pico de interesse se tem registado nos últimos anos, com especial incidência depois de 2014, apesar de o termo ter surgido pela primeira vez no ano de 1999 (Atzori

¹ De acordo com a Statista, em outubro de 2020 o motor de busca da Google representava 88,14% de todas as pesquisas realizadas globalmente. Informação retirada de <https://www.statista.com/statistics/216573/worldwide-market-share-of-search-engines/> (consultado em novembro de 2020)

et al., 2010; Gubbi et al., 2013) como será explicado no Capítulo 1 desta tese. Nesta figura 1, o valor 100 corresponde ao pico de popularidade do termo.

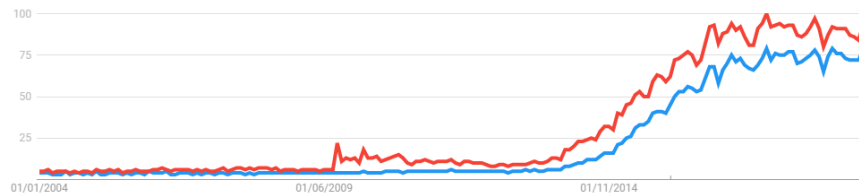


Figura 1 - Tendências de pesquisa global de IoT através do Google (Fonte: Google Trends)

Outro dado que contribui para análise e percepção da temática deste estudo e da sua pertinência, diz respeito à posição das tecnologias de IdC no Ciclo de Hype para as tecnologias emergentes, publicado pela Gartner². No ano em que este estudo se inicia (2016), estas tecnologias estavam na primeira secção do ciclo, conforme sinalizado a vermelho na Figura 2.

Ressalva-se que este ciclo conceptual criado pela Gartner é uma forma de representar a emergência, a adoção, a maturidade e o impacto sobre aplicações de tecnologias específicas. Ou seja, começa com uma fase de grande expectativa que culmina no pico de confiança inflacionada levando, de seguida, a um período de desilusão e finalmente a um planalto ou aplicação realista.

² A Gartner é uma empresa líder mundial que desenvolve pesquisas, consultoria e coopera essencialmente com empresas da área das tecnologias e Governos. Esta empresa desenvolveu uma representação gráfica para demonstrar a maturidade, adoção e aplicação de tecnologias emergentes em diferentes áreas da economia, ficando esta conhecida como o Ciclo de Hype da Gartner que é publicado anualmente.

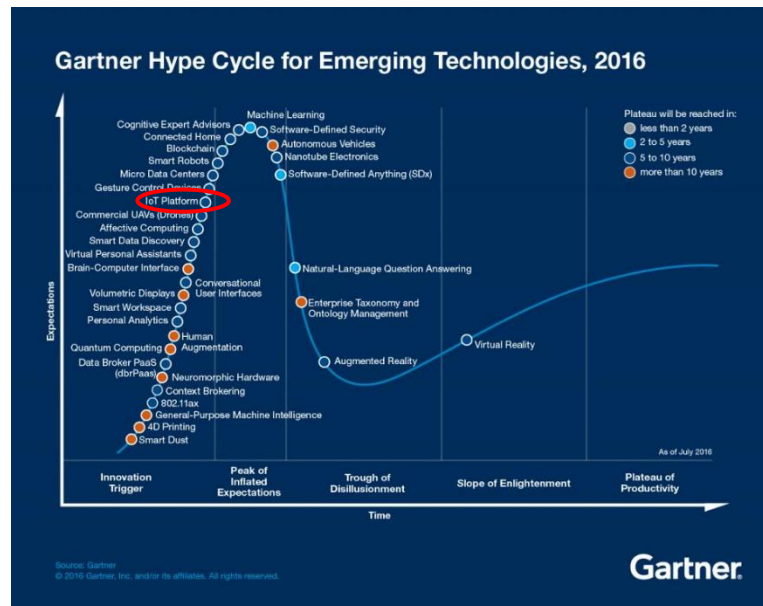


Figura 2 – Hype Cycle para as tecnologias emergentes da Gartner (M. WALKER ET AL., 2016)

Assim, pode considerar-se que a IdC se encontra ainda numa fase inicial de progresso, com muitos novos desenvolvimentos a ocorrerem na área da integração dos objetos com sensores na internet (Li et al., 2015). Com isto, pretende-se afirmar que estas tecnologias necessitam ainda de ser alvo de estudos que atestem as suas vantagens e dificuldades de utilização, principalmente em contextos educativos. Tendo este sido um dos motes para este estudo, estimando-se que aquando da conclusão desta investigação as tecnologias de IdC se situem na rampa de entendimento do Ciclo de Hype da Gartner para tecnologias emergentes.

Corroborando da expectativa em torno destas tecnologias, tem-se verificado um aumento de dispositivos IdC conectados à Internet, como se pode verificar pelos dados avançados pela Gartner (der Meulen, 2017): em 2016 existiam 6381 milhões e 800 mil dispositivos IdC conectados à Internet, tendo-se estimado, para 2017, um aumento de 30% desses dispositivos conectados. No Quadro 1 apresenta-se a estimativa apresentada pela Gartner em 2017.

Quadro 1 - Unidades IdC instaladas segundo perspectiva da Gartner (milhões de unidades)

Ano	2016	2017	2018	2020
Dispositivos IdC	6,381.8	8,380.6	11,196.6	20,415.4

Todavia, importa ressaltar que relativamente ao número de dispositivos IdC conectados, há alguma discrepância entre relatórios, como se pode verificar pelos dados avançados pela IoT Analytics³ (Lueth, 2018) em 2018 em que estes demonstram que em 2016 existiam 4,7 mil milhões de dispositivos IdC conectados à Internet e a estimativa de crescimento é mais modesta, como demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Unidades IdC instaladas segundo perspetiva da IOT Analytics (milhões de unidades)

Ano	2016	2017	2018	2020
Dispositivos IdC	4,7	5,9	7,0	9,9

No entanto, em ambas as projeções, estima-se que entre 2017 e 2019 se tenha alcançado um maior número de dispositivos IdC conectados à Internet do que humanos a habitar o planeta. Este facto que tem proporcionado um impacto na economia mundial varia entre os 4 e 11 biliões de dólares para o ano 2025 (Sharma et al., 2018).

Todavia, não se tem assistido apenas a um aumento do número de objetos conectados à Internet. Tem-se assistido, igualmente, a um aumento do número de humanos que acedem à Internet. De acordo com dados da International Telecommunication Union (Publications, 2019) no ano 2000 eram cerca de 400 milhões de utilizadores, enquanto que em 2019 se estimou um número de 4,1 mil milhões, ou seja mais de 53% da população global acede à Internet. A mesma fonte indica que as subscrições móveis têm aumentado à escala global e que 57% das casas têm acesso à Internet.

Segundo o Instituto Nacional de Estatísticas (INE), em Portugal, apesar de ter uma média inferior à média da União Europeia (28 países, ainda com o Reino Unido), a proporção de agregados familiares com ligação à internet através de banda larga em casa tem vindo a aumentar, rondando em 2019 os 78% (INE, 2019) conforme indicado na Figura 3.

³ A IOT Analytics é uma instituição dedicada à produção de relatórios de análise de mercado relativos às tecnologias IdC e indústria 4.0 (<https://iot-analytics.com>)

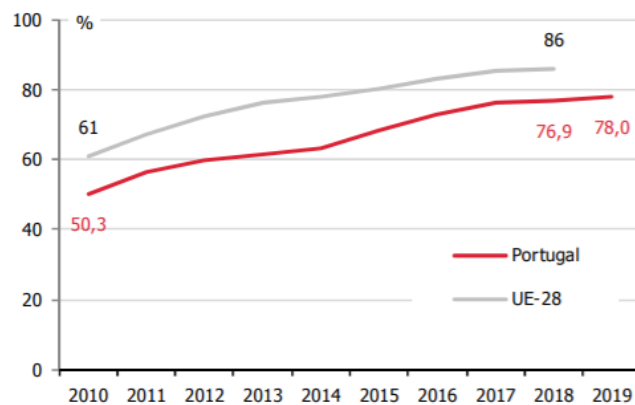


Figura 3 - Proporção de agregados familiares com ligação à Internet, Portugal e UE-28(INE, 2019)

Voltando ao tema da Internet das Coisas e, em particular, ao desenvolvimento de investigação e produtos, Perera & Liu (2015) reportam que as principais áreas de investimento se situam em: *smart wearable*, *smart home*, *smart city*, *smart environment* e *smart enterprise*.

No entanto, registam-se alguns obstáculos que têm dificultado uma maior implementação das tecnologias IdC pela Indústria. Segundo a revisão de Mukhopadhyay & Suryadevara, (2014) um dos principais obstáculos à implementação e uso da IdC é a perceção de que os produtos ou serviços não tenham nenhuma aplicação óbvia. O estudo refere, ainda, outros obstáculos: a falta de conhecimentos e competências dos indivíduos nas organizações sobre esta nova tendência; a falta de compromisso e conhecimentos das gestões superiores; a falta de maturidade dos padrões da indústria da IdC; e os ainda altos custos em investimentos de infraestruturas para a IdC.

No respeitante à área da Educação, diferentes autores estimam que esta seja também impactada pelas tecnologias de IdC (Bagheri & Movahed, 2017; Banica et al., 2017; Nesnelérin et al., 2018; Quezada-Sarmiento et al., 2018; K. J. Yang et al., 2016), devido, em parte, à ubiquidade de “coisas” conectadas à Internet, facto que poderá proporcionar ambientes e experiências educativas mais dinâmicas, para além de facilitar uma nova forma de interpretar o mundo. Neste quadro, podemos estar perante a possibilidade da concretização de processos de sistemas de aprendizagem ubíqua, que não serão apenas fornecedores de recursos educativos aos estudantes, em qualquer lugar e a qualquer hora, mas também oferecedores de ajuda apropriada para auxiliar os estudantes a cumprir as suas atividades de aprendizagem. Aliás esta é a forma como Reuter et al. (2018) caracterizam aprendizagem ubíqua e da qual concordamos.

Relativamente ao uso destas tecnologias em ambientes educativos, o NMC Horizont Report 2012 (Johnson, L., Adams, S., & Cummins, 2012) faz, pela primeira vez, menção à aplicação da IdC como uma futura tendência a longo prazo (quatro a cinco anos) a ser adotada pelas escolas. Este relatório refere a IdC como o passo seguinte da evolução dos objetos inteligentes, onde a fronteira entre o objeto físico e a informação digital é esbatida pela sua interconectividade. A relevância da IdC, ao nível do ensino e da aprendizagem prende-se com a possibilidade de afixar estes pequenos dispositivos eletrónicos a qualquer objeto, de forma muito discreta, e usá-los para rastrear, monitorizar, atuar fisicamente, manter e registar dados sobre esse mesmo objeto. Este relatório de 2012 reforça a ideia de que a escola (instituição) pode usar estes dispositivos para realizar aquelas últimas ações nas suas instalações e artefactos, bem como conceder autorizações automáticas de acesso a alunos, professores e restante pessoal a determinados locais.

Três anos mais tarde, o NMC Horizont Report (Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, 2015) regressa ao tema e classifica a IdC como um importante passo no desenvolvimento da tecnologia educativa para o Ensino Superior, num referencial a longo prazo. Refere ainda que o seu potencial uso no ensino e na aprendizagem está finalmente a ganhar preponderância, sobretudo através do conceito de *hypersituation* (traduzido para português pelo autor como “hipersituação”), como a grande mais-valia da IdC na educação.

Sobre a “hipersituação” importa referir que o conceito terá um papel central neste estudo, onde se avança com o seu aprofundamento e conceptualização. De forma sintética, hipersituação traduz-se na capacidade de amplificação do conhecimento baseado na localização do utilizador, contextualizando-o a partir da sua situação física. Ou seja, a IdC permite a criação de ambientes educativos sensíveis ao contexto do aluno, onde os objetos podem comunicar com o aluno e vice-versa de modo a gerar experiências de aprendizagem interativas (Selinger et al., 2013). Neste cenário, os alunos terão a capacidade de monitorizar o seu ambiente circundante e coletarem dados, em tempo real, para estudo futuro, baseado nos dados emitidos por estes ambientes conectados (Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, 2015).

Neste quadro, estima-se que no futuro os alunos transportem consigo dispositivos móveis que poderão coletar dados e eventualmente informação interdisciplinar que será emitida pelos objetos conectados nas redondezas. Pode dar-se como exemplo hipotético, a situação de um

aluno que explora um centro histórico de uma cidade e poderá pesquisar o seu ambiente circundante, através de um cunho arquitetónico, político ou biológico, dependendo da informação enviada pelos dispositivos emissores da sua envolvente urbana e dos seus interesses nesse momento.

Ainda no NMC Horizont Report 2015 (Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, 2015) é relatado que, como a compreensão sobre esta tecnologia emergente está a aumentar, as universidades estão a tentar tirar vantagem desta oportunidade para dar aos seus alunos um maior conhecimento sobre o poder da IdC. Menciona, inclusivamente, um projeto de um consórcio de quatro universidades com um construtor de carros elétricos e uma instituição de investigação de redes com o intuito de promover práticas sustentáveis e iniciativas de suporte à eficiência energética. Para tal, utilizam sensores de dados nos veículos, para investigar várias questões relacionadas com a efetividade dos transportes públicos, efeitos psicológicos nos condutores e *gamification*.

Já em 2017 o NMC Horizont Report (Adams Becker et al., 2017) salienta a IdC como um desenvolvimento relevante nas tecnologias para educação, evidenciando que se estima que o período de adoção por parte das instituições seja de 2 a 3 anos. Neste relatório são ainda apresentados alguns projetos já em desenvolvimento em algumas instituições de ensino.

A linha comum, nos diferentes relatórios mencionados, é a de que a IdC tem o potencial de produzir mais-valias significativas nas instituições do Ensino Superior, sobretudo ao nível da automatização dos seus edifícios, da gestão energética, dos sistemas de manutenção, dos sistemas de acesso aos edifícios e espaços, do controlo ambiental, dos grandes sistemas de ambientes de investigação, dos sistemas de aprendizagem académica e dos sistemas de segurança para os alunos, professores, colaboradores e público. Todavia, apesar do potencial da IdC como contributo para gerar ambientes de “hipersituação” ser referido num dos relatórios, a ênfase é dada à vertente de gestão e logística, ignorando o poder transformador que estas tecnologias poderão ter na educação, nomeadamente no acesso a laboratórios online, a dados que de outra forma seriam de difícil acesso, ou mesmo ao processo de monitorização do meio.

Complementando o descrito anteriormente, salienta-se a necessidade de preparar os alunos para um mundo tendencialmente mais tecnológico onde se estima que as tecnologias de IdC tenham um papel preponderante. Esta preocupação em preparar os alunos para o mundo

onde a ubiquidade das tecnologias digitais parece tornar-se cada vez mais uma realidade tem levado a Comissão Europeia a incentivar os diversos Estados Europeus a procederem a alterações curriculares para que as tecnologias digitais sejam abordadas de forma transdisciplinar às diferentes disciplinas. Desta forma a promoção de competências digitais será contextualizada com diferentes realidades mais próximas das necessidades dos alunos.

Conforme explanado no documento DigiCompEdu (Christine & Yves, 2017) a competência digital é uma das competências transversais e para o seu desenvolvimento é necessário desenvolver diferentes competências, como sejam: Literacia da informação e dos média; Comunicação e colaboração digital; Criação de conteúdo digital; Uso responsável; e Resolução de problemas digitais. Estas competências foram devidamente consideradas, aquando do planeamento do projeto que levou a esta tese.

Outro fator contribuinte para a pertinência deste estudo reside no facto de apesar da realidade descrita e do desenvolvimento de alguns projetos envolvendo tecnologias IdC e Educação (EL Mrabet & Ait Moussa, 2017; Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014; Lechelt et al., 2016; Temkar et al., 2016), há ainda um longo caminho a percorrer para se perceber a real transformação que estas tecnologias poderão proporcionar nos processos de ensino e aprendizagem. Com efeito, existem, ainda, poucos estudos que reflitam sobre a utilização da IdC enquanto recurso didático (Lee, 2016).

Assim, este estudo surgiu num quadro de muita expectativa em relação às tecnologias da IdC, por parte de diferentes áreas da sociedade, e pretendeu ser um contributo para a discussão das potencialidades que estas tecnologias poderão ter, em contextos educativos, tendo por base a questão de investigação e objetivos apresentados na secção seguinte.

Questão de Investigação e Objetivos do Estudo

Face ao exposto anteriormente, com este estudo pretende-se contribuir para a investigação sobre o potencial da utilização da IdC em contextos de Educação, apresentando uma reflexão teórica, fundamentada com um estudo empírico, tendo como questão orientadora de investigação: Que propriedades educativas, tecnológicas, sociais e culturais deverá ter um sistema

baseado na IdC para a promoção de abordagens interdisciplinares em contextos educativos não-formais no 3ºCEB?

Decorrente da questão de investigação mencionada e da escassez de estudos que envolvam o uso de tecnologias da IdC em contextos de Educação, o presente trabalho de investigação tem como objetivos:

- Objetivo 1 - Analisar o estado da arte e as orientações de política educativa de forma a aferir os conteúdos programáticos passíveis de serem abordados com recurso à IdC no e 3º CEB;
- Objetivo 2 - Identificar tecnologias e recursos que permitam a utilização da IdC em contextos educativos;
- Objetivo 3 – Desenvolver recursos (protótipos, guiões de construção de protótipos e guiões didáticos) que permitam a sua utilização noutros contextos educativos interdisciplinares;
- Objetivo 4 - Avaliar o impacto na experiência educativa em contexto real de educação não-formal de um projeto pedagógico baseado na tecnologia da IdC
 - Objetivo 4.1 - Aferir eventuais constrangimentos para a aplicação da IdC em contextos educativos;
 - Objetivo 4.2 - Especificar e implementar um protótipo de aplicação de IdC em contexto interdisciplinar no âmbito do 3º CEB;
 - Objetivo 4.3 - Recolher representações e opiniões de professores relativamente à aplicação da IdC em contextos educativos;
 - Objetivo 4.4 - Recolher representações e opiniões de alunos relativamente à aplicação da IdC em contextos educativos.

Descrição do documento

Nesta secção apresenta-se uma descrição do documento por forma a ter-se uma visão geral do mesmo, compreendendo a sua organização. Assim, de forma resumida, apresentam-se os restantes capítulos desta tese.

O Capítulo 1 – Internet das Coisas – caracteriza-se pelo enquadramento teórico do estudo com a revisão da literatura, apresentando-se organizado em duas secções. A primeira inicia com a definição do conceito de IdC, apresentando-se uma revisão histórica da definição do conceito, seguindo-se-lhe as visões sobre o mesmo que vigoram na atualidade. Termina com as perspetivas para o futuro. A segunda parte incide sobre as tecnologias de IdC em contextos educativos. Aqui descreve-se o que está a ser realizado atualmente no envolvimento destas tecnologias em contextos educativos. Segue-se a descrição de potencialidades, desafios e fatores chave para a sua aplicação em contextos educativos. Elencam-se, ainda, alguns casos testados de utilização de IdC e possibilidades de utilização destas tecnologias em contextos educativos.

O Capítulo 2 - Procedimentos e metodologias adotadas – apresenta a abordagem metodológica seguida no estudo e a abordagem projetual.

No Capítulo 3 - Desenvolvimento de recursos didáticos e tecnológicos – descreve-se os processos seguidos para o desenvolvimento dos dispositivos IdC, assim como para as tarefas pedagógicas.

O Capítulo 4 - Estudo com utilizadores em contexto real de educação – apresenta a descrição do contexto onde se desenvolveu o estudo empírico de validação dos dispositivos, tarefas e utilização da IdC como recurso didático em contextos educativos, assim como a descrição do estudo.

No Capítulo 5 – Avaliação e discussão de resultados – apresenta-se e discute-se os resultados obtidos no estudo empírico, nomeadamente as perceções de professores e alunos sobre as tecnologias e tarefas desenvolvidas.

Por último, surge o Capítulo 6 – Conclusões e considerações Finais – onde se elencam as principais conclusões obtidas com este estudo, assim como as limitações e propostas para futuras investigações. Tratando-se de um estudo que foi financiado no âmbito de uma bolsa de doutoramento, optou-se por se incluir também todas as atividades de divulgação do mesmo desenvolvidas no decorrer de todo o processo.

Além dos capítulos descritos, este documento tem 14 apêndices e 1 anexo referenciados ao longo do texto.

Capítulo 1 – A Internet das Coisas

Inicia-se este capítulo com uma tentativa de definição do conceito de Internet das Coisas, apresentando-se, para isso, uma revisão histórica das tecnologias que antecederam e contribuíram para o estágio atual de desenvolvimento da IdC. Posteriormente, indica-se aquela que é a visão atual sobre a IdC, onde apresentamos uma definição de autor. Isto porque, conforme se verá neste capítulo, tem sido difícil criar consenso em torno de uma única definição. Para terminar o ponto de definição do conceito de IdC, apresentam-se duas visões distintas relativas à arquitetura de sistemas IdC.

Num segundo momento aborda-se a utilização das tecnologias de IdC em contextos educativos. Aqui apresentam-se as suas potencialidades, desafios que cria, mas também casos já testados e aqueles que têm sido considerados os fatores chave para a sua utilização em contextos educativos. Nesta secção apresenta-se, ainda, o conceito de hipersituação e de realidade hipersituada, considerado por diversos autores como a grande potencialidade da IdC para a educação.

Por último, descreve-se as soluções tecnológicas para utilizar a IdC em contextos de educação sob diferentes prismas.

A organização deste capítulo prende-se com diferentes necessidades. A primeira remete-nos para a necessidade de clarificar o conceito de IdC que se seguiu neste estudo. Isto porque na literatura existem diferentes visões, sendo muitas delas concorrentes. A segunda necessidade, reporta para a necessidade de evidenciar a visão seguida para a utilização da IdC em contextos educativos, principalmente como recurso didático, demonstrando que este poderia ser um contributo para alterações.

1.1 Definição de conceito

A definição de Internet das Coisas tem sido alvo de debate em diferentes fóruns. Porém, passado mais de duas décadas desde que o termo foi utilizado pela primeira vez em público por Kevin Ashton (Atzori et al., 2010; Ben-Daya et al., 2019; Greengard, 2015; Gubbi et al., 2013;

Moreira, et al., 2018) parece continuar a não haver total consenso quanto à sua definição (Atzori et al., 2010; Gubbi et al., 2013; Moreira et al., 2017; Moreira, Vairinhos, et al., 2018; van Kranenburg & Bassi, 2012).

Em certa medida, a dificuldade na consensualização do termo deve-se a três fatores. Estando o primeiro relacionado com o facto de Internet das Coisas ser composto sintaticamente por dois termos distintos, “Internet” e “Coisas” (Atzori et al., 2010) que habitualmente não eram mencionados em conjunto. Esta conjugação originou que em diferentes áreas de atividade surgissem visões sobre a IdC com orientações distintas, sendo umas mais orientadas à “Internet” e outras mais orientadas às “Coisas” (Atzori et al., 2010). No entanto, conforme refere Atzori et al. (2010) a conjugação dos dois termos origina um novo significado.

O segundo fator que tem dificultado a consensualização do termo Internet das Coisas, está em certa medida relacionado com o primeiro, e configura-se no facto de existir autores que considerarem a IdC um conjunto de tecnologias, por oposição a outros autores que a consideram uma tecnologia em si. Estas visões distintas serão também aprofundadas ao longo dos subpontos seguintes.

O terceiro fator contribuinte para a não consensualização da definição de IdC prende-se com as diversas variações e adaptações do termo a diferentes realidades. Alguns exemplos destas variações são: Internet of Everything (Selinger et al., 2013); Internet of School Things (Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014); Internet of Educational Things (Pruet, Chee Siang Ang, et al., 2015); Social Internet of Things (Atzori et al., 2012); Green Internet of Things (Zhu et al., 2015). Estas variações surgem numa perspetiva de afinamento do conceito e de o tornar mais próximo da realidade de ação dos autores. Evidencia-se, ainda, o facto de, conforme será abordado em subsecções seguintes, antes do termo Internet das Coisas ser tornado público e ter ganho preponderância um conjunto de paradigmas de interação e arquiteturas de sistema, surgidas ainda na década de 1990, tais como a *Ubiquitous Computing*, *pervasive computing*, *physical computing*, *Tangible User Interfaces* pretendiam disseminar e incorporar a tecnologia digital no mundo físico.

Face a esta realidade, pareceu pertinente a revisão histórica do termo de IdC e a apresentação de uma definição contextualizada com a atualidade e realidade do estudo, sem omitir a intenção de expressar uma reflexão teórica sobre estas tecnologias.

1.1.1 Revisão histórica

Apesar de o termo Internet das Coisas (*Internet of Things* em inglês), como referido anteriormente, ter sido utilizado pela primeira vez por Kevin Ashton na altura era diretor executivo do Auto IDCentre do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), as origens do pensamento sobre estas tecnologias são muito anteriores. Não se podendo ignorar alguns dos avanços tecnológicos que influenciaram o desenvolvimento destas tecnologias.

Assim, fazendo uma análise um pouco mais contextualizada, não se pode descorar a história da IdC com a história da Internet e do desenvolvimento de outras tecnologias como a RFID (*Radio-Frequency Identification*) ou o *Wireless*. Neste sentido apresenta-se uma breve cronologia desenvolvida com base no trabalho de Sharma, Shamkuwar, & Singh (2018) onde se elencam as datas mais marcantes para o desenvolvimento das tecnologias e conceito de IdC, facto que nos remete ainda para o século XIX.

- **1842** – Experimentação de Morse sem fios, para envio de informação através da água de um rio com recurso a placas nas diferentes margens (Simons et al., 1996).
- **1895** – Marconi descobre como efetuar comunicações de longa distância sem o recurso a fios (Bondyopadhyay, 1995)
- **1969** – Desenvolvimento da ARPANET (Advanced Research Project Agency Network) que foi a primeira rede de computadores desenvolvida pela U.S. Defense Advanced Research Projects Agency (ARPA) nos Estados Unidos da América como forma de comunicação que não fosse passível de ser detetada pela União das Republicas Socialistas Soviéticas (URSS), uma vez que se estava em plena Guerra Fria (Lukasik, 2011). Recorda-se esta rede era de uso militar e académico.
- **1973** – Primeira patente para rastreamento RFID (Sharma et al., 2018), sendo que esta tecnologia vinha a ser desenvolvida desde a Segunda Guerra Mundial.
- **1974** – Segundo Sharma et al. (2018) citando Manley (1974) terá sido o ano que marcou o desenvolvimento da computação embebida.
- **1975** – Comercialização do primeiro computador portátil (IBM5100)(Roberson, 1976).

- **Década de 1970** – Começam a surgir as primeiras invenções de *wearables* como a câmara de C.C. Collins ou a primeira invenção de Steve Mann (Kieffner, 2017) que viria a ficar conhecido pelo “pai dos *wearables*” (Viseu, 2004) e a quem se deve a invenção do *smartwatch* em 1998.
- **1983** – Primeiro telemóvel para uso pessoal, lançado pela Motorola.
- **1984** - Conexão à Internet de uma máquina de cozinha que permitia obter dados de disponibilidade de bebida e temperatura (Sharma et al., 2018).
- **1987** – Imaging Laboratory da Xerox em Palo Alto inicia trabalhos no sentido de desenvolvimento de tecnologias de Ubiquitous Computing (M Weiser et al., 1999).
- **1989** – Foi desenvolvida a primeira webpage (Marson, 1997).
- **1990** – Proliferação da Internet nos mercados de negócios e consumo (Sharma et al., 2018).
- **1991** – Mark Weiser propõe uma definição para Ubiquitous Computing (Sharma et al., 2018). A Ubiquitous Computing viria a ser denominada também de *Pervasive Computing* (Satyanarayanan, 2001).
- **Década de 1990** – São desenvolvidos sensores para obter dados e posteriormente os partilhar em rede (Sharma et al., 2018).
- **1997** – Surge pela primeira vez o termo TUI - *Tangible User Interface* por (Ishii & Ullmer, 1997) e a sua definição com base nos trabalhos desenvolvidos por Fitzmaurice, Ishii & Buxton (1995) sobre GUI – *Graspable User Interface*, todavia conforme se verá numa secção deste capítulo, os estudos iniciais sobre TUI remetem-nos para a década de 1970.
- **1999** – Kevin Ashton cunha o termo *Internet of Things* numa apresentação sobre o uso de RFID.
- **2000** – A empresa LG anuncia os seus planos para criar um frigorífico inteligente, capaz de deter os conteúdos no seu interior e temperatura (Suresh et al., 2014).
- **2003** – A tecnologia RFID passa a ser usada de forma massiva pelo Exército dos Estados Unidos da América e pela empresa Walmart (Suresh et al., 2014).
- **2005** – Diversos órgãos de comunicação social começam a publicar artigos e a fazer referência às tecnologias de IdC e ao possível impacto na sociedade (Suresh et al., 2014).
- **2008** – Um grupo de empresas lança o IPSO para promover o uso de Internet Protocolos em redes de objetos inteligentes para promover a IdC (Suresh et al., 2014).
- **2011** – O lançamento do IPv6 fez com que o interesse pelas tecnologias IdC aumentasse, nomeadamente em grandes empresas como a Cisco, IBM, entre outras que começaram a desenvolver programas educativos e comerciais sobre o uso destas tecnologias (Suresh et al., 2014).

- **>2010** - Com o crescimento das comunicações móveis e o custo de tecnologias associadas a IdC mais acessível, assistiu-se a um aumento exponencial de objetos conectados à Internet e ao uso generalizado destas tecnologias nas diferentes áreas económicas.

Da cronologia descrita, há três desenvolvimentos que, neste quadro, nos parecem importantes e sobre os quais aprofundamos mais nas subsecções seguintes. Estes desenvolvimentos são a *Ubiquitous Computing*, os TUI e a Computação Móvel.

a) *Ubiquitous Computing*

A computação ubíqua (*Ubiquitous Computing* ou *UbiComp*) caracteriza a terceira vaga em computação (Xu, 2005). Primeiro foram os mainframes, cada um partilhado por muitas pessoas. Agora estamos na era da computação pessoal, pessoa e máquina interagem através do ambiente de trabalho. A seguir vem a *Ubiquitous Computing*, também conhecida como Pervasive Computing, que é o método de melhorar a utilização do computador, tornando muitos computadores disponíveis em todo o ambiente físico, mas tornando-os efetivamente invisíveis para o utilizador (Weiser, 1991).

Este conceito surgiu no final dos anos 80 de século XX, desenvolvido pela equipa do Centro de Investigação Electronics and Imaging Laboratory da Xerox em Palo Alto (M Weiser et al., 1999), tendo sido cunhado apenas em 1991 com o artigo de (Weiser, 1991). Este conceito tem traços em comum com a IdC, no sentido em que visava o desenvolvimento de um mundo onde os objetos físicos (tangíveis) pudessem comunicar com os humanos através do meio digital. Ou seja, a *UbiComp* é definida por Abowd & Mynatt (2000) como a proliferação da computação no mundo físico, querendo com isto declarar que cada objeto físico pode incluir ou ser um computador (Mertala, 2019).

Esta era também a perspetiva vinculada no super citado artigo de Mark Weiser (1991) - The Computer for the 21 st Century – onde este menciona que a *UbiComp* não se refere apenas aos computadores que podemos transportar, mas a computadores que estarão embutidos noutros objetos do dia-a-dia. Tornando-se assim invisíveis, como as tecnologias mais relevantes são.

No texto é ainda referido que os computadores poderiam comunicar entre si e adaptar-se ao meio, sem que para isso haja a necessidade de recurso a tecnologias de Inteligência Artificial, pois as adaptações poderiam ser automatizadas. Todavia, e recuperando a definição de Abowd & Mynatt (2000), há aqui uma diferença para a IdC, que se prende com o facto de dependendo do paradigma que se seguir para definir este conjunto de tecnologias, não há a necessidade total se se incorporar computadores no mundo físico, podendo ser apenas sensores, havendo no entanto a necessidade de uma rede de Internet.

Porém, há aspetos que Wiser (1991) refere, nomeadamente para que a *Ubicomp* se torne uma realidade, que são idênticos aos apontados para a IdC, nomeadamente dispositivos baratos e de baixo consumo energético, software adequado e uma rede que una os dispositivos, permitindo que estes comuniquem.

De uma forma abstrata, o conceito de IdC parece sobrepor-se ao conceito de *Ubicomp* (Mertala, 2019). Isto porque a IdC surge como um conjunto de tecnologias que permitem que os objetos possam ser embutidos de tecnologia que permite comunicar, através de uma estrutura idêntica à Internet, com outros objetos (Pascual Espada et al., 2011), ou mesmo com humanos ou permitir aos humanos comunicar com os objetos de forma direta. Além disso, na IdC há uma ligação intrínseca ao mundo real e físico, enquanto que na *Ubicomp* essa não é uma premência.

Assim, a principal diferença entre “objetos” *Ubicomp* e IdC parece ser que os primeiros não requerem necessariamente conectividade à Internet por oposição aos “objetos” de IdC (Mertala, 2019).

Seguindo esta linha, desde o surgimento da Internet no final da década de 1980 (para uso generalizado por civis) que a ideia de conectar objetos à Internet é uma realidade (Suresh et al., 2014), tendo o primeiro objeto conectado à Internet surgido no ano de 1984. Posteriormente, já no ano de 1990 John Romkey (Suresh et al., 2014) conectou também outro objeto. Era uma tostadeira passível de ser ligada e desligada através da Internet.

Quanto à terminologia Internet das Coisas (Internet of Things em inglês), como referido anteriormente, foi utilizada pela primeira vez por Kevin Ashton (Atzori, Iera, & Morabito, 2010; Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013; Moreira, Vairinhos, & Ramos, 2018) que na altura era diretor executivo do Auto IDCentre do MIT.

Quanto Kevin Ashton mencionou IdC na sua apresentação, referia-se à identificação de objetos por RFID – Radio Frequency Identification. Esta tecnologia usa frequências rádio para transmitir dados, sendo este processo executado com recurso a “rastreadores” (*tags* in inglês) (Suresh et al., 2014). Os *tags* podem ser passivos (sem fonte de alimentação interna) ou ativos (com fonte de alimentação interna), sendo que ambos comunicam com leitores RFID podendo enviar dados diretamente ou direcionar para um local onde os dados estão armazenados.

Desde então o conceito de Internet das Coisas tem evoluído de tal forma que tende a não se conseguir obter uma definição totalmente consensual, nomeadamente por aspetos mencionados anteriormente. Neste sentido na subsecção seguinte apresenta-se diferentes visões sobre o termo tentando-se apresentar uma definição. Porém, antes parece-nos relevante abrir um parêntesis para descrever e referir alguns paradigmas de interação intimamente ligados ao conceito de IdC e de ligação do mundo digital ao mundo físico.

b) Tangible User Interface

Parece-nos importante destacar os TUI, pela possibilidade que trouxeram de aproximação do mundo físico ao digital, facto que se aproxima à realidade da IdC. Isto porque na IdC o mundo físico está diretamente em contacto com o digital, podendo dar-lhe *inputs* que poderão originar *outputs* tanto num como noutro. Aliás, conforme se verificará mais à frente no texto, as arquiteturas são, em certa medida, semelhantes.

Assim, neste ponto descrevemos o conceito de *Tangible User Interface* (TUI) e a sua ligação à IdC. Começamos por uma breve descrição que nos leva dos *Graphic User Interfaces* (abreviatura GUI), passando pelos *Graspable User Interface* (GSUI) até finalmente chegarmos aos TUI.

Assim, os GUI caracterizam-se por serem elementos gráficos a que são associadas funções lógicas determinadas pelo software, e que estabelecem uma relação com as interfaces físicas, como por exemplo o teclado de um computador ou outros dispositivos físicos tais como o rato (Vairinhos, 2014) ou mais recentemente os dedos nos ecrãs táteis. Esta é uma lógica que ainda persiste nos diversos sistemas operativos. Ou seja, as interfaces gráficas tradicionais do utilizador (GUI) definem um conjunto de elementos gráficos (por exemplo, janelas, ícones, menus) que residem numa forma puramente eletrónica ou virtual. Os dispositivos genéricos de entrada

háptica (por exemplo, rato e teclado) são utilizados principalmente para manipular estes elementos de interface virtual (Fitzmaurice et al., 1995). Aqui as interações são limitadas correspondendo a ações concretas subordinadas ao constrangimento temporal (*time-multiplexed*).

Posteriormente, surgiu o conceito de GSUI “como uma evolução natural do corpo teórico da Usabilidade, e fundando um modelo de interação que incluía o próprio mundo físico do utilizador” (Vairinhos, 2014, p.12). Este novo paradigma, teorizado pela primeira vez por Fitzmaurice na sua tese de doutoramento (Fitzmaurice, 1996), caracteriza-se por permitir o controlo direto de objetos eletrónicos através de artefactos físicos. Ou seja, deixamos de ter a camada de mediação interposta pelo rato (geralmente com ações limitadas) e passamos a incluir objetos tangíveis que podem ser manipulados pelo utilizador e que corporizam as funções lógicas definidas pelo *software* (Vairinhos, 2014).

Com isto, a experiência do utilizador deixa de ser *time-multiplexed* para ser *space-multiplexed*, isto quer dizer que passa a ser possível utilizar vários dispositivos de entrada independentes numa única interface por forma a realizar uma determinada tarefa. Fitzmaurice et al. (1995) apresenta como exemplo ilustrativo um condutor que para operar um automóvel tem que recorrer a diferentes movimentos e objetos, para desempenhar uma tarefa. Ou seja, o espaço é partilhado, mas não o tempo. Esta perspetiva contrasta com os GUI, onde um movimento correspondia a uma ação.

Com base nestas ideias, Ishii & Ullmer (1997) que integravam o grupo de investigação Tangible Media do MIT desenvolveram um novo paradigma, os TUI. Este surgiu como uma evolução natural dos GSUI (Schneider et al., 2011; Vairinhos, 2014) e articula conceptualmente outros três conceitos: computação ubíqua, GSUI e realidade aumentada. Resumidamente, nesta interface de utilizador o humano interage com informação digital através do ambiente físico (Mizumura & Kubo, 2015).

No modelo conceptual TUI, o mundo físico é a interface que interconecta o Homem com o mundo digital (Vairinhos, 2014). Ou seja, ao contrário das interfaces gráficas, as TUI aproveitam as formas físicas presentes no meio ambiente que rodeia o utilizador, tornando a informação digital diretamente manipulável e perceptível (Ishii, 2008). Na Figura 4 apresenta-se a representação de TUI desenvolvida por Ishii (2008).

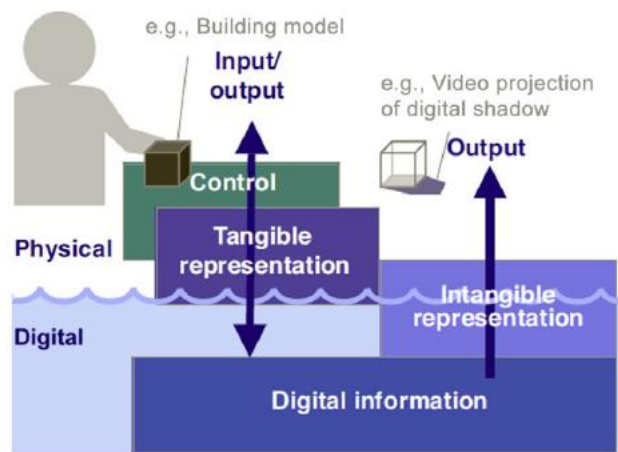


Figura 4 - Esquematização de TUI por (Ishii, 2008)

Conforme se pode aferir pela imagem, os TUI têm a possibilidade de protagonizar uma virtualização do mundo e, simultaneamente, uma materialização de entidades virtuais/digitais. Pois o utilizador por através de objetos físicos dar um input que poderá ter um output meramente digital, ou este pode mesmo ser físico, como seja a projeção de vídeo ou até o movimento de um robô como se verifica na programação tangível (Loureiro et al., 2018).

Sem querer aprofundar a discussão nesta temática, as diferentes gerações dos TUI parecem reunir potencial para serem utilizados em contextos educativos (L. Zhou et al., 2015). Talvez o exemplo mais disseminado e conhecido seja o Sand Scape (Figura 5), presente em alguns centros de ciência em Portugal.

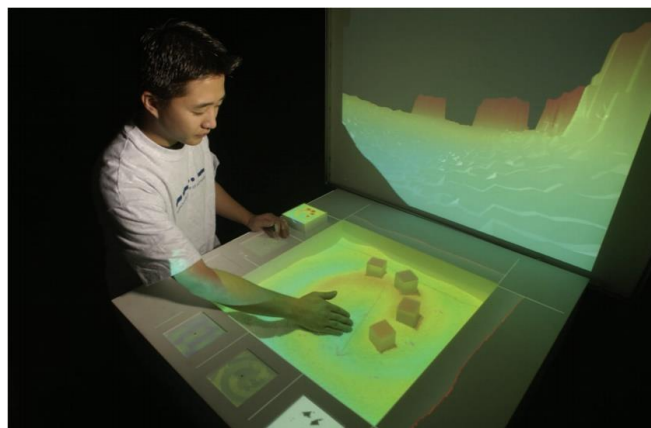


Figura 5 – SandScape, adaptado de Ishii (2008)

No entanto, já anteriormente outros investigadores do MIT haviam referenciado, ainda que noutra dimensão, o uso de objetos tangíveis para a manipulação do meio digital, destacando-se o trabalho de Seymour Papert e da sua equipa com o robô Turtle. Nomeadamente o recurso a objetos físicos para programar computadores e robôs (McNerney, 2000), facto que parece recolher resultados muito interessantes na interação dos alunos e mesmo nas aprendizagens (Sapounidis & Demetriadis, 2011, 2012).

Voltando aos TUI, Ullmer et al. (2005) identificam vários tipos principais de TUI: superfícies interativas, montagem construtiva, e fichas constrangimento. Outros investigadores estão agora a investigar outros tipos de sistemas. Slotta et al. (2013) reconheceram os seguintes três tipos de aplicações TUI: ambientes imersivos, fenómenos embutidos, e realidade aumentada (RA). Em conjunto, estas perspetivas cobrem a maioria das aplicações existentes.

c) Computação móvel (smartobjects), Wearable computing

Outro desenvolvimento que nos pareceu relevante destacar foi o da computação móvel (*mobile computing* em inglês). Isto porque esta poderá ser fortemente influenciada pela IdC, como poderá também influenciar o desenvolvimento desta Internet e das suas potencialidades conforme demonstraremos.

A computação móvel tem tido um enorme incremento nos últimos anos com a explosão da utilização de dispositivos móveis com grandes capacidades de computação, comunicação, armazenamento e interfaces inovadoras. As aplicações estendem-se por cada vez mais áreas, desde o entretenimento e redes sociais até ao trabalho empresarial (Monteiro, 2013) e educação (Moreira & Oliveira, 2016). A este nível veja-se o progresso ocorrido nas últimas duas décadas, com o desenvolvimento dos smartphones, tablets, wearables, etc... A esta evolução juntou-se o uso generalizado destas tecnologias pela população.

Esta realidade permite que os utilizadores tenham acesso a diferentes tipos de serviços em tempo real e em qualquer local. Além disso, permite que o utilizador “alimente” esses mesmos serviços com os seus dados, veja-se a título de exemplo o serviço de tráfego automóvel da Google.

Num mundo em que a computação ubíqua é cada vez mais “invisível” aos olhos dos cidadãos e onde temos a capacidade de o mundo físico influenciar e ser influenciado diretamente pelo mundo digital, facilmente se compreende que a computação móvel tende a ganhar um lugar de destaque no quotidiano das pessoas. Nomeadamente na Educação, que se encontra entre as principais aplicações previstas para a computação móvel e ubíqua. Nesta área, o suporte ubíquo poderá fornecer informações obtidas do contexto físico dos aprendizes, potenciando a personalização do processo de aprendizagem (Barbosa et al., 2007). A aplicação de tecnologias móveis no melhoramento das estratégias pedagógicas criou uma nova frente de pesquisa chamada Educação Ubíqua. Todavia, há ainda um longo caminho a percorrer, dado que a literatura científica sobre esta temática é, ainda, limitada (Moreira & Oliveira, 2016).

No entanto, na nossa perspetiva, a computação móvel será o fator determinante para se vivenciar uma experiência hipersituada, tida como uma das principais potencialidades da IdC em contextos educativos, conforme analisaremos mais à frente nesta tese.

Estes três desenvolvimentos são importantes para percebermos parte do percurso percorrido até alcançarmos as tecnologias IdC, mas principalmente para percebermos aquela que é a visão atual sobre estas tecnologias, conforme demonstrado no ponto seguinte.

1.1.2 Na atualidade

Conforme mencionado anteriormente, passados mais de 20 anos desde a utilização pela primeira vez do termo Internet das Coisas, parece que a sua definição continua a não gerar total consenso (Atzori et al., 2010; Ben-Daya et al., 2019; Moreira, et al., 2018; van Kranenburg & Bassi, 2012). Face a esta realidade, apresenta-se, de seguida, algumas definições de IdC de autores distintos.

De entre os autores mais citados quando se aborda a definição de IdC surgem Atzori et al. (2010) que remetem para o facto de diferentes autores apresentarem definições centradas em visões distintas. Assim, a primeira definição que surgiu de IdC estava intimamente ligada a “Coisas”, focada na identificação de objetos por RFID. No entanto segundo Atzori et al. (2010) esta parece ser uma visão redutora e que não engloba todo o conceito, daí que surgiram outras visões centradas na Internet (rede). Por último, há uma terceira visão, esta centrada na

semântica, ou seja, na interconexão entre as Coisas e a rede que remete para toda a informação e processos de troca de dados existente em IdC.

Neste quadro complexo, Atzori et al. (2010) apresentam uma visão assente no cruzamento de três paradigmas – orientação para internet (middleware), orientação para coisas (sensors) e orientação semântica (knowledge) – representados na Figura 6. Segundo os autores (2010), a definição de IdC não tem de englobar aspetos das três visões, podendo ser definida apenas por uma visão ou por mais do que uma. Como é possível verificar na Figura 6 há definições que têm as suas raízes em apenas um dos paradigmas, ou em vários.

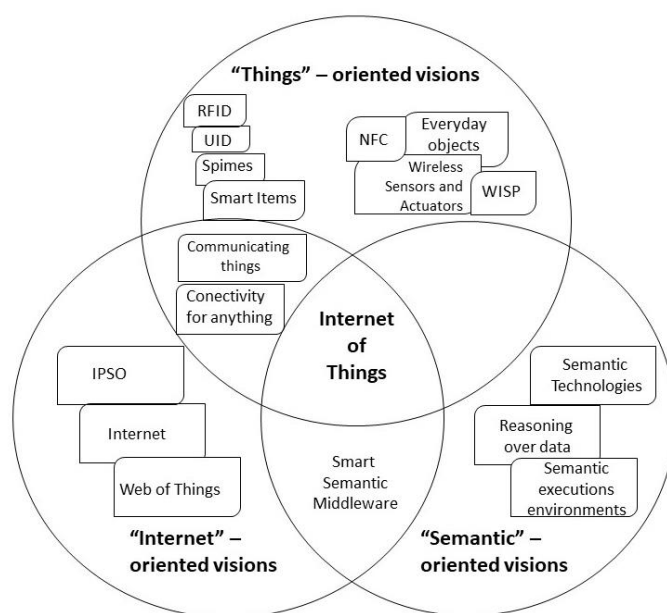


Figura 6 - "Internet of Things" paradigma, como resultado da convergência de diferentes visões de Atzori et al. (2010)

Outro aspeto comumente referido quando se debate a definição de IdC prende-se com o facto de "Coisas" remeter para objetos, todavia muitas vezes verifica-se que as "Coisas" são animais ou plantas. Este facto tem causado alguma dispersão na possibilidade de se apresentar uma definição consensual. Esta realidade levou Sundmaeker & Saint-exupéry (2010) a aprofundar a terminologia do termo "Coisas" sob um prisma filosófico aristotélico, concluindo que o termo não se restringe a objetos materiais. Portanto, para estes autores "Coisas" pode ser definido como entidades reais/físicas ou digitais/virtuais que existem, que se movem no espaço e tempo e que são capazes de ser identificadas.

Assim para Sundmaeker & Saint-exupéry (2010), IdC pode ser definida como:

“a dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual “things” have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network”
(p.43).

Assim, parece que a IdC surge como um termo agregador de várias tecnologias que permitem a extensão da Internet e da Web para o mundo físico, através da implantação generalizada de dispositivos distribuídos espacialmente com capacidades de identificação, deteção e/ou atuação incorporadas, facto que permitirá no futuro o surgimento de novas aplicações e serviços (Miorandi et al., 2012a).

Esta visão da IdC como um conjunto de tecnologias que permite a criação de uma rede inteligente parece ter vindo a ganhar seguidores na última década. Sendo que muitas vezes as definições vão sendo adaptadas consoante o contexto. Assim, para ser ter uma visão mais ampla, apresenta-se de seguida algumas das definições mais recorrentes:

Na perspetiva de Miorandi e outros (2012) o termo Internet das Coisas é utilizado como palavra-chave para cobrir vários aspetos relacionados com a extensão da Internet e da Web no domínio físico, através da implantação generalizada de dispositivos distribuídos espacialmente com capacidades de identificação, deteção e/ou atuação incorporadas. A Internet das coisas prevê um futuro no qual as entidades digitais e físicas possam ser ligadas, através de tecnologias de informação e comunicação adequadas, para permitir toda uma nova classe de aplicações e serviços.

Para (Xia et al., 2012, p.1101) “IoT refers to the networked interconnection of everyday objects, which are often equipped with ubiquitous intelligence”. No mesmo texto, os autores afirmam que esta tecnologia irá aumentar a ubiquidade da internet, pois integrará todos os objetos num sistema incorporado, facto que originará uma rede fortemente presente de objetos a comunicarem com humanos ou com outros objetos.

Na perspectiva de Dorsemaine e outros (2016) IdC é um grupo de infraestruturas que interligam objetos ligados e permitem a sua gestão, a extração de dados e o acesso aos dados por eles gerados.

No entanto, outras visões sobre a IdC têm persistido como a de O'Brien (2016), para quem IdC é definida como sendo uma tecnologia que permite, através de sensores, conectar os objetos com a internet de forma a que se possa obter informações do ambiente ou de atividade que serão armazenadas e que permitirão providenciar feedback e controlo. Mas numa visão disruptiva quanto ao futuro, o autor afirma mesmo que a IdC "has been identified as the third wave of the Internet. It also has been identified as the fourth industrial revolution" (O'Brien, 2016, p.1).

Daí que no mundo empresarial, principalmente na Europa, a IdC surja muitas vezes associada à Indústria 4.0 (Ben-Daya et al., 2019), que segundo Zhou et al. (2015) foi caracterizada pela primeira vez em novembro de 2011 num documento oficial do Governo Alemão. Todavia, a Indústria 4.0 incorpora mais tecnologias do que as de IdC. Assim, na perspectiva de Zhou et al. (2015) o conceito de Indústria 4.0 é interpretado como a integração das tecnologias da informação e da comunicação com a tecnologia industrial, remetendo para a questão de automatização.

Avançando, numa definição mais sistémica de Ray et al. (2016) percecionam a IdC como um ecossistema que explora e expande largamente os ambientes já existentes dos dispositivos embebidos e conectados. O escopo da IdC é a infraestrutura de computação que permitirá um ecossistema no qual existem mais "coisas" conectadas à Internet do que o número de pessoas.

Como se pode aferir, assiste-se a uma realidade complexa onde a definição de Id Carece ganhar cada vez mais dimensões. Assim, surgiu a pertinência de se apresentar uma definição de IdC própria que correspondesse ao uso destas tecnologias em contextos educativos, que possibilitasse seguir uma linha orientadora para este estudo. Assim desenvolveu-se a seguinte definição:

A Internet das Coisas é um conjunto de tecnologias que permite a criação de uma rede de dispositivos, objetos, animais e plantas equipados com inteligência ubíqua

que permite facilitar a interconexão ou comunicação de dados entre estes. Permitindo alcançar uma camada de compreensão do mundo mais aprofundada.

1.1.3 Arquitetura

Um dos contributos para a dificuldade em se apresentar uma definição consensual de IdC reside também nas diferentes arquiteturas que se têm desenvolvido para sistemas IdC. Apresentando-se aqui duas visões. Começando pela de *Atzori et al. (2010)* que se apresenta como mais generalista e adaptável a praticamente todos os sistemas. Para estes autores a arquitetura está organizada em duas partes, sendo a Internet a ligação entre ambas. Assim, as duas camadas inferiores referem-se à recolha de dados por parte dos dispositivos integrados, enquanto que as duas camadas superiores, permitem fazer uso dos dados e eventualmente tratá-los para produzir informação e enviar para as aplicações a que se destinam.

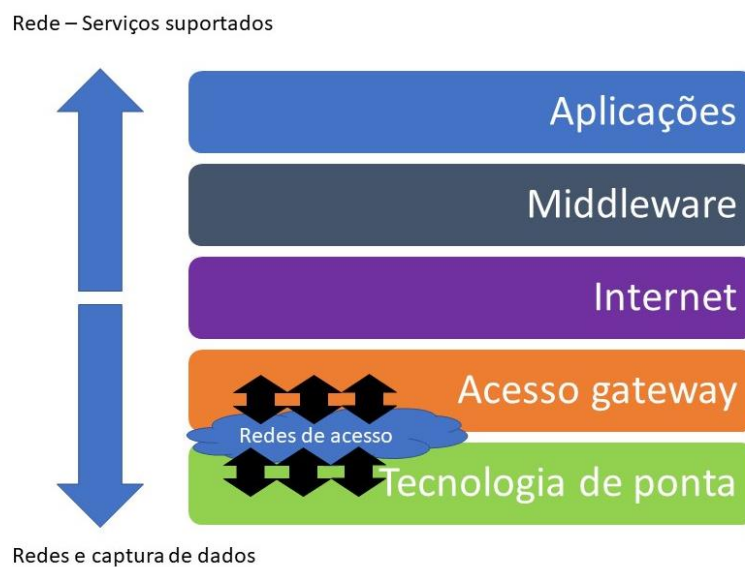


Figura 7 - Arquitetura de rede de IdC por *Atzori et al. (2010)*

Noutra linha de pensamento, Vongsingthong & Smanchat (2014) assente na visão da rede de IdC assente em quatro dimensões de “coisas”, conforme ilustrado na Figura 8.

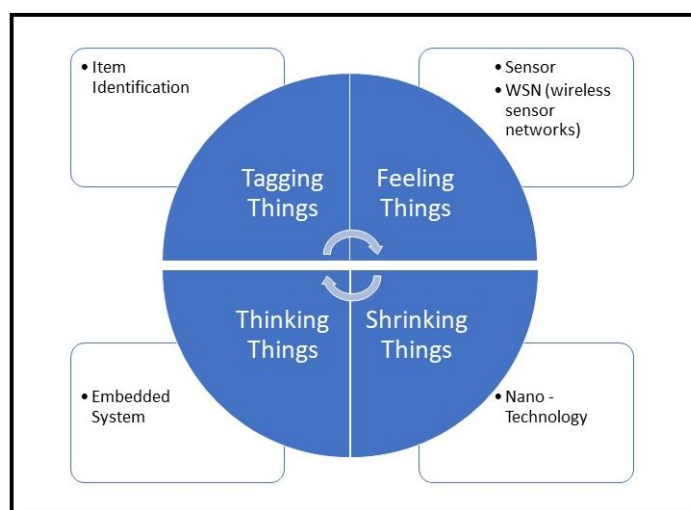


Figura 8 - Dimensões da IdC (retirado de *Vongsingthong & Smanchat 2014, p.360*)

Tagging things – associada à primeira referência a IdC, refere-se à capacidade de rastrear e identificar objetos através de RFID. Havendo dois tipos de RFID, as ativas e as passivas. Estas etiquetas ativas incorporadas com bateria são amplamente utilizadas na gestão do comércio a retalho, dos cuidados de saúde e das instalações. As etiquetas passivas, sem pilhas, são alimentadas pelo leitor e são mais suscetíveis de serem utilizadas em cartões bancários e etiquetas de portagem rodoviária (Vongsingthong & Smanchat, 2014).

Feeling things – o sensor assume uma dimensão principal pois recolhe os dados do meio que posteriormente são comunicados para outras plataformas (Vongsingthong & Smanchat, 2014). Salienta-se que esta foi a linha seguida para o desenvolvimento do sistema IdC apresentado no Capítulo 4 desta Tese.

Thinking things – nesta dimensão além dos sensores que recolhem dados e da sua disseminação através da rede, reconhece-se a utilização de atuadores que permitem uma reação a predeterminados dados.

Shrinking things – “a miniaturização e a nanotecnologia proporcionaram a capacidade de interação e ligação de coisas mais pequenas dentro das "coisas" ou dos "dispositivos inteligentes””(Vongsingthong & Smanchat, 2014, p.361).

1.2 Internet das Coisas em Educação

Vários autores têm referido a IdC como algo que terá um impacto relevante na educação (Johnson, L., Adams, S., & Cummins, 2012; Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, 2015; Pruet, Ang, et al., 2015; Quezada-Sarmiento et al., 2018). Porém face a estas afirmações surge a questão - quais os pressupostos que os levam a estas conclusões?

Considerando esta realidade, nesta secção apresenta-se uma perspetiva atual da perceção da IdC em ambientes educativos, destacando-se as potencialidades e os desafios que acarreta a sua integração. Posteriormente, destacam-se formas de utilização enquanto ferramenta didática e alguns projetos que envolveram o uso da IdC desenvolvidos em diferentes níveis de escolaridade.

Contudo, antes, inicia-se com uma prévia (e genérica) abordagem às tecnologias para a educação, de forma a facilitar uma contextualização daquela que é a visão que o autor pretende seguir no âmbito deste estudo. Pois, não se pode ignorar que, há data que este estudo se iniciou, a Internet das Coisas ser interpretada com uma visão expectante conforme referido no Capítulo 1 desta Tese, nomeadamente no respeitante ao Ciclo de Hype da Garter (Figura 2).

Inicialmente, importa definir tecnologia, pois esta surge muitas vezes vinculada apenas a hardware, ignorando-se assim que esta é um processo que envolve as complexas interações de fatores humanos, sociais e culturais, bem como os aspetos técnicos (Amiel & Reeves, 2008; Wang & Reeves, 2003). Assim, assumindo a diversidade de conceções sobre tecnologia, neste estudo pretende-se seguir a visão de Hickman (2001), para quem a tecnologia é a "invenção, desenvolvimento e utilização cognitiva de ferramentas e outros artefactos, levados a cabo em matérias-primas e peças de stock intermédio, com vista à resolução de problemas percebidos" (p. 26).

Definida a linha orientadora relativamente a tecnologia, uma assunção que parece surgir como evidente é de que o Homem vive rodeado por tecnologia há vários milénios, fazendo uso desta para ultrapassar dificuldades do quotidiano. Porém nunca como hoje a tecnologia esteve tão presente. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias digitais não permite somente ultrapassar as dificuldades do dia-a-dia, como também criar novos mundos, novas realidades e por consonância novos desafios. Esta realidade impõe-se de tal forma aos indivíduos que a

compreensão do mundo tecnológico complexo, criado pelo Homem tem-se vindo a tornar tão importante como a compreensão do mundo natural (Bers, 2008).

No respeitante à presença e utilidade de tecnologias na escola, principalmente como recurso, é uma temática que soma décadas de discussão que tem dado origem a diversas teorias, reflexões e ações de (entre outros) decisores sociopolíticos, principalmente, no que diz respeito à sua inclusão no processo de aprendizagem (Loureiro et al., 2018).

O passar dos anos e o desenvolvimento de investigação na área tem mostrado que muitas das tecnologias que hoje são tidas como para a educação, ou que são utilizadas em contextos educativos, não foram criadas com esse propósito (Amiel & Reeves, 2008). Dando-se como exemplo a Internet, ou até os projetores multimédia. Depois, surge ainda o facto de muitas destas tecnologias (se não mesmo a generalidade) que hoje são presença em muitos ambientes educativos, terem sido em tempos consideradas revolucionárias e capazes de reparar a desigualdade social e mudar a face da educação (Amiel & Reeves, 2008), tendo-se verificado a incapacidade da maioria. Por outro lado, temos ainda tecnologias que foram consideradas revolucionárias em determinado momento para a educação, mas que pouco tempo depois deixaram de ser tidas como recurso didático e que hoje não são presença comum nos ambientes educativos.

Face a isto, parece, então, que as tecnologias para a educação passam pelo mesmo processo das outras tecnologias (até porque como referido muitas delas não têm a sua origem na educação), ou seja, o Ciclo de Hype da Gartner (Figura 2). Assim, é recorrente assistir-se, em determinados momentos, ao surgimento de inúmeras publicações sobre uma tecnologia para educação como sendo verdadeiramente revolucionário e passados alguns anos esta não ser adotada pelos Sistemas Educativos ou educadores. Ressalvando-se que não basta a uma tecnologia ser “revolucionária” para ser adotada, é necessária a compreensão pelos educadores e diferentes agentes educativos da sua relevância, facilidade de adoção/utilização e disponibilidade de meios, entre outros.

A acrescentar, é comum uma visão sobre as tecnologias para a educação simplista (Amiel & Reeves, 2008), que as reduz a artefactos ou até software., sendo muitas vezes interpretadas como uma ferramenta (em algumas visões a única) para solucionar insuficiências do ensino tradicional, mas também como ferramentas para reduzir as desigualdades nas oportunidades

educativas em todo o mundo. Esta visão simplista e utópica sobre as tecnologias para a educação como, espelhada tantas vezes em artigos de opinião e noutros fóruns, foge daquilo que é a ciência em torno das tecnologias para a educação e daqueles que são os resultados que esta tem vindo a produzir nas últimas décadas, ou seja uma ferramenta em si não mudará o sistema educativo ou mesmo implicitamente encorajará uma nova pedagogia (Amiel & Reeves, 2008).

Assim, neste trabalho pretende-se seguir uma posição moderada relativamente às tecnologias de IdC para a educação, sem ignorar as várias potencialidades e desafios elencados por diversos autores. A corroborar a necessidade de ponderação, remete-se, uma vez mais, para o Capítulo 1 desta Tese onde se refere que, à data do início deste estudo, a IdC é ainda vista com muita expectativa.

Todavia, o entusiasmo relativamente às tecnologias (para educação) tem sido um motor para experimentações. Facto que tem contribuído para que, conforme mencionado anteriormente, muitas das tecnologias usadas em ambientes educativos não tivessem a sua origem com esse propósito. No entanto, a sua utilização como tecnologias para educação foi praticamente contígua com o seu surgimento no mercado, conforme se pode verificar na Figura 9.

Como exemplo desta expansão e rápida transformação, apresenta-se na Figura 9 um gráfico desenvolvido por Huang et al (2019) sobre as tecnologias utilizadas em contextos educativos, onde o século XX é marcado fortemente pelo surgimento de novas tecnologias com especial ênfase para as digitais, facto que se tem prolongado pelo século XXI.

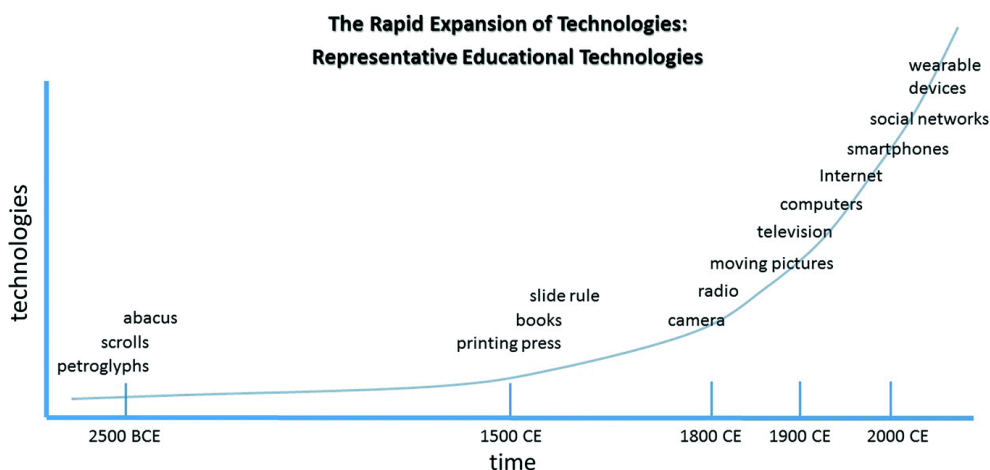


Figura 9 - Expansão das Tecnologias para Educação por Huang et al (2019)

Da Figura 9 pode extrair-se a ideia de que as tecnologias para educação vão sendo atualizadas em temporalidade idêntica ao seu surgimento no mercado. Contudo apesar de algumas destas tecnologias ainda serem utilizadas pela sociedade de forma massiva e de terem tido um papel “revolucionário” (dando-se como a rádio ou a televisão), na educação a sua história foi diferente. Muitas destas tecnologias foram interpretadas como revolucionárias para educação, em determinado momento. Todavia com o passar do tempo verificou-se que a sua utilização em ambientes educativos teve uma temporalidade curta e que muitas das expectativas iniciais ficaram aquém.

Como justificação para esta realidade surge: por um lado, o surgimento de novas tecnologias que acabam por ocupar o “espaço” das anteriores; o não reconhecimento, por parte de diversos agentes educativos, dos quais se destaca os docentes, das vantagens/potencialidades das tecnologias; abordagens demasiado centradas nos artefactos; e, ainda, o facto de alguns dos textos produzidos acerca das tecnologias para a educação serem produzidos numa fase inicial de integração destas, que é comumente marcado por elevadas expectativas e deslumbramento, definido pela primeira secção do Ciclo de Hype.

Considerando a realidade descrita e o facto de que a tecnologia pode alterar a forma como vivemos e percebemos a realidade, hoje temos a possibilidade de vivenciar ambientes educativos muito diferentes daqueles que existiam há um século. Todavia, apesar de, em muitos casos, o surgimento de novas tecnologias ser contemporâneo da sua utilização em contextos educativos (ainda que muitas vezes apenas em estudos exploratórios), a sua utilização de forma generalizada pode estar a um distanciamento temporal longo e variável de região para região. Veja-se a título de exemplo o uso de robots em ambiente escolar, onde se assiste a escolas com projetos com vários anos e sucesso atestado, por oposição a outras onde estes equipamentos nem sequer existem.

Terminando esta introdução sumária nesta temática tão ampla, quando se refere a tecnologias na educação, importa salientar três vias de abordagem, que podem estar ligadas entre si. Dando o enfoque na aprendizagem:

- Aprender para as tecnologias – ou seja aprender para utilizar/manipular as tecnologias. Dá-se aqui como exemplo os projetos de Programação e Robótica em que os alunos aprendem a programar e construir equipamentos tecnológicos;

- Aprender com as tecnologias – onde as tecnologias desempenham uma função de auxílio nos processos de ensino e de aprendizagem, possibilitando novas ou mais aprofundadas aprendizagens sobre uma qualquer temática;
- Aprender sobre as tecnologias – aqui destacando-se a história do desenvolvimento tecnológico, o seu impacto no quotidiano e onde geralmente se realizam reflexões críticas sobre a mesma. Aqui surge como exemplo o projeto SeguraNet que visa informar e consciencializar sobre o funcionamento da Internet, as suas potencialidades e desafios.

Conscientes de que uma nova tecnologia pode suscitar ambientes educativos mais complexos, dinâmicos e motivadores, não se exclui a necessidade de aferir cientificamente as suas potencialidades, mas também desafios que acarreta e de que as verdadeiras alterações estarão sempre dependentes, em última análise, dos vários agentes educativos. Assim, a integração de uma nova tecnologia em educação traduz-se num processo multidisciplinar (que comumente envolve designers, docentes, investigadores, agentes políticos, etc.), geralmente iterativo e com impacto na formação de professores, políticas educativas, aquisição e adaptação de materiais, podendo mesmo levar ao surgimento de novas teorias e metodologias, das quais se destaca o Construcionismo de Papert (Clements & Gullo, 1984).

Daí que ao longo desta secção se tente sistematizar o pensamento desenvolvido até ao momento sobre as tecnologias de IdC como tecnologias educativas, indicando algumas daquelas que são tidas como perspectivas para o futuro destas tecnologias em contextos educativos.

1.2.1 Atualidade e perspectivas

A Internet das Coisas está a mudar a forma como as pessoas interagem umas com as outras, a forma como as pessoas interagem com os objetos e a forma como os objetos interagem uns com os outros (Bagheri & Movahed, 2017; He et al., 2016). Esta realidade emergente está a criar um novo paradigma, onde o mundo se torna mais interligado, o que por sua vez provoca mudanças radicais, não somente nos estilos de vida, mas também nas formas de trabalho, comunicação, lazer e de aprendizagem (Lee, 2016).

Neste novo paradigma, associado à ubiquidade da Internet, é possível aceder a dados de qualquer lugar e manipular objetos do quotidiano usando, por exemplo, um smartphone (ou

eletrodomésticos, objetos de uso, etc.). Os seres humanos são agora capazes de medir, inferir, compreender e até agir no ambiente em que estão inseridos (Botta et al., 2016; He et al., 2016) através da presença omnipresente de objetos do cotidiano ligados à Internet. Essa é a razão pela qual alguns autores se referem à IdC como sendo uma tecnologia tão inovadora que seu impacto na sociedade será equivalente à Revolução Industrial (O'Brien, 2016).

Com esta mudança de paradigma, é de esperar que as tecnologias de IdC facilitem novas oportunidades em diferentes campos, onde a educação não é excluída (Bagheri & Movahed, 2017; Banica et al., 2017; Nesnelerín et al., 2018; Quezada-Sarmiento et al., 2018). Com um grande número de objetos conectados à Internet, uma grande quantidade de dados será produzida. Isto pode dar origem a uma nova forma de leitura, compreensão e interação com a realidade. No entanto, é necessário preparar alunos e professores para trabalhar com tecnologias IdC, a fim de serem capazes de entender essas tecnologias, de interpretar grandes quantidades de dados, e adotar um comportamento ético e sustentável ao lidar com esses dados e com o poder dessas tecnologias.

Tem-se verificado que, apesar do interesse dos académicos (Petrović et al., 2017) e o desenvolvimento de alguns projetos de investigação relacionados com a IdC em educação (EL Mrabet & Ait Moussa, 2017; Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014; Lechelt et al., 2016; Temkar et al., 2016), há ainda um longo caminho a percorrer para compreender a profunda transformação que a IdC pode trazer ao ensino e à aprendizagem, nomeadamente a exploração destas tecnologias como um recurso didático (Lee, 2016).

No entanto, apesar da carência de investigação, de projetos e do ainda estado prematuro da implementação da IdC em contextos educativos (Abbasy & Quesada, 2017), é possível destacar que estas tecnologias abrem o caminho para que os objetos evoluam de elementos passivos para ativos, promovendo sua centralidade - ou mesmo autonomia - no apoio ao processo de ensino e aprendizagem (Marquez et al., 2016). Ou seja, qualquer objeto terá a possibilidade de se tornar num smartobject. Isto torna-se especialmente relevante quando hoje em dia é comum os jovens, nomeadamente os jovens estudantes portugueses, possuírem smartphones que facilitam o acesso à Internet em qualquer lugar e a qualquer hora (Mascheroni & Ólafsson, 2014).

Porém, é necessário salientar que na educação a IdC pode ser utilizada em diferentes perspetivas, conforme ilustrado na Figura 10. Uma perspetiva corresponde à utilização destas

tecnologias para auxiliar a gestão escolar (controle de pessoas, recursos, acesso ou qualidade dos espaços físicos, etc.), sendo esta a menos relevante no âmbito deste estudo. Outra perspectiva corresponde ao desenvolvimento de cursos que visam a sua análise e como objeto de estudo e a última corresponde à sua utilização como ferramenta didática para a abordagem de diferentes conteúdos.

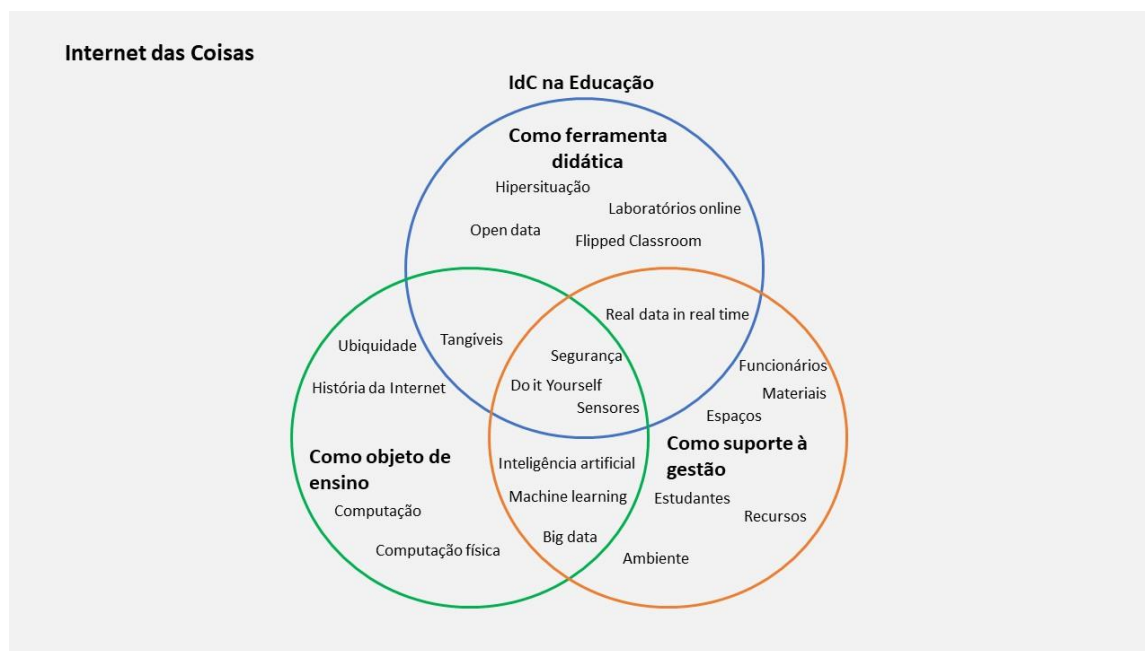


Figura 10 - A IdC na educação – perspectivas de utilização

No âmbito deste estudo a IdC como suporte à gestão (no panorama educacional) foi deliberadamente negligenciada, dando-se destaque à sua utilização como objeto de estudo e principalmente como recurso didático. Isto deveu-se ao facto de, por um lado ser o paradigma mais explorado, e por outro, por não se enquadrar nos objetivos a que esta investigação se propôs inicialmente.

Com exceção de projetos esporádicos (e essencialmente para fins académicos), a IdC como objeto de ensino está configurada, ainda que com pouca incidência, ao Ensino Profissional e cada vez mais ao Ensino Superior. O último em cursos das áreas de Engenharias e Ciências da Computação. Em menor estágio de disseminação e implementação parece estar o paradigma da IdC como recurso didático, contrariando as projeções do relatório de Selinger et al. (2013) para quem o ano de 2017 seria o ano de referência para os objetos inteligentes serem usados no

Ensino Superior e que imediatamente a seguir se tornariam amplamente utilizados no Ensino Básico e Secundário.

Porém, destacando-se o estudo desenvolvido por Joyce et al. (2014) no Ensino Básico, evidência que ecossistemas onde os dados ambientais estejam disponíveis para além de proporcionar uma nova experiência de aprendizagem, que permite aos alunos e professores mergulhem diretamente nos dados que estão a ser gerados, estimula a discussão, a descoberta e permite atividades mais complexas de aprendizagem em sala de aula. Sendo destacado apenas um aspeto a considerar em futuros projetos que se prende com a recolha de dados utilizando sensores com uma posição fixa (e conseqüentemente muito pouca necessidade de os manipular diretamente) pode resultar numa diminuição do envolvimento e da motivação.

1.2.2 Potencialidades em contextos educativos

O uso da IdC em contextos educativos, como uma ferramenta didática, tem sido visto como uma mais-valia, sendo destacadas várias potencialidades. Neste contexto, destaca-se a perspetiva de Callaghan (2012) para quem a IdC pode enriquecer o ensino baseado na experiência, ajudar os docentes em processos de gestão e “expandir a educação”. Nesta linha, com estas tecnologias poder-se-á ainda monitorizar o meio envolvente, facilitando abordagens interdisciplinares na exploração de diversos conteúdos, permitindo ainda uma pedagogia mais dinâmica, participada, que permita aos alunos desenvolver competências para articular, contextualizar, globalizar e reunir os conhecimentos adquiridos. Até porque, relativamente a este último aspeto é importante salientar que a falta de interação no sistema educacional tradicional é um problema há muito identificado e bem conhecido da investigação na área (Gleason, 1986).

Para uma breve sistematização das potencialidades que a IdC poderá trazer para a educação efetuou-se uma revisão da literatura, destacando-se aqui as potencialidades evidenciadas:

- facilitar o uso de laboratórios remotos - Com o desenvolvimento das tecnologias IdC e a disponibilidade de alguns a baixo custo, os laboratórios remotos e abertos tornaram-se uma realidade, dando o exemplo de Kalashnikov et al. (2017). No entanto, deve ser salientado que

- esta é ainda uma realidade pouco generalizada. Com estes laboratórios, os estudantes podem aceder a serviços e dados que de outra forma seria impossível ou teria custos muito elevados;
- aproximar a escola da realidade tecnológica dos alunos (Wang & Reeves, 2003) - embora a maioria dos alunos mais jovens não saiba o que é a IdC ou seja capaz de a definir, a verdade é que a maioria já foi confrontada com estas tecnologias ou já a utilizou na sua vida diária. No entanto, apesar desta realidade, estas tecnologias ainda são pouco utilizadas em contextos educativos;
 - intervir no meio ambiente e na sociedade (Guenduez et al., 2020) - se por um lado se atesta que não é tendo mais informação que um cidadão se torna mais ativo, por outro se assume que possuir informação, ou saber como alcançá-la, pode contribuir para uma maior intervenção na sociedade. Assim, considerando que a IdC tem uma relação próxima com dados abertos e que com essas tecnologias se pode ter acesso fácil a dados que de outra forma seriam de difícil acesso, considera-se que a IdC pode ser um fator contribuinte para uma sociedade mais informada e interveniente, tanto na sociedade quanto no ambiente ao redor. Este fator torna-se mais relevante com o advento das cidades inteligentes (*smart cities*);
 - promover a igualdade de acesso aos dados (Guenduez et al., 2020) - como mencionado acima, a IdC tem uma relação próxima com os dados abertos, o que facilita o acesso a dados e informações que de outra forma seriam mais difíceis. Por outro lado, há a questão de alunos de origens periféricas ou mesmo isoladas poderem aceder remotamente laboratórios de última geração ou dados em tempo real de outras regiões, o que pode contribuir para uma educação mais igualitária no acesso à informação;
 - promover mudanças nos recursos e tecnologias educacionais existentes (NMC Horizon Report, 2016), nomeadamente no manual escolar (Moreira et al., 2018), contribuído para uma mudança de paradigma para um *smartbook*, definido por Kirov & Kirov (2010) como sendo altamente interativo, personalizável, adaptável, inteligente e fornecido com um vasto conjunto de serviços de suporte que beneficiarão da web semântica;
 - facilitar a adoção de metodologias como a *flipped classroom* (sala de aula invertida)) (Al-Emran et al., 2020; Ali et al., 2017; Bajracharya et al., 2018; Tsai et al., 2018) – com as tecnologias IdC os alunos podem estar, por exemplo, em casa a monitorizar experiências que ocorreram ou estão a ocorrer na escola ou a aceder a dados em tempo real e que permitam aprendizagens, dá-se o exemplo desenvolvido por Ali et al. (2017) que desenvolveram um sistema que permite aos estudantes de medicina ter acesso a pacientes virtuais desenvolvidos

com dados de pacientes reais. Com a IdC, os professores poderão ter acesso a ferramentas que lhes darão informação mais diversificada sobre os seus alunos, nomeadamente interesses, facto que poderá ser decisivo na escolha de um currículo mais adequado para o aluno de forma mais particular (Moreira et al., 2019);

- facilitar a criação de ambientes hipersituados – o ambiente de "hipersituação" promove a utilização destes dados a um nível mais avançado permitindo que a sala de aula se torne um espaço "aberto", onde as limitações físicas não serão relevantes para a interpretação do ambiente, que pode ser monitorizado, analisado e estudado em tempo real (Hancock, 2014; Johnson et al, 2015; Moreira et al., 2021).

○ Hipersituação

Considerando a importância dada por vários autores a esta potencialidade que a IdC poderá trazer para os meios educativos, optou-se por se dedicar uma secção a esta temática. Refletindo, assim, sobre a sua definição, potencialidades, desafios e formas de a alcançar. Ressalva-se que parte deste contributo aqui descrito referente a hipersituação e experiência hipersituada foi já publicada num artigo de posicionamento - Moreira et al., 2021 - e submetido e aceite para um capítulo de livro a aguardar publicação.

A primeira vez que fomos confrontados com o termo “hipersituação” foi no Horizon Report 2015 (Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, 2015). Todavia, importa salientar que no respeitante à utilização da IdC em contextos educativos, o termo “hipersituação” foi utilizado pela primeira vez por Hancock (2014), conforme descrito seguidamente.

Este termo e conceito despertou-nos, imediatamente, interesse e algumas dúvidas, particularmente em relação a uma definição mais pormenorizada relativamente a como este ambiente poderia ser alcançado. Com esta realidade, procedemos a um estudo mais detalhado relativamente a hipersituação, ou seja, um ambiente onde os estudantes poderão aceder a informações que lhes será fornecida de forma contextualizada, em tempo real e tecnologicamente mediada.

Hancock (2014) declarou que aplicou este termo por falta de um que fosse mais adequado. Ainda assim, o termo tem surgido em diferentes documentos científicos e relatórios

como sendo a grande mais-valia da utilização da IdC como recurso didático. Porém, apesar das inúmeras referências, continua a não se verificar uma definição pormenorizada ou forma atingir este estágio com as tecnologias existentes.

Todavia, antes parece-nos relevante mencionar que sem mediação tecnológica, cada indivíduo estava circunscrito aos seus sentidos, conhecimentos anteriores, crenças e/ou conhecimentos dos seus pares (que lhe poderiam ser, ou não, transmitidos) para a interpretação do meio envolvente. Com ambientes hipersituados, o indivíduo, neste caso o aluno, terá acesso a camadas de dados e informações sobre determinadas situações em tempo real, que lhe poderão ser fornecidas de forma contextualizada com sua faixa etária, interesses, cultura ou localização. Esta contextualização será facilitada pela web semântica, assente nos dados que o aluno poderá fornecer à plataforma, conforme veremos mais à frente.

No respeitante à conceptualização do termo, um dos aspetos que contribui para a dificuldade na interpretação do termo hipersituação é o facto de ser composto de um prefixo - hiper - e por um nome - situação. Recorrendo ao Dicionário Oxford Learner's⁴, pode afirmar-se que "hiper" se refere a algo "mais que normal" ou "demais" e que o nome "situação" é referido a "todas as circunstâncias e coisas que estão a acontecer num determinado momento e num determinado lugar". Neste quadro esta conjugação parece remeter para uma outra dimensão na qual novas camadas são acrescentadas à realidade do indivíduo, ou a uma determinada situação na vida do indivíduo.

No entanto, importa salientar que este termo já havia sido utilizado em diferentes contextos, destacando-se Declerck (2008) que se refere à hipersituação como algo alcançado por um conjunto de pequenas situações (ou acontecimentos) ocorridas no passado, podendo ter intervalos temporais mais ou menos longos entre elas, mas que no seu conjunto levaram a uma situação no presente. Este conceito essencialmente usada em estudos literários pode ser uma contribuição para um melhor entendimento no âmbito deste estudo, podendo ser também a explicação para Hancock (2014) o ter aplicado.

⁴ Disponível em <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>, acessido em 30 de janeiro de 2020

Por vezes a discussão sobre o termo hipersituação remete para o conceito de hiperrealidade, sendo esta uma "realidade" que também é obtida através da mediação tecnológica em conjunto com a realidade física do indivíduo. Neste quadro, considera-se que na hiperrealidade a tecnologia pode criar realidades que se somam à realidade natural, criando assim diferentes camadas de realidade. Um acontecimento que nos remete para o pensamento de Eco (1987, p.44) - *"technology can give us more reality than nature can"* . Neste estágio da realidade, o indivíduo pode até ser incapaz de distinguir a realidade de uma simulação da realidade (Baofu, 2009). Por oposição a isto, hipersituação não acrescenta realidades (ou situações), apenas facilita diferentes interpretações da realidade, ou, em última análise, fornece diferentes perspetivas sobre a mesma realidade, como será explicado mais adiante neste artigo.

A hipersituação pode ser interpretada, também, em analogia com o termo hipertexto que, sob a perspetiva de Smith John & Weiss Stephen (1988) dá uma grande flexibilidade aos textos. Seguindo esta linha de pensamento, pode referir-se que a hipersituação também confere uma grande flexibilidade na interpretação da realidade, uma vez que permite o acesso a dados em tempo real a partir do ambiente circundante. Isto permite ao indivíduo aceder a informação complementar de uma forma orientada, semelhante ao hipertexto. A este nível, podemos ainda salientar que os alunos poderão aceder a várias camadas de dados (ou informação) pretendidos, que lhes conferirá uma visão mais aprofundada da realidade, através de marcadores (*tags*).

Nesta situação podemos dar o exemplo da tecnologia do Google Lens⁵. Com esta tecnologia, o utilizador direciona a câmara do seu telemóvel para o "objeto" (que pode ser um animal, planta, objeto inanimado, texto, etc.) e imediatamente lhe é fornecida informação adicional sobre esse mesmo objeto. Para isso a aplicação busca informação na Internet sobre objetos idênticos, podendo também efetuar tradução de textos. Este conceito de os marcadores poderem ser qualquer "coisa" do meio e que se apontarmos um dispositivo para ela obtemos informação adicional, aproxima-se já do conceito de hipersituação, contudo o termo que aqui

⁵ Google Lens é uma aplicação de reconhecimento de imagem desenvolvida pela Google e anunciada pela primeira vez em 2017. Desde então tem evoluído, estando embutida noutras tecnologias da Google e disponível para diferentes sistemas operativos. Permite o reconhecimento de um objeto ou texto e pesquisa automaticamente informação sobre objetos idênticos na internet, podendo também efetuar tradução de textos. Aqui o conceito de objeto é idêntico ao utilizado na definição de "coisas" em dC, podendo este ser um animal, plantas, etc...

pretendemos aprofundar está numa camada de complexidade superior. Pois, em hipersituação as “coisas” ou parte delas existentes no meio têm tecnologia da IdC. Ou seja, os dados ou informação fornecidas ao utilizador são reais e atualizadas constantemente e não dados ou informação por comparação.

Percebe-se, assim, que a tecnologia tem um papel preponderante na obtenção de um espaço hipersituado. Porém, dado o atual estágio de desenvolvimento tecnológico, nomeadamente no respeitante à ubiquidade de objetos ligados à Internet, este tipo de ambientes pode apenas ser testado em laboratório. Todavia, é possível que nos próximos anos se assista a um acelerar do desenvolvimento tecnológico, nomeadamente a ubiquidade da IdC, isto porque as tecnologias 5G permitirão um acesso mais facilitado e direcionado à rede, pelo que poderão ser determinantes para que os ambientes hipersituados se tornem uma realidade experimentável por muitos.

Assim, sem mediação tecnológica, cada indivíduo estava circunscrito aos seus sentidos, conhecimentos anteriores, crenças e/ou conhecimentos dos seus pares (que lhe podiam ser transmitidos) para a interpretação do ambiente. Com ambientes hipersituados, o indivíduo terá acesso a camadas de dados e informações sobre determinadas situações em tempo real, que podem ser fornecidas de forma contextualizada com sua faixa etária, interesses, cultura ou localização. Esta contextualização será facilitada pela web semântica.

A fim de exemplificar o conceito de hipersituação, na Figura 11 ilustra-se uma situação sem mediação tecnológica, em que o indivíduo depende dos fatores anteriormente mencionados para interpretar determinada situação em tempo real. Em contraste, na Figura 12 o indivíduo tem acesso a todo um conjunto de dados e informações em tempo real, permitindo uma interpretação mais completa da situação em diferentes camadas. Pode assim dizer-se que a hipersituação permite atribuir novas dimensões a cada situação.



Figura 11 - Situação

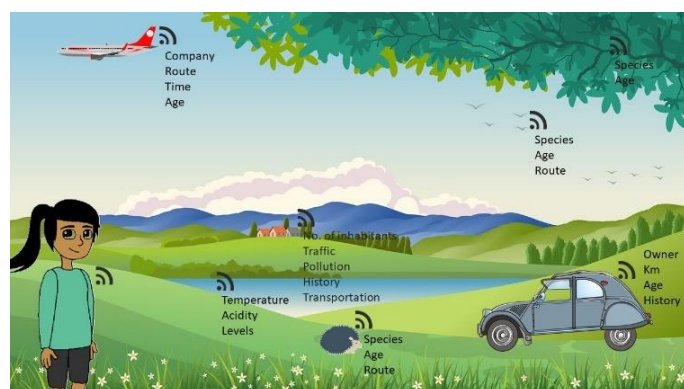


Figura 12 - Hipersituação

Estes dados acedidos em tempo real, em qualquer lugar podem ter impacto noutras tecnologias/recursos educativas. Por exemplo, os livros escolares, poderão deixar de ser um “livro estático”, mas um serviço dinâmico que é constantemente atualizado tendo em conta diferentes variáveis tais como a idade, interesses e localização dos utilizadores. Além disso, assumirá um forte papel de guia no acesso à informação disponível na rede, metamorfoseando o livro em um *smartbook*.

Ressalva-se a ideia de que neste ambiente há a possibilidade da informação que chega ao aluno ser contextualizada. Esta contextualização será facilitada pela web semântica e pela ontologia. Ontologia que é percebida por alguns autores como o futuro para o ambiente de aprendizagem (Ouf et al., 2017). Entretanto, salientamos novamente que enquanto ainda estamos no início da ubiquidade da Internet, por outro lado, temos o advento de tecnologias 5G que serão determinantes para a realização desta realidade, com todo o seu potencial e desafios inerentes.

A explanação aqui apresentada pode parecer utópica e será evidentemente dispendiosa, todavia tem-se assistido a aproximações de ambientes hipersituados em contexto laboratorial. A este respeito podemos dar o exemplo de um projeto desenvolvido no Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL)⁶ do Massachusetts Institute of Technology onde através sinais wireless foi possível detetar emoções de humanos⁷ e assim fazer alterações no espaço físico da sala, nomeadamente iluminação, temperatura, etc. Aqui um utilizador está a enviar dados seus para uma plataforma que os vai interpretar e fazer alterar o meio físico. Não sendo propriamente o que aqui descrevemos por hipersituação, a tecnologia envolvida é semelhante. Embora em hipersituação não se pressuponha a alteração da realidade, mas sim o acesso a dados ou informação dessa mesma realidade (ou apenas situação) que nos permita uma interpretação da mesma mais abrangente e aprofundada, conforme se tentou evidenciar com a Figura 12.

No entanto, deve-se notar que a existência de um ambiente hipersituado não é garantia de que uma experiência hipersituada será proporcionada. Para experienciar a hipersituação, por um lado é necessário que o indivíduo queira vivê-la e, por outro, é necessário que haja uma personalização da narrativa dos dados que são fornecidos ao indivíduo. Estes dados podem ser fornecidos na forma de dados brutos ou na forma de informação, ou seja, uma atribuição de significado aos dados. Além do descrito, é ainda necessário que o indivíduo tenha acesso a um dispositivo que lhe permita receber os dados (ou informação) e também enviar dados (ou informação para a plataforma).

A título de exemplo, imagine-se um jovem que entra numa discoteca personalizada onde cada cliente ouve a música através de auscultadores, podendo escolher a música que quer ouvir e que lhe é fornecida de acordo com os seus interesses. Ou seja, se retirar os auscultadores, ouvirá apenas os restantes clientes a conversar ou a dançar. Aqui o cliente tem acesso à discoteca (que será em analogia o ambiente hipersituado), tem acesso ao dispositivo que lhe permitirá experienciar ouvir a música que quiser (ou seja em analogia, vivenciar uma experiência hipersituada), porém este terá de querer vivenciar essa experiência para que realmente assim seja.

⁶ Cujo website pode consultado neste endereço: <https://www.csail.mit.edu/>

⁷ A notícia relativa a este desenvolvimento encontra-se em: <https://news.mit.edu/2016/detecting-emotions-with-wireless-signals-0920>

Assim, face ao exposto, na nossa perspectiva, a experiência hipersituada pode contribuir em larga escala para o surgimento de novas situações e contextos pedagógicos. Estas situações serão originadas por um novo paradigma onde a temporalidade do mundo físico e digital será idêntica. Esta temporalidade será possível através da conexão de um novo e particular tipo de tecnologia digital. Esta tecnologia é na verdade um resumo de várias tecnologias como IdC, BIG Data, e Inteligência Artificial, que, em maior ou menor grau, todas podem incorporar ou sobrepor informação em tempo real na experiência. A sobreposição ocorre, dependendo da tecnologia em questão, em vários planos ou dimensões da experiência, sendo os mais importantes a integração Preceptiva, Informativa e Narrativa. A esta experiência pode-se acrescentar, ainda, as realidades Virtual e Aumentada para gerar também um ambiente de hiper-realidade.

Assim, para terminar esta secção parece-nos importante apresentar aquela que é a nossa definição conceptual de hipersituação e de experiência hipersituada, tendo por base a análise apresentada.

Relativamente a hipersituação entendemos tratar-se de um ambiente dotado de um conjunto de tecnologias que permite a um indivíduo aceder a dados (ou eventualmente informação) de vários aspetos do meio envolvente em tempo real e de forma contextualizada com os seus interesses, idade e localização, recorrendo-se para isso a diferentes tecnologias, nomeadamente a web semântica. Para que esta contextualização acontece é necessário que o indivíduo forneça alguns dos seus dados pessoais, como por exemplo a geolocalização, caso contrário a experiência hipersituada poderá ser comprometida.

Por outro lado, a experiência hipersituada caracteriza-se pela experimentação de um ambiente hipersituado. Sendo para isso necessário, além do ambiente, que o indivíduo disponha de um dispositivo que lhe permita conectar-se com a plataforma que gere e fornece os dados do ambiente hipersituado e que este também partilhe alguns dados com a referida plataforma. Neste quadro, dois indivíduos no mesmo ambiente hipersituado à mesma hora podem vivenciar experiências hipersituadas diferentes, pois cada uma é contextualizada com as características e interesses do utilizador.

Face ao exposto, expõem-se na subsecção seguinte aquela que é a nossa interpretação de como se poderá alcançar um ambiente hipersituação.

- *Como alcançar este estágio*

Para que o estágio de hipersituação ou ambiente hipersituado seja uma realidade em contextos educativos será necessário desenvolver uma rede envolvendo todo um conjunto de tecnologias, assim como uma plataforma que permita a contextualização pelo indivíduo, ou seja, cada indivíduo terá acesso a diferentes camadas da mesma situação de acordo com sua realidade. Esta combinação de tecnologias é ilustrada de uma forma simplificada na Figura 13.

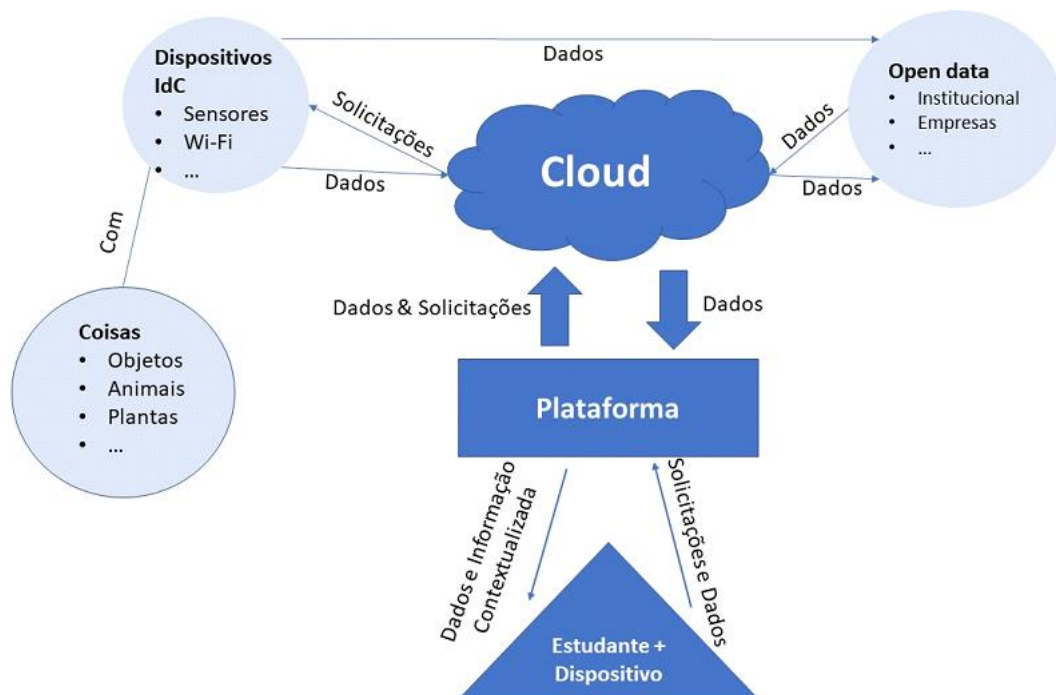


Figura 13 – Tecnologias para alcançar o estágio de Hipersituação

Conforme mencionado anteriormente, atingir este estágio de forma ubíqua é agora uma impossibilidade, porém, com a expansão das tecnologias 5G, acredita-se que dentro de alguns anos será uma realidade massificada. Uma evidência que contribui para esta crença é o exemplo de algumas cidades na China onde estas tecnologias permitem, por exemplo, o acesso a dados em tempo real de indivíduos, como seja a temperatura corporal, registo criminal, etc...

Todavia, importa ressaltar que a percepção da hipersituação centrada unicamente nos humanos não corresponde à visão que temos e que tentámos expressar neste texto. No nosso entendimento as plataformas de gerenciamento e fornecimento de dados devem aceder a dados

das “coisas” constantemente. Sendo que os humanos apenas fornecem os dados anteriormente referidos para que possam vivenciar a experiência hipersituada na plenitude.

O exemplo apresentado prende-se com o facto de as tecnologias envolvidas serem idênticas, embora percecionadas sob paradigmas diferentes. Pois, na situação daquelas cidades, os indivíduos fornecem os seus dados (sem a possibilidade de recusar) e estes são partilhados apenas com uma entidade. Na nossa visão, os dados fornecidos pelo utilizador permanecem apenas na plataforma, para que esta lhe direcione dados do meio envolvente de forma contextualizada.

Acresce ainda que na nossa perspetiva os dados recolhidos que seguem para a plataforma poderão servir para proporcionar aos ambientes inteligentes (como as *smartcities*) uma maior dinâmica. Ou seja, imagine-se a este nível um ambiente que esteja na rota migratória de animais, quando estes se aproximassem do local, considerando que eles próprios estavam integrados na plataforma, esse espaço físico poderia ser interdito automaticamente a humanos, ficando o espaço acessível novamente após a partida dos referidos animais.

Ou seja, com este sistema poderemos ter o mundo físico e digital em consonância temporal, mas também em colaboração constante.

Avançando, não é suficiente ter um ambiente com potencial de hipersituação para ter uma experiência hipersituada, como referido anteriormente. Para uma experiência hipersituada é necessário que, para além das tecnologias, três fatores essenciais sejam preenchidos: perceção, informação e narrativa. Assim, na figura 13, as tecnologias que permitirão a narrativa não são indicadas, porque se considera que funcionarão ao nível da plataforma.

No respeitante à perceção, esta ocorre a nível individual e a informação é obtida através de sensores e dados abertos numa forma bruta que pode ser "trabalhada" e transformada em informação a nível da plataforma.

Note-se que o indivíduo (aqui identificado como estudante) tem de fornecer informação sobre si próprio (localização, interesses...) à plataforma, a fim de receber informação sobre a realidade circundante contextualizada com os seus interesses, idade, localização, etc...

De seguida, indicam-se as principais potencialidades e desafios que a hipersituação e a experiência hipersituada poderão trazer para os ambientes educativos.

○ *Potencialidades*

O uso da IdC com esta finalidade permite ao aluno receber informações que estejam em contexto com sua idade, interesses e localização geográfica. Possibilita abordar desafios reais e concretos do ambiente circundante, facilitando aos estudantes a construção de seus próprios conhecimentos (abordagem construtivista) e a adoção de uma metodologia multidisciplinar e de sala de aula invertida. Considerando esta realidade, isto pode promover que os conteúdos tratados na aula tenham uma maior afinidade cultural e social com o aluno.

Será mais fácil para os alunos assumirem um papel mais ativo na pesquisa, partilha e processamento de dados, onde o professor terá principalmente um papel orientador.

Outra potencialidade é a capacidade de promover abordagens multidisciplinares, está relacionada com o facto de haver uma maior possibilidade de desenvolver competências de outras áreas curriculares, numa abordagem interdisciplinar.

Em ambientes hipersituados a sala de aula pode tornar-se um espaço "aberto", onde as limitações físicas não serão relevantes para a interpretação do mundo exterior, que pode ser monitorizado, analisado e estudado em tempo real.

Além disso, outros recursos educativos podem mudar, tornando-se mais dinâmicos e contextualizados com a realidade de cada aluno. Como exemplo, o manual escolar, este não será apenas um objeto, mas um serviço dinâmico que é constantemente atualizado tendo em conta diferentes variáveis como a idade, os interesses e a localização dos seus utilizadores. Além disso, ele assumirá um forte papel de guia no acesso à informação disponível na rede.

○ *Desafios*

Da nossa perspectiva, os maiores desafios serão em 4 aspetos:

- a dificuldade de criar estes ambientes hipersituados, já que será necessário combinar um conjunto de tecnologias e desenvolver uma plataforma que permita

ao usuário (especialmente aos estudantes) a possibilidade de aceder a dados e informações de forma fácil e direcionada;

- a formação de professores nesta área terá de ser reforçada para que estes se sintam confortáveis e capazes de tirar o máximo partido destes ambientes;
- muitos outros recursos pedagógicos terão de ser repensados, em particular o manual escolar e a adaptação das metodologias de ensino;
- e considerando que os alunos através dos seus dispositivos serão também remetentes de dados, terá de haver um maior controlo e garantia de segurança de modo a garantir a total proteção dos envolvidos.

Face a estas dificuldades, estamos cientes que os ambientes hipersituados estarão ainda numa fase inicial de desenvolvimento, no entanto, todo o conjunto de recursos para os desenvolver está já ao dispor da humanidade, conforme mencionado anteriormente.

1.2.3 Desafios em contextos educativos

Conforme mencionado em trabalhos anteriores, desenvolvidos no âmbito desta investigação (Moreira et al., 2018) os principais desafios da introdução da Internet das Coisas na educação estão essencialmente relacionados com os fatores:

- segurança e privacidade (Ray et al., 2016; Selinger et al., 2013; van Kranenburg & Bassi, 2012) – com a IdC surge a discussão da segurança e privacidade, especialmente dos estudantes que são na sua maioria menores, no respeitante aos históricos de aprendizagem, detalhes pessoais e até mesmo a localização;
- armazenamento e tratamento de dados (Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014; Ray et al., 2016; Selinger et al., 2013) – a IdC permite o acesso a uma grande quantidade de dados que podem ser constantemente atualizados. Diante deste desafio, haverá a necessidade de ter recursos para o armazenamento de dados, a capacidade de garantir sua confiabilidade, bem como o seu tratamento, para que possam ser apresentados de acordo com as diferentes faixas etárias e níveis de educação;

- custos relacionados com a implementação (Temkar et al., 2016) - Quando se trata do uso de tecnologias recentes, há necessidade de investir em hardware, software e, posteriormente, na manutenção dos sistemas;
- adaptação de recursos existentes (Temkar et al., 2016) - Muitos dos equipamentos existentes nas escolas não estão prontos para explorar todo o potencial da IdC, por isso há necessidade de adaptar os recursos existentes, incluindo quadros brancos interativos e conexões de rede estáveis. Com relação aos recursos de ensino, há uma necessidade de adaptar os recursos existentes para poder integrar a Internet sem fio, notadamente os livros didáticos eletrônicos;
- desenvolvimento de recursos didáticos potenciadores da sua utilização na sua plenitude. Assim, existe a necessidade de adaptar os recursos existentes, de forma a se poder integrar a IdC nos manuais escolares eletrônicos, por exemplo;
- políticas educativas (Selinger et al., 2013) - que facilitem e estimulem a introdução e o uso destas tecnologias pelas escolas;
- informação ao público em geral a fim de que ele compreenda as potencialidades da IdC (Bassi & Horn, 2008) especialmente em contextos educativos para evitar resistências ao seu uso;
- e formação de docentes (Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014), investigadores e especialistas em educação - para que seja possível tirar o maior proveito da IdC haverá a necessidade de desenvolver formações que envolvam investigadores, especialistas em educação e especialmente professores, sendo estes agentes de mudança e principais orientadores e mobilizadores de práticas educativas.

Assim, compreende-se que há ainda um percurso com obstáculos a serem ultrapassados para que as tecnologias IdC sejam utilizadas em contextos educativos na sua plenitude. Todavia esperando que este trabalho seja um contributo para que alguns dos pontos anteriormente mencionados sejam ultrapassados, não poderíamos deixar de referir e elencar alguns projetos que têm sido desenvolvidos tendo a IdC como recurso didático, conforme descrito na secção seguinte.

1.2.4 Casos testados de utilização da IdC em contextos educativos

No desenvolvimento desta secção considerou-se apenas projetos que envolvessem a IdC como recurso didático para a abordagem de outros conteúdos curriculares, excetuando-se assim projetos em que a IdC surge como objeto de estudo ou como ferramenta de gestão. Para a pesquisa de projetos recorreu-se à técnica de análise documental que incidiu sobre documentos que reflitam projetos nacionais e internacionais. Para aceder aos documentos referidos recorreu-se a diferentes repositórios, dando-se como exemplo: Google Académico; Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal; arXiv; Scopus; etc. Assim, no

Quadro 3 - *Projetos desenvolvidos envolvendo a IdC como recurso didático* apresenta-se os projetos que envolvem IdC como recurso didático.

Quadro 3 - Projetos desenvolvidos envolvendo a IdC como recurso didático

Projeto	Website	País(es)	Descrição	Referência
The Internet of (School) Things	iotschool.org	Reino Unido	O objetivo deste projeto inglês é ensinar os alunos e professores a mensurar e a partilhar dados de várias fontes (como a temperatura do ar e do solo, humidade, entre outros, que visa incentivar os alunos a realizarem experiências, nomeadamente do cultivo de plantas) utilizando a IdC de modo a estimular a aprendizagem, ligar estas novas competências aos currículos e finalmente conceber o projeto futuro de novas escolas.	(Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014)
OBSY - Observation Learning System	obsy.spidyhero.com	Tailândia	Dispositivo IoT de baixo custo desenvolvido com recurso à plataforma Raspberry Pi para a obtenção de dados com visto à abordagem de conteúdos de Ciências por crianças do norte da Tailândia.	(Pruet, Chee Siang Ang, et al., 2015)
Make2Learn	-	Noruega	Visou o desenvolvimento de um artefacto IdC que permitisse a abordagem de conteúdos CTEM (Ciências, Tecnologia Engenharia e Matemática) numa filosofia <i>maker</i> .	(Divitini et al., 2017)
ConnectUs	-	Inglaterra	Os investigadores desenvolveram um dispositivo que permite fazer uma abordagem a conceitos de IdC nos primeiros anos de escolaridade, mas também de compreensão do meio envolvente, uma vez que esse dispositivo tem sensores.	(Lechelt et al., 2016)
Gaia - Green Awareness In Action Project	gaia-project.eu/	Reino Unido, Suécia, Áustria, Itália e Grécia	Com recurso a tecnologias IdC pretendem sensibilizar e promover comportamentos mais sustentáveis, nomeadamente no consumo de recursos.	(Mylonas et al., 2019)
Array of things	arrayofthings.github.io	USA	Um consórcio que visa colocar dispositivos em locais públicos de forma a obter dados e disponibiliza-los para a comunidade de forma aberta. Tem também um projeto educativo em paralelo.	(Catlett et al., 2017)
IoT based Learning Framework to Facilitate STEM	-	USA	Estrutura de aprendizagem baseada em IdC para facilitar a educação conteúdos CTEM (Ciências, Tecnologia Engenharia e Matemática)	(He et al., 2016)

Deste quadro, pode aferir-se que à data da pesquisa existiam poucos projetos que estivessem retratados na literatura académica e que envolvessem o uso da IdC como recurso didático, não tendo sido identificado nenhum projeto nacional. Destaca-se que a maioria dos projetos visa a abordagem de conteúdos de CTEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

1.2.5 Fatores chave para a aplicabilidade em contextos educativos

A ideia de que a IdC será uma ferramenta utilizada em contextos educativos parece reunir consenso, existindo já exemplos concreto, sendo a maioria no Ensino Superior e Ensino Profissional. No entanto, a sua aplicabilidade de forma generalizada parece depender da garantia de cumprimento de alguns fatores chave que no decorrer desta investigação se publicaram em Moreira, Vairinhos & Ramos (2019), mas que aqui se apresenta de forma mais detalhada:

- segurança e Privacidade (Friedewald & Raabe, 2011; Rayes & Samer, 2017; Selinger et al., 2013; van Kranenburg & Bassi, 2012) – considerando que a IdC irá originar redes complexas de pessoas e “coisas” tanto privadas como públicas e que estas redes serão suscetíveis de criar novas relações entre pessoas e computadores. Assim, haverá a necessidade de garantir que o acesso aos dados é realizável de forma segura e que a privacidade dos utilizadores está garantida, principalmente quando muitos destes utilizadores serão menores de idade;
- integridade dos dados (Selinger et al., 2013) - com uma quantidade tão grande de dados haverá a necessidade de preservar a sua integridade, pois estes deverão estar abertos e ao alcance de todos. Os autores Selinger et al. (2013) referem ainda, que os educadores devem trabalhar em conjunto com os governos no sentido do desenvolvimento da IdC na educação enquanto que o governo deve assegurar a segurança dos dados e dos seus cidadãos;
- capacidade de armazenamento dos dados (Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014; Rayes & Samer, 2017; Selinger et al., 2013) – estando os sistemas IdC a recolher e armazenar constantemente dados, é expectável que a médio prazo se tenha quantidades massivas de dados, daí a necessidade de garantir que estes possam ser guardados e acessíveis;

- políticas educativas e formação (Joyce, Pham, Stanton Fraser, et al., 2014; Selinger et al., 2013) - Selinger et al. (2013) afirmam que devem ser adotadas políticas de integração das tecnologias na sala de aula, assim como no currículo, para tal é necessário, entre outros, o desenvolvimento de guiões e tarefas direcionados às várias áreas curriculares, para que os docentes possam recorrer as estas tecnologias de forma mais eficiente. Deve ainda ser estimulado o desenvolvimento de cursos de desenvolvimento profissional que integrem estas tecnologias;
- adaptação dos recursos existentes (Temkar et al., 2016) – a IdC poderá ser um contributo para a evolução de outras tecnologias educativas já existentes, nomeadamente o quadro interativo, pelo que haverá a necessidade de atualizar essas tecnologias face à realidade que a IdC poderá proporcionar. Isto poderá ter um custo económico elevado, no entanto, espera-se que seja realizado de forma faseada e demorará ainda vários anos até que todas as escolas tenham acesso a estas tecnologias.

A estes fatores acrescenta-se o acesso contínuo e de qualidade à Internet (Selinger et al., 2013) e o acesso a recursos tecnológicos que permitam aceder à rede e visualizar os dados. Sendo estes os fatores primordiais para se utilizar a IdC em contextos educativos como ferramenta didática, são também alguns dos principais problemas detetados em muitas escolas nacionais.

1.3 Soluções tecnológicas para utilização da IdC

Como possibilidade de aplicação da IdC na Educação, enquanto recurso didático, salientam-se três abordagens: uma centrada em dispositivos de IdC, essencialmente orientada para a exploração de recursos locais; outra, centrada em *open data feeds* disponibilizados por instituições; e uma terceira que conjugue a utilização de dispositivos locais e o recurso a *open data feeds*.

A abordagem centrada em *open data feeds* sendo menos exigente no respeitante a conhecimentos técnicos, exige um esforço, não negligenciável, de compilação e sistematização para uma utilização efetiva e profícua dos dados daí provenientes que poderão ser locais ou globais. Isto porque, os dados existentes não se encontram organizados de forma a poderem ser utilizados de forma didática.

Nas secções seguintes apresentam-se as diferentes abordagens.

1.3.1 Com dispositivos locais

Para uma abordagem centrada em dispositivos locais, é necessário o desenvolvimento de sistemas IdC que envolvam dispositivos que permitam coletar dados e posteriormente comunicá-los por via da Internet para uma plataforma de armazenamento e, sempre que necessário, apresentação desses dados. Portanto, para a sua construção necessita-se de *hardware* (microprocessadores ou computadores, sensores, módulos que facilitem a ligação à internet e locais de armazenamento de dados) e de *software* (que facilite a programação de diferentes componentes do hardware e a apresentação dos dados de forma a que possam ser explorados e trabalhados).

- **Potencialidade**

Como potencialidades desta abordagem destaca-se:

- possibilidade de contacto direto com as tecnologias IdC – nesta abordagem os sistemas podem ser desenvolvidos ou apenas assemblados pelos envolvidos nos projetos educativos ou podem ser adquiridos. Todavia implica sempre um contacto mais próximo com a tecnologia em si e a possibilidade de exploração destes recursos;
- possibilidade de desenvolvimento de outras competências nos agentes envolvidos – isto porque no caso em que os sistemas são desenvolvidos ou assemblados no ambiente educativo, gera-se a possibilidade de desenvolver competências na área do design, programação, engenharia e as restantes competências associadas ao movimento *Maker*⁸;
- possibilidade de adaptação dos sistemas locais às necessidades, interesses e realidades dos envolvidos;

⁸ O movimento *Maker* representa um movimento crescente de “hobbyistas”, engenheiros, *hackers*, e artistas empenhados em conceber e construir criativamente objetos materiais tanto para fins lúdicos como úteis. O nome e a ideia do movimento *Maker* pode ser rastreado até à fundação, em 2005, da revista *Make* e do primeiro *Maker Faire* em 2006 (Martin, 2015).

- possibilidade de obtenção de dados locais, mais contextualizados com a realidade dos agentes envolvidos e maior facilidade de identificar que fatores podem contribuir para a variação dos dados obtidos;
- e possibilidade de apresentar os dados de forma mais contextualizada com as necessidades didáticas e dos agentes envolvidos, isto porque haverá uma maior flexibilidade para se alterar os softwares utilizados para a obtenção dos painéis de dados.

Todavia, esta abordagem acarreta, também, alguns desafios, conforme de descreve de seguida.

- **Desafios**

Como desafios ao desenvolvimento de projetos que envolvam a IdC como recurso didático, tendo por base uma abordagem com sistemas locais destaca-se:

- a necessidade de desenvolvimento de formações de docentes com vista a uma compreensão das potencialidades desta abordagem e como estes dispositivos funcionam;
- dificuldades de manutenção dos sistemas IdC, principalmente nos sistemas desenvolvidos ou assemblados pelos agentes locais;
- necessidade de desenvolvimento de guiões de construção (e manutenção) dos dispositivos e sistemas;
- necessidade de desenvolvimento de guiões didáticos que facilitem a abordagem de conteúdos curriculares com recurso a sistemas locais de IdC;
- garantir os recursos necessários para que estes sistemas funcionem em pleno, nomeadamente o acesso à Internet constante;
- garantir recursos a preços acessíveis.

Como veremos de seguida, esta abordagem poder ser mais dispendiosa e de difícil concretização, quando comparada com a abordagem que se baseia em dados abertos disponibilizados, essencialmente, por instituições.

1.3.2 Com Open Data

Nesta abordagem os dados são, tendencialmente, através de sistemas IdC, diferindo da abordagem anterior pelo facto de existir um intermediário (instituições públicas/privadas). Assim, quem pretende aceder aos dados não acede diretamente ao sistema IdC, mas sim ao local onde a instituição disponibiliza os dados. Estes dados podem estar a ser recolhidos próximo ou distante dos alunos, apresentando-se no Quadro 4 alguns exemplos de endereços que permitem o acesso a dados obtidos em tempo real e disponibilizados de forma aberta.

Quadro 4 - Exemplos de instituições que partilham dados abertos

Instituição	Dados	Endereço
World Air Quality Index	Poluição do ar	http://aqicn.org/map/portugal/pt/#@g/42.0642/-13.266/7z ⁹
IPMA	Ondulação Vento Temperatura da água	https://www.ipma.pt/pt/maritima/costeira/index.jsp?selLocal=115&idLocal=115 ²
Open Sense	Humidade Temperatura Raios Ultravioleta Pressão atmosférica	https://opensensemap.org/explore ²

Neste quadro e como forma de contextualização salienta-se a necessidade de definir *dados abertos*. Assim, de acordo com a Agência para a Modernização Administrativa (AMA, 2016), os dados abertos (*open data*) são dados que podem ser usados livremente, reutilizados e redistribuídos por qualquer pessoa, ou seja, dados que podem ser usados sem qualquer tipo de restrição tendo, assim, um potencial de utilização em contexto educativo, principalmente quando estes dados têm proveniência em instituições credíveis.

Estes dados, disseminados de forma aberta, podem ser obtidos de diferentes meios, sendo, conforme referido anteriormente, um deles os próprios sistemas IdC. Veja-se o exemplo

⁹Consultado em 14 de março de 2020

do projeto de monitorização do ruído em tempo real no município de Matosinhos¹⁰ que recorrendo a diferentes tecnologias criou sistemas IdC que permitiu conectar as estações de monitorização de ruído à rede disponibilizando os dados em tempo real.

Pode-se interpretar os dados abertos como um ativo, pois apresentam-se com potencial de ser facilmente utilizados no desenvolvimento de atividades de aprendizagem personalizadas, a fim de responder aos objetivos curriculares, permitindo aos alunos liderar, se necessário, a adaptação do planeamento (Chui et al., 2014), podendo ainda ser um contributo para que os alunos desenvolvam um discurso argumentativo (Weinberger & Fischer, 2006). Isto porque, a utilização de dados abertos em atividades educativas permite, para além da aprendizagem de conteúdos específicos, que os professores incorporem uma componente de educação cívica nas suas aulas, que complementa o currículo. Nesta linha Huijboom & Broek (2011) argumentam que a publicação de dados governamentais pode permitir aos cidadãos o exercício dos seus direitos democráticos, salientando que este tipo de dados também podem ser considerados um excelente recurso para o ensino.

- o **Potencialidade**

A utilização deste tipo de dados (i) esbata as dificuldades económicas e técnicas de criação e sustentabilidade de sistemas IdC, por parte das escolas ou docentes e, (ii) garante a probidade dos dados.

- o **Desafios**

Como desafios desta abordagem salienta-se a necessidade de uma recolha e compilação das fontes de dados, de forma a que os docentes e alunos possam aceder de forma direta e contextualizada com a realidade curricular. Isto porque, apesar de muitas instituições disponibilizarem dados de forma aberta, estes não se encontram organizados. Facto que poderá desmotivar e desincentivar os docentes a utilizarem estes dados como recurso educativo, uma vez que têm de proceder à pesquisa antecipada e que esta poderá consumir muito tempo. Ainda

¹⁰ Informação sobre o Sistema de Monitorização de Ruído Ambiente na cidade de Matosinhos disponível em http://sig.cm-matosinhos.pt/sgam/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=242

ligado a este desafio está a necessidade de desenvolvimento de guiões didáticos que facilitem a utilização destes dados por parte dos docentes.

Outro desafio prende-se com a garantia de que os dados estão disponíveis de forma aberta constantemente. Isto porque a entidade fornecedora poderá alterar a disponibilidade dos dados a qualquer momento, acontecimento que poderá inviabilizar a sua utilização.

Por último, entende-se que a forma como os dados são disponibilizados poderá ser um desafio. Isto porque algumas instituições disponibilizam os dados em bruto. Podendo este facto ser uma mais valia, uma vez que será uma oportunidade para que os alunos desenvolvam competência no tratamento de dados, a verdade é que para alunos mais novos poderá ser um entrave à sua utilização.

1.3.3 Mista

A combinação e comparação entre os dados obtidos pelos sensores e os dados abertos também permite aos estudantes avaliar a qualidade dos dados e melhorar a análise científica dos factos. Ou seja, nesta abordagem os dados provenientes de *open data feeds* complementam os dados provenientes de sistemas locais. Como exemplo, imagine-se uma turma onde a comunidade decide conectar estufas à Internet através da tecnologia IdC e que durante a análise dos dados utiliza dados meteorológicos de uma instituição para complementar a compreensão dos fenómenos que ocorrem dentro das estufas.

Outro exemplo poderia ser a escola criando dispositivos locais de IdC que serão integrados em uma rede que permitirá a essa escola compartilhar seus dados, mas também aceder dados de outras instituições, beneficiando-se assim de dados abertos. Basicamente, algo que acontece, por exemplo no projeto openSense¹¹.

¹¹ openSense é uma plataforma que fornece dados abertos de diferentes locais e que quem estiver interessado pode aderir, basta adquirir o dispositivo senseBox e conectá-lo à internet - fornecendo assim dados sobre temperatura, umidade e partículas no ar. Este projecto começou em 2015 no GI@School do Instituto de Geoinformática de Munster (opensensemap.org).

- **Potencialidade**

As potencialidades desta abordagem, para além do descrito nas duas abordagens anteriores, prendem-se com o facto de não haver necessidade de desenvolvimento de sistemas IdC tão complexos, ou pelo menos com um elevado número de sensores, uma vez que muitos dados podem ser obtidos através de *open data feeds*.

Outra potencialidade é o facto de grande parte os dados obtidos localmente poderem ser comparados com *open data feeds*, o que permite ter um maior grau de fiabilidade dos dados obtidos, nomeadamente na calibração dos sensores.

Quando não existem dados abertos da localidade, é possível comparar com dados regionais, nacionais ou até internacionais, dando-se assim uma maior possibilidade de interpretação dos mesmos e de compreensão das variações.

- **Desafios**

No respeitante a desafios, estes estão intrinsecamente ligados a todos os referidos nas abordagens anteriores.

No contexto deste estudo, e sendo um estudo exploratório, pretendemos usar uma abordagem mista, onde recorreremos a dados provenientes de dispositivos locais e de *open data feeds*, conforme exposto nos capítulos seguintes. Todavia, considerando que cada uma das abordagens tem potencialidades e desafio, seria interessante para a discussão ter acesso a estudos que evidenciassem a preferência de docentes e alunos quanto a este aspeto. Porém da análise efetuada não foi encontrámos nenhum estudo com essas referências.

Capítulo 2 - Procedimentos e metodologias adotadas

Considerando a questão de investigação, os objetivos que se pretendem alcançar e a estratégia que se pretende seguir neste estudo, reconhece-se a dificuldade em o inserir num referencial filosófico que irá orientar a metodologia (Crotty, 1998), ou seja num paradigma pré-determinado. Isto, porque se trata de uma investigação mista que em determinado momento se rege pelo paradigma pós-positivista (Coutinho, 2014) e noutra, pelo construtivista.

A presente investigação enquadra-se como sendo de natureza mista isto porque, para além de se pretender desenvolver protótipos educativos que se sucedem num processo contínuo e integrado com atividades de conceção implementação e reajustamento do mesmo (Coutinho, 2006), pretende-se também avaliar um determinado ambiente educativo. Nestes estudos, o investigador recolhe, analisa e integra dados qualitativos e quantitativos no estudo (Creswell, 2014) conjugando-os, e possibilitando, assim, a obtenção quantitativa de dados numéricos, por um lado, e qualitativa de conceitos, atitudes e opiniões dos entrevistados sobre o problema investigado, por outro (Bringhenti, 2000).

No respeitante à abordagem metodológica, considerando que se pretende identificar e elaborar soluções práticas e inovadoras para problemas da educação (Matta et al., 2014), bem como desenvolver ambientes de aprendizagem eficazes que pressupõem a utilização de laboratórios naturais para investigar o ensino e a aprendizagem (Sandoval et al., 2010) optou-se pela abordagem *Design Based Research* (DBR) descrito na secção seguinte. Sendo que para o desenvolvimento do protótipo pretende-se seguir o design projetual centrado no utilizador e onde são refletidas e consideradas as necessidades do referido utilizador.

Para um maior aprofundamento dos procedimentos e metodologias deste estudo, neste capítulo apresenta-se inicialmente a abordagem metodológica adotada, descrevendo-se, de seguida, a metodologia projetual e as etapas do trabalho de campo.

2.1 Abordagem metodológica

Considerando os objetivos que este estudo se propôs alcançar, optou-se pela abordagem *Design Based Research* (DBR). Esta abordagem, surgida no final do século XX (Peterson & Herrington, 2005) tem vindo a afirmar-se na área da investigação em educação, especialmente na investigação relacionada com as tecnologias educativas (Amiel & Reeves, 2008; Herrington et al., 2007; Matta et al., 2014; Wang & Hannafin, 2005), com especial destaque para o ensino básico e secundário (Anderson & Shattuck, 2012).

Apesar da DBR ser ainda recente, quando comparada com outras abordagens utilizadas em Ciências Humanas com especial ênfase na Educação, existem variações terminológicas na literatura (Wang & Hannafin, 2005). Destas variações, Wang & Hannafin, (2005) destacam *design experiments* (A. L. Brown, 1992; Collins, 1992), *design research* (Cobb, 2001; Collins et al., 2004; Edelson, 2002), *development research* (van den Akker, 1999), *developmental research* (Richey et al., 2003; Richey & Nelson, 1996) e *formative research* (Reigeluth & Frick, n.d.; D. F. Walker, 1992). No entanto, salienta-se que cada uma destas variações tem características próprias, sendo que muitas delas são semelhantes a DBR e outras nem tanto.

Outra particularidade da DBR é o facto de apesar de autores como Wang & Hannafin, (2005) se referirem a ela como uma metodologia, não existe total consenso quanto a esta caracterização, existindo autores que a consideram como uma abordagem única (Barab & Squire, 2004; Herrington et al., 2007) mas também como um conjunto de abordagens (Barab & Squire, 2004). A atestar esta controvérsia, surge a perspetiva de Ford et al. (2017) que espelha o facto de:

“DBR is not so much precise research methodology as it is a collaborative approach that engages both researchers and practitioners in the iterative process of systematically analysing, designing, and evaluating educational innovations and interventions aimed at solving complex, real-world educational problems” (p. 50).

Nesta afirmação, Ford et al. (2017) referem que a DBR não é uma metodologia precisa e corroboram do facto de estar intimamente relacionada com o desenvolvimento e avaliação de situações inovadoras na área da educação, estando o investigador envolvido no processo com os alunos.

Por oposição a estes, autores como Baumgartner et al. (2003), que se apresentam como o Coletivo DBR, defendem que métodos de pesquisa baseados em DBR podem compor uma metodologia coerente que faz a ponte entre a pesquisa teórica e a prática educativa. Todavia, face a esta ausência de consenso na literatura científica, optou-se, neste contexto, pela terminologia “abordagem” em detrimento de outras.

Avançando, na perspectiva de Wang & Hannafin (2005) a DBR caracteriza-se por ser sistemática mas flexível destinada a melhorar as práticas educativas através da análise iterativa, do design, e do desenvolvimento e implementação, baseados na colaboração entre investigadores e profissionais no mundo real, e levando a princípios e teorias de design contextualmente sensíveis. Numa definição mais resumida, Sandoval et al. (2010) apresentam a DBR como uma abordagem que busca simultaneamente o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem eficazes e utiliza os mesmos como laboratórios naturais para investigar o ensino e a aprendizagem. No entanto, apesar de alguma diversidade de opiniões, parece haver relativo consenso quanto às principais características que definem a DBR, sendo estas:

- Pragmatismo (Cole et al., 2005; Ford et al., 2017; Mendes et al., 2018; Wang & Hannafin, 2005) – assumindo-se que o desenvolvimento da teoria está indissociavelmente ligado à prática (A. Brown & Campione, 1996), tendo a investigação como objetivo o refinamento da teoria e da prática (Baumgartner et al., 2003; Collins et al., 2004);
- Fundamentação (Fraefel, 2014; Wang & Hannafin, 2005) - o design da investigação é orientado pela teoria e fundamentado em pesquisas, teorias e práticas relevantes, sem desconsiderar que as investigações são desenvolvidas em contextos reais;
- Interatividade, Iteratividade e Flexibilidade (Ford et al., 2017; Mendes et al., 2018; Wang & Hannafin, 2005) – sendo o processo investigativo desenvolvido em parceria com os agentes participantes, este pode e deve ser ajustado ou redesenhado sempre que necessário, possibilitando o desenvolvimento de ciclos investigativos interativos, assim como o reajustamentos constante (Baumgartner et al., 2003; Wang & Hannafin, 2005);

- Integratividade (Ford et al., 2017; Herrington et al., 2007; Matta et al., 2014; Mazzardo et al., 2016; Wang & Hannafin, 2005) - por forma a maximizar a credibilidade da investigação, é comum o recurso a métodos mistos, conforme as diferentes fases ou necessidades da investigação.
- Contextualidade (Ford et al., 2017; Wang & Hannafin, 2005) – a investigação é desenvolvida em contextos específicos em colaboração com os participantes (Fraefel, 2014; Wang & Hannafin, 2005).

Além do descrito, perspectiva-se que os estudos desenvolvidos sob uma abordagem DBR gerem conhecimento que possa ser aplicado diretamente nas práticas educativas com vista à alteração das mesmas (Anderson & Shattuck, 2012; Baumgartner et al., 2003; Fraefel, 2014; Matta et al., 2014; Wang & Hannafin, 2005).

Ou seja, estes estudos tendem a não pretender contribuir apenas para a teoria, mas a impactar diretamente nas práticas, neste caso, educativas. Discorda-se assim de Mazzardo et al. (2016) quando referem que o objeto da DBR é o processo em si e que quando utilizada em contextos educativos não tem como objetivo a generalização. Assim, se por um lado não é o seu objetivo principal, por outro não se pode descurar a sua intenção de mudança de paradigmas, o que poderá ter de passar por um certo grau de generalização.

Ainda sobre a questão da generalização, importa ressaltar que as soluções/produtos finais obtidos com DBR podem ser um programa, um artefacto, um processo ou novas políticas educativas (Huang et al., 2019a). Importa não ignorar que estes produtos finais são desenvolvidos na tentativa de resolver problemas significativos do mundo real e, ao mesmo tempo, com isto os investigadores procuram descobrir novos conhecimentos que possam informar o trabalho de outras pessoas que enfrentam problemas semelhantes (Spector & Allan, 2016).

Esta abordagem sistémica e flexível (Wang & Hannafin, 2005), tem como uma das características mais referenciadas, a existência de ciclos iterativos com o objetivo de refinar a teoria e a prática (Collins et al., 2004). Estes ciclos são geralmente organizados pela seguinte ordem: design, implementação, análise e redesign (Wang & Hannafin, 2005), levando à melhoria do design inicial do objeto, seja ele um programa, um artefacto, um processo ou novas políticas educativas. Este facto apresenta-se como uma grande vantagem para o nosso estudo já que estas

etapas se assemelham às etapas previstas na metodologia projetual de desenvolvimento da tecnologia adotada – User Centered Design. Como forma de exemplificar este processo, apresenta-se na Figura 14 uma ilustração que representa a perspectiva de Kneubil & Pietrocola (2017) sobre DBR que os autores definem como metodologia.

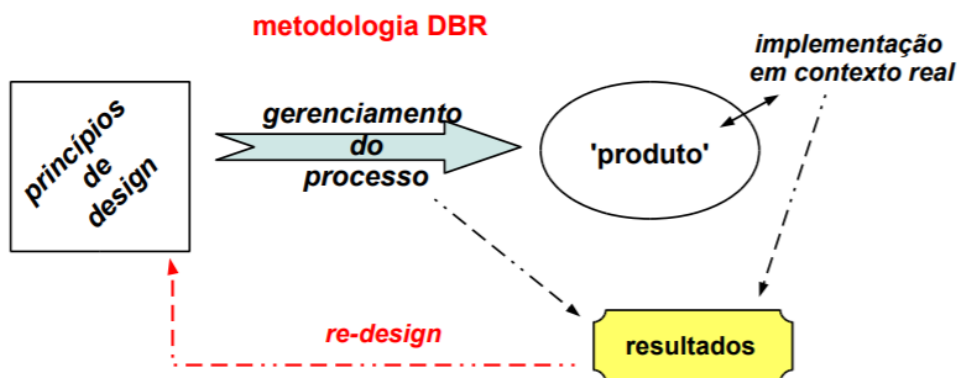


Figura 14 - Abordagem DBR por Kneubil & Pietrocola (2017)

Para estes autores (2017), a etapa de princípios de design compreende a dimensão teórica que poder ser a análise de currículos, de teorias cognitivas ou de outras. Estes princípios, fundamentados na teoria existente, serão os pilares orientadores da investigação, sem descorar que em DBR as práticas são influenciadas pela teoria e que, em fases seguintes, é a prática que irá influenciar a teoria.

O gerenciamento do processo desenvolve-se, comumente, com o envolvimento do investigador e de profissionais e/ou especialistas da área de estudo. Contrariamente a outras abordagens metodológicas, em DBR o processo é também gerador de conhecimento, pois a análise e avaliação do processo leva a que os ciclos de investigação seguintes sejam aperfeiçoados. Daí que se possa afirmar que o processo é também flexível, podendo ser ajustado em qualquer momento, dependendo da realidade analisada e das necessidades identificadas.

No final do processo, como foi já referido, espera-se obter um produto que poderá ser um artefacto, currículo, programa ou outros. Este produto é testado em contexto real e decorrente dos resultados obtidos e é geralmente aperfeiçoado, repetindo-se, por vezes, o processo. Saliencia-se que, tanto o produto final como o processo, poderão originar o refinamento ou

mesmo a alteração de teorias. Nesta figura esse processo de alteração de teorias, nomeadamente relacionadas com o design, não está propriamente explícito.

Resumidamente, esta visão da DBR merece uma análise mais aprofundada. Importa, por conseguinte, salientar que na visão destes autores (Kneubil & Pietrocola, 2017), o produto não se apresenta como o resultado da investigação. Este resultado surge apenas aquando da implementação do produto em contextos reais sob um processo de avaliação que não é referido na figura. Todavia, o primeiro resultado obtido poderá não ser o final. Este poderá sofrer um processo de redesign com vista ao seu aprimoramento. Para tal, ter-se-á em consideração as aprendizagens obtidas em conjugação com os princípios de design seguidos.

Outra visão esquemática sobre a DBR que surgiu como interessante para aqui se incluir foi a de Fraefel (2014) que apresentando vários pontos em comum com a referida anteriormente, permite uma visão mais cíclica desta abordagem e assume a influência que esta poderá ter na alteração/evolução de teorias.

Além do descrito, esta visão de Fraefel (2014), ilustrada na Figura 15, considera que, inicialmente, além das teorias, deve considerar-se os requisitos para o processo de design. Posteriormente o produto obtido será implementado em contexto real. Salienta-se que apesar de não referido no esquema representado na Figura 15, o autor menciona no seu texto o facto deste produto ser avaliado nesse momento com recurso a métodos qualitativos e quantitativos.

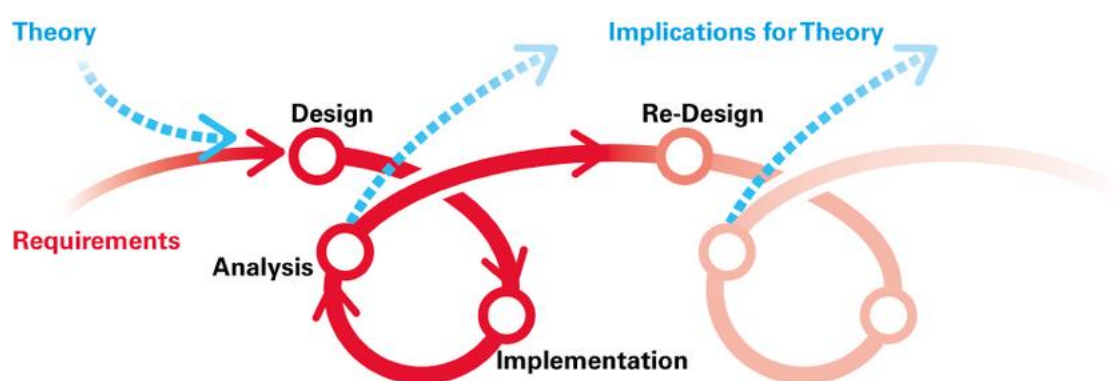


Figura 15 - Abordagem DBR por Fraefel (2014)

Decorrente da análise dos dados obtidos com a primeira implementação, inicia-se um processo de redesign que terá naturalmente de ser reflexivo. Estes resultados, não sendo finais, uma vez que se irá assistir a um novo ciclo onde falhas detetadas serão corrigidas, poderá proporcionar implicações teóricas.

Ainda na perspetiva de Fraefel (2014) as conceções teóricas deverão ser constantemente revistas e adaptadas, considerando os contextos, mas também as aprendizagens obtidas nos vários ciclos de implementação.

No entanto, apesar de assumidamente cíclica e Herrington et al. (2007) referirem que um ciclo raramente é suficiente, sendo necessário dois ou mais para se alcançarem os objetivos da investigação, Zheng (2015) verificou que na maioria (50%) das investigações DBR realizadas entre 2014 e 2013 foi desenvolvido apenas um ciclo iterativo no plano de investigação estritamente pedagógica, ainda que tenham sido implementados subciclos de avaliação e prototipagem informal ao longo do desenvolvimento do design e implementação tecnológica. Como justificativa surgem os reduzidos espaços temporais em que ocorrem as investigações (nomeadamente mestrados e doutoramentos) na atualidade.

Relativamente ao papel do investigador na DBR, conforme sumariamente referido anteriormente, este não assume um papel de observador (Kneubil & Pietrocola, 2017; Lijnse, 2010), mas de agente ativo e participativo. Espera-se que este mantenha a ligação com os restantes participantes e que em conjunto possam ir moldando o processo investigativo, beneficiando da experiência de todos (Kolbaek, 2018) e adaptando-o às necessidades da realidade. Espera-se, ainda, que tenha uma ação de avaliador reflexivo sobre o processo e o produto que deverá ser também moldado e adaptado à realidade.

Nesta linha, salienta-se que, contrariamente a outras abordagens metodológicas, o investigador não é um mero observador e intérprete do objeto de estudo, mas um agente que vai transformar esse objeto a partir de dentro (Lijnse, 2010). Todavia, é necessário que o investigador esteja consciente do seu papel, por forma a não causar interferências indesejadas (Andriessen, 2019), ponderando cuidadosamente quando deve intervir e quando deve permanecer como observador, tendo sempre em consideração os impactos das suas opções (Kolbaek, 2018).

Por fim, acrescenta-se que, para além de gestor do projeto de investigação, espera-se do investigador que domine as teorias pilares do projeto e que seja capaz de inferir contributos para o seu refinamento (Lijnse, 2010), assim como um produto com base no conhecimento obtido.

Para concluir esta secção, apresenta-se uma breve comparação da DBR com a investigação empírica tradicional que servirá de base a uma reflexão mais aprofundada das duas abordagens. Optou-se, por conseguinte, por se seguir o pensamento de (Reeves, 2006) que desenvolveu um esquema, representado na Figura 16, o qual permite uma abordagem a esta temática de uma forma mais clara.

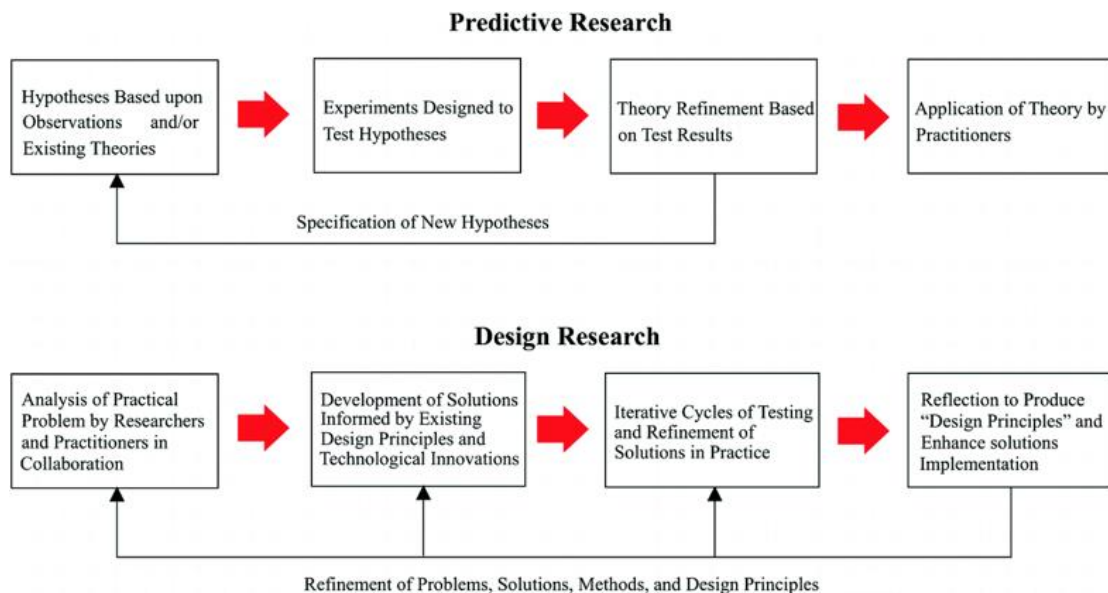


Figura 16 - Diferenças entre pesquisa de design e pesquisa preditiva por Reeves (2006)

Na perspetiva do autor, na pesquisa preditiva empírica tradicional é posta em prova uma nova técnica ou dispositivo num ambiente controlado, sendo o ponto de partida uma teoria existente. O tempo de envolvimento com o "estímulo" é geralmente limitado devido a restrições de tempo. As iterações são incentivadas para refinar hipóteses, mas o compromisso com o design iterativo é geralmente limitado (estudos de uma só vez). Neste quadro, raramente ocorre uma interação entre os investigadores e os atores e quando ocorre é geralmente fora do domínio da prática (Reeves, 2006). Ou seja, os atores (que tanto podem ser profissionais como professores) tendem a manter uma posição passiva, e muitas vezes acrítica, relativamente ao processo

investigativo, procurando beneficiar dos resultados obtidos apenas após a investigação e não durante o processo.

Por oposição, numa investigação DBR a análise de problemas reais ocorre, realizada por investigadores e pelos vários atores (que poderão ser professores) de forma colaborativa (Herrington et al., 2007; Huang et al., 2019; Reeves, 2006). De seguida, conjugam-se os princípios de design existentes e a inovação tecnológica para desenvolver a solução, testar e refinar, iterativamente, na prática, os resultados encontrados. Por fim, reflete-se a implementação dos princípios e soluções de design. Assim, neste caso específico, a pesquisa baseada em design não constitui um meio para testar hipóteses, mas sim para refinar problemas, soluções, métodos e princípios de design (Reeves, 2006).

Terminando esta secção, importa salientar que embora os métodos usados para conduzir investigações DBR não sejam novos, as intenções e o ciclo de vida proposto pela sua estrutura estão certamente numa posição única para lidar com as complexidades inerentes à pesquisa tecnológica educacional (Reeves, 2006).

2.1.1 Constrangimentos e limitações da DBR

Se até agora foram elencadas essencialmente vantagens relativamente a esta abordagem emergente (Bowler & Large, 2008), principalmente para o que é pretendido com este estudo, é chegado o momento de apresentar desafios, eventuais constrangimentos e limitações que esta poderá comportar.

Na perspetiva de Mazzardo et al. (2016) “a maior desvantagem da DBR é a sua juventude e [a falta de] as provas na sua consolidação” (p. 960) quando comparada com metodologias consistentes. Decorrente desta premissa, Wang & Hannafin (2005) elencam quatro desvantagens e limitações, que se aprofundam de seguida: a) metodologia imatura; b) aplicabilidade e viabilidade; c) mudança de paradigma e d) utilização dos dados.

Assim, trata-se de uma metodologia imatura uma vez que se considera que não existe um padrão definido e fechado. Isto pode levar a que um design seja efetivamente eficiente num contexto, mas de difícil de comprovação, relativamente à eficiência, num outro contexto o que

poderá dificultar generalizações (Wang & Hannafin, 2005). Outro aspeto referido pelos autores (2005) é que, apesar da DBR ter um quadro interno de processos consistente, a verdade é que em diferentes estudos estes processos adotam diferentes formas, o que contribui para uma ainda maior dificuldade em definir DBR.

No respeitante à aplicabilidade e viabilidade no atual sistema educativo, os autores (2005) referem-se à possível dificuldade que pode surgir em ter-se acesso a um ambiente onde se possa desenvolver a investigação com o apoio necessário, nomeadamente por parte dos gestores escolares, mas principalmente dos docentes que terão de ser parte integrante e agentes ativos na mudança que se espera com a investigação.

A par do referido, para o desenvolvimento do conhecimento académico através da DBR, é requerido ao investigador todo um conjunto de competências e de conhecimentos (Murray et al., 2017) que nem sempre são exigidos quando se seguem outras abordagens metodológicas tais como i) a proficiência pedagógica na facilitação de processos interativos abertos; ii) a promoção pensamento convergente e divergente; iii) a pesquisa académica com materiais e iv) a capacidade de flexibilidade e improvisação pedagógica (Imberly Sheridan et al., 2014; Lampert, 2006; Murray et al., n.d., 2017). A par disto, além de decisores, os investigadores são, conforme referido anteriormente, atores na investigação (Mazzardo et al., 2016), o que nem sempre tem uma interpretação e aceitação positiva por parte da comunidade científica (Bowler & Large, 2008).

A dificuldade de mudança de paradigma (Wang & Hannafin, 2005) prende-se com dois aspetos. O primeiro encontra-se ligado ao facto de os “designers” estarem, geralmente, familiarizados com processos de avaliação, mas, por outro lado, pouco familiarizados com processos de desenvolvimento de teorias e generalização de modelos. Assim, o processo de generalização e de teorização poderá ficar comprometido, não se cumprindo um dos pressupostos da DBR.

Ainda neste campo, considerando que é expectável que em DBR o investigador desenvolva investigação e seja ator, surge a necessidade de considerar a influência que este possa ter tido nos resultados. Assim, “a influência do designer - não documentada no processo de pesquisa - pode afetar inadvertidamente os resultados da pesquisa” (Wang & Hannafin, 2005 p.20). O descrito nestes dois parágrafos remete-nos para o pensamento de Murray et al. (2017), referido anteriormente, que nos remete para o carácter híbrido do investigador em DBR, assim

como a necessidade de possuir competências e conhecimentos específicos que não lhe são requeridos noutras metodologias.

Por último, no que se refere à utilização dos dados, importa lembrar que em DBR a documentação de todo o processo de design e o uso de vários métodos de pesquisa em ambientes (Wang & Hannafin, 2005), levam à obtenção muito alargada de dados. Assim, para uma interpretação abrangente e mais realista, é necessário a análise de todos os dados, o que requer tempo, recursos (Peterson & Herrington, 2005) e disponibilidade. Sabendo que nem sempre se consegue conjugar estes fatores no decorrer de uma investigação, há todo um conjunto de dados que, por vezes, não chega a ser analisado e transferido para os resultados. Este acontecimento pode ser um contributo para a perda de qualidade da investigação.

Terminando esta secção, importa referir que, apesar da “juventude” da DBR, existe em torno desta abordagem metodológica todo o um conjunto de investigação e publicações, que permite a sua definição, não obstante as dificuldades e desvantagens, também elas documentadas e consideradas em todo o processo investigativo.

2.1.2 Justificação para a opção por esta abordagem metodológica

É chegado o momento de argumentar a justificativa para a escolha desta abordagem metodológica em detrimento de outras. Assim, um fator justificativo para a opção pela abordagem DBR prende-se, por um lado, com o facto de a partida para este estudo assentar em problemas reais, nomeadamente perceber qual a forma que melhor se adequa para a utilização das tecnologias de IdC em contextos educativos. Isto porque vários autores referem as inúmeras potencialidades destas tecnologias para educação (EL Mrabet & Ait Moussa, 2017; Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, 2015; Koo, 2015; Lee, 2016; Pruet, 2015; Pruet, Ang, et al., 2015), embora sejam indicadas poucas formas práticas de aplicabilidade.

Por outro lado, havendo consciência de que o manual escolar se tem perpetuado como um dos principais recursos nas salas de aula portuguesas, há a necessidade de trazer para estes espaços alternativas que permitam uma interpretação do meio mais contextualizada e coadunada com a realidade. Neste quadro, é assumido, desde o início, que se pretende também contribuir para o avançar da teoria tendo por base a experiência empírica a ser desenvolvida por agentes

educativos e alunos, não somente no quadro da utilização da IdC, mas na caracterização de conceitos como *experiência hipersituada*.

Decorrente do descrito, salienta-se que, com este estudo, pretende-se o desenvolvimento de pelo menos um artefacto (sistema IdC), assim como de sequências didáticas e ainda o referido desenvolvimento da teoria da área da investigação assente em experiências práticas. Portanto, seguindo a perspectiva de vários autores (Amiel & Reeves, 2008; Anderson & Shattuck, 2012; Baumgartner et al., 2003; Herrington et al., 2007; Kneubil & Pietrocola, 2017; Matta et al., 2014; Mazzardo et al., 2016; Reeves, 2006; Wang & Hannafin, 2005), esta abordagem parece ter as características adequadas para este tipo de estudos.

Além do descrito a abordagem DBR possibilita a utilização de métodos qualitativos e quantitativos (Herrington et al., 2007; Mazzardo et al., 2016). Salienta-se que nestes estudos, o investigador recolhe, analisa e integra dados qualitativos e quantitativos no estudo, (Creswell, 2014) conjugando-os e possibilitando a obtenção quantitativa de dados numéricos e, qualitativa de conceitos, atitudes e opiniões dos entrevistados sobre o problema investigado (Bringhenti, 2000). Na perspectiva de Wang e Hannafin (2005) os estudos de natureza mista (integrativa) são utilizados para maximizar a credibilidade da investigação.

Por outro lado, interligado com o facto anterior, a DBR está muito associada ao desenvolvimento de Technology-enhanced learning environments (TELE) (Wang & Hannafin, 2005), tendo vindo a demonstrar um potencial para o desenvolvimento do design, investigação e da prática de ambientes educativos com tecnologia (Amiel & Reeves, 2008; Reeves, 2006). Assim, Wang e Hannafin (2005) elencam três implicações que a abordagem do DBR acarreta para o desenvolvimento de TELE: a) incentiva uma sinergia contínua; b) permite o refinamento das teorias TELE e c) incentiva a investigação e a prática socialmente responsável e reativa.

Ainda como justificativa, ressalva-se que o estudo que se pretende desenvolver no âmbito desta tese pressupõe a existência de vários ciclos investigativos, corroborando assim a ideia de vários autores que referem o carácter cíclico da DBR (Amiel & Reeves, 2008; Herrington et al., 2007; Huang et al., 2019a; Mazzardo et al., 2016; Murray et al., 2017; Reeves, 2006; Wang & Hannafin, 2005). Face ao exposto elencam-se esses ciclos no esquema representado na Figura 17.

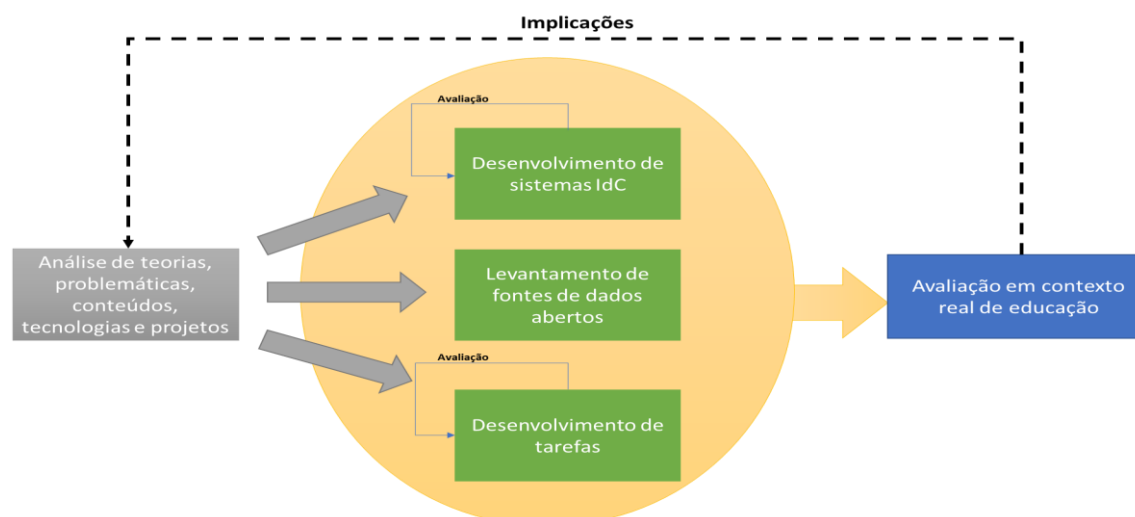


Figura 17 - Esquema seguido para a investigação

Após o levantamento das problemáticas junto de especialistas, prevê-se que o primeiro ciclo se inicie após a sistematização de alguma teoria que passará pela análise de todos os conteúdos curriculares passíveis de serem abordados com recurso às tecnologias de IdC, seguindo-se as tecnologias que permitam o desenvolvimento de dispositivos de baixo custo que possam integrar um sistema IdC. E ainda o levantamento de projetos que recorram à IdC como recurso didático.

Associado à análise das tecnologias existentes, pretende-se efetuar um levantamento de teoria na área de design de interação e da Computação Humano-Computador, considerando as características esperadas para o sistema a ser desenvolvido.

Posto isto, prevê-se o desenvolvimento de um sistema IdC com as características necessárias para fazer face às necessidades que decorreram da análise da teoria, mas também de docentes e especialistas da área. Terminado o momento de desenvolvimento do sistema, este será testado em ambiente controlado.

Após a testagem, os dados obtidos serão analisados com vista ao redesign do sistema: sendo que este ciclo de design, testagem, análise de resultados. O mesmo será repetido as vezes necessárias até se obter um sistema que corresponda às necessidades estabelecidas.

De seguida, os ciclos de desenvolvimento do sistema IdC será temporariamente interrompido para se proceder ao levantamento de fontes de dados abertos que permitam a

abordagem de conteúdos curriculares idênticos aos do sistema IdC. Estando as fontes de dados abertos recolhidas, iniciar-se-á o processo de desenvolvimento das tarefas para os alunos.

Estas tarefas serão desenvolvidas considerando os conteúdos curriculares, características do sistema IdC e das fontes de dados abertas. Sendo que se prevê que a primeira versão seja desenvolvida em contacto com investigadores da área da educação. Terminado o processo de avaliação da primeira versão, será efetuado o redesign das mesmas com vista a nova avaliação, desta vez em *focus group* com docentes das áreas envolvidas. Com base nos contributos dos docentes proceder-se-á ao redesign das tarefas, sendo que o processo de desenvolvimento das mesmas não está terminado.

Em paralelo com os ciclos mencionados anteriormente, pretende-se realizar parcerias com os parceiros que irão ser ter uma contribuição fundamental no desenrolar do projeto. Encontrados os parceiros serão realizadas novas avaliações das tarefas e sistema IdC com vista à aproximação das necessidades e características dos mesmos. Por fim, juntamente com os parceiros espera-se o desenvolvimento do estudo empírico com alunos e professores. Decorrente deste estudo, analisar-se-á os dados obtidos em ordem de os transferir para resultados e assim se proceder ao último redesign do sistema IdC e das tarefas desenvolvidas.

Neste quadro de vários sistemas cíclicos e iterativos a decorrerem praticamente em simultâneo se depreende que a abordagem DBR se apresenta como a mais ajustada à investigação. Pretende-se o desenvolvimento de artefactos, mas também, e mais que isso, contribuir diretamente para o desenvolvimento de teorias, característica da DBR (Barab & Squire, 2004).

Por conseguinte, entende-se que uma metodologia preditiva assente numa hipótese inicial não seria a mais adequada: ressalve-se que A DBR não é simplesmente um tipo de avaliação formativa que permite aos cientistas aprendizes compreender melhor a validade ecológica das alegações teóricas geradas no laboratório (Barab & Squire, 2004).

Assim a DBR, tal como concebida por Brown (Brown, 1992), foi introduzida na expectativa de que os investigadores ajustariam sistemicamente vários aspetos do contexto concebido, de modo a que cada ajustamento servisse como um tipo de experimentação que permitisse aos investigadores testar e gerar teoria em contextos naturalistas, facto este que nem sempre se

verifica noutras metodologias. Saliente-se ainda que, neste tipo de investigações é dada ênfase a um processo de investigação iterativo que não avalia apenas um produto ou intervenção inovadora, mas tenta sistematicamente refinar a inovação, ao mesmo tempo que produz princípios de conceção que podem orientar esforços semelhantes de investigação e desenvolvimento (Reeves, 2006).

2.2 Metodologia projetual

Neste momento, importa recordar que os sistemas interativos que se pretendem desenvolver com esta investigação têm como objetivo ser utilizados em contextos educativos com vista a proporcionar oportunidades de aprendizagem e de novas experiências. Salientando-se que os processos emocionais são fatores fundamentais para que os aprendentes se sintam motivados e mais predispostos para aprender. Assim, para o desenvolvimento dos produtos pretende-se seguir a perspetiva de Walter (2013) que tem defendido nas suas publicações e conferências a “pirâmide das necessidades do utilizador” aqui representada na Figura 18 (com tradução do autor da tese).

No fundo o que o autor (2013) defende é que um produto para ser atraente na sua plenitude e fomentar emoções agradáveis tem de ser funcional, de confiança (fiável) e utilizável. Ou seja, se as camadas inferiores da pirâmide não forem conseguidas, a emoção e afetividade relativamente ao produto estarão em causa e assim possivelmente também as aprendizagens, ou pelo menos a motivação para a sua utilização.

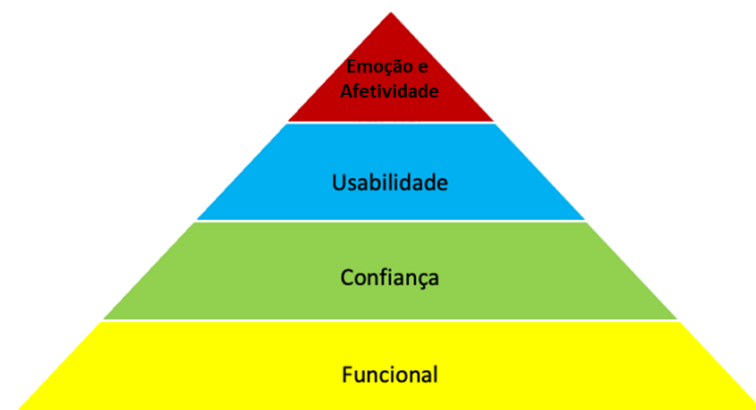


Figura 18 - Pirâmide das necessidades do utilizador por Walter (2013)

No seguimento desta perspetiva, Shin & Wang (2015) consideram que toda a interação com um artefacto, digital ou não, pode levar a uma experiência de utilizador. A primeira experiência inclui a perceção e identificação do produto, assim como memórias, sentimentos e emoções que este suscita, podendo a própria avaliação do produto promover uma experiência. Considera-se, assim, que as primeiras experiências advêm do relacionamento direto com o artefacto que pode levar a memórias e experiências passadas com outros artefactos, nomeadamente por comparação. Neste ponto, a interação ou experiência com o produto é a soma de várias interações ou experiências que as pessoas possam ter acumulado. Assim, as pessoas tendem a despertar várias emoções simultaneamente com base na sua experiência com um produto em particular. Essas emoções não são suscitadas apenas pelas características estéticas do produto, mas também por alguns outros aspetos referidos por Walter (2013), tais como função, ergonomia, marca, histórias de fundo associadas, etc.

Ou seja, como referido anteriormente, para um artefacto proporcionar uma experiência agradável (que proporcione emoção e afetividade) precisa de ser funcional, confiável e utilizável antes de se tornar um produto que se possa definir como bem-sucedido e com design emocional. O design emocional melhora a experiência do usuário como posição central no processo de design. No processo de desenvolvimento do artefacto, é de vital importância lidar com a relação entre as pessoas e o produto (Shin & Wang, 2015), sem ignorar as características humanas e do público-alvo (Cooper et al., 2014; Ford et al., 2017).

2.2.1 Design Centrado no Utilizador

Considerando o descrito, no contexto da conceção e desenvolvimento do projeto prevê-se seguir a abordagem metodológica do Design Centrado no Utilizador (DCU) (Nielsen, 1993; Norman, 2006) e do Design da Experiência (Cooper et al., 2014). Quanto a DCU, salienta-se que é caracterizado por ser uma “filosofia”, mas também um conjunto de métodos (Abrás et al., 2004; Chaves, 2019; Rubin & Chisnell, 2008). Este conceito, cuja origem nos remete para a década de 1980, altura em que terá surgido pela primeira vez no laboratório de investigação de Donald Norman da Universidade da Califórnia em San Diego (Abrás et al., 2004), tem vindo a ser utilizado à escala global, com influência em diferentes áreas de atividade humana.

No DCU o utilizador está no centro do processo de desenvolvimento de um artefacto e possui influência sobre esse mesmo processo (Abrás et al., 2004; A. Williams, 2009), salientando-se que com estes métodos não se pretende criar um produto que funcione, mas antes, criar um produto que funcione e que tenha em consideração as características dos seus utilizadores (Bowler & Large, 2008). Não se pode ignorar que os utilizadores são especialistas das suas próprias necessidades; assim sendo considera-se que estes devem ser ouvidos e incluídos desde as primeiras fases de desenvolvimento do artefacto. A par de outras que se apresentam neste texto, esta característica do DCU está em consonância com os princípios defendidos na abordagem DBR.

Porém, alguns autores (Abrás et al., 2004) referem que há visões diferentes sobre os processos e que se em alguns projetos os utilizadores apenas integram uma parte do desenvolvimento, outros há em que estes estão presentes ao longo de todo o processo com grande influência no mesmo, processo este caracterizado por ser cíclico e iterativo, muitas vezes envolvendo profissionais de diferentes áreas.

De uma forma muito simplificada podemos afirmar que o DCU se opõe ao desenvolvimento de software tradicional, que se preocupa apenas com o correto funcionamento do resultado final, pelo facto de possuir um conjunto de métodos e técnicas para investigar o utilizador, nas suas várias dimensões e envolvê-lo nas várias etapas do desenvolvimento (Bowler & Large, 2008). Antes da abordagem do DCU e do Design da Experiência era frequente os sistemas interativos serem integralmente implementados sem que fossem precedidos de estudos de utilizadores, levando a que a funcionalidade geral do produto fosse definida pelo engenheiro (Cooper et al., 2014). Em oposição, no DCU a funcionalidade geral do produto tende a ir ao encontro nas características e necessidades dos utilizadores.

2.2.2 Design da Experiência

Avançando na caracterização, importa salientar que ao longo dos anos o DCU foi-se tornando um “guarda-chuva” que cobre vários aspetos que passam pela interação do utilizador com o produto, mas também pela experiência que a interação lhe proporciona.

Focando a atenção na interação com o produto (que poderá ser um artefacto) e na experiência daí decorrente, surgem duas correntes do Design, o Design de Interação e o Design de

Experiência. Na visão de Löwgren (Lowgren, 2013) o design de interação consiste na forma de moldar coisas para o uso das pessoas. Ou seja, o design de interação não é apenas uma questão de escolha estética, mas é igualmente baseada na compreensão dos usuários e dos princípios cognitivos (Cooper et al., 2014). Por outro lado, o Design de Experiência tem o seu enfoque na experiência que o utilizador terá na manipulação do objeto desenvolvido. Não é alheia a este facto a intenção de, com este estudo, se criar uma experiência nos utilizadores que se aproxime da experiência hipersituada (Moreira et al., 2021) referida e descrita no capítulo 2 desta tese.

Face ao descrito, recupera-se a teoria de Walter (2013) e pode considerar-se a necessidade de conjugação destas duas correntes do design para se obter um produto verdadeiramente completo, principalmente quando pressupõe fins educativos.

Como metáfora, imagine-se a construção de um edifício. Neste cenário o Design de Interação vai considerar os materiais a serem empregues, dimensões, segurança e funcionalidade do imóvel, sem descorar quem o irá habitar. Por sua vez, o Design de Experiência irá focar-se nas emoções, sentimentos e memórias que cada espaço poderá proporcionar, assim como no edifício, na sua totalidade. É no fundo, um processo de humanização do objeto, conferindo-lhe a possibilidade de proporcionar sensações e sentimentos. Todavia o segundo está, em certa medida, dependente do primeiro, já que a opção por determinados materiais ou acabamentos poderá influenciar as emoções e a experiência sentida na vivência de determinado espaço. Assim, na perspetiva que se pretende seguir nesta investigação, o desenvolvimento dos produtos deverá seguir, em simultâneo, metodologias das duas áreas do Design.

Com efeito, conforme indicado na *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*¹² o Design da Experiência (DE) considera a experiência do utilizador de forma integral, daí que seja comum que as equipas de desenvolvimento incorporem profissionais de diferentes áreas, como sejam designers, investigadores, especialistas, engenheiros e evidentemente os utilizadores, entre outros. No entanto, no quadro desta investigação prevê-se recorrer a profissionais de diferentes áreas de atividade, embora não se possa afirmar que integram diretamente a equipa de desenvolvimento do produto.

¹² Disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/topics/user-centered-design>

Conforme referido, tanto o processo de DCU, como o DE são caracterizados por serem cíclicos e iterativos (principalmente com os utilizadores), sendo que se podem considerar quatro fases de desenvolvimento conforme ilustrado na Figura 19. A primeira fase será a de conhecer e caracterizar o contexto em que o produto será utilizado, assim como o público-alvo, que no caso desta investigação serão alunos e professores do 3ºCEB. Segue-se a fase de especificar as necessidades dos utilizadores. Estando recolhidos e analisados os dados destas duas fases procede-se ao design do produto ao qual se segue a avaliação. Decorrente dos resultados das avaliações vai-se obtendo um melhor conhecimento dos utilizadores e das perceções dos mesmos, as quais constituirão serão um contributo inegável para melhorar continuamente o produto até à sua versão final.

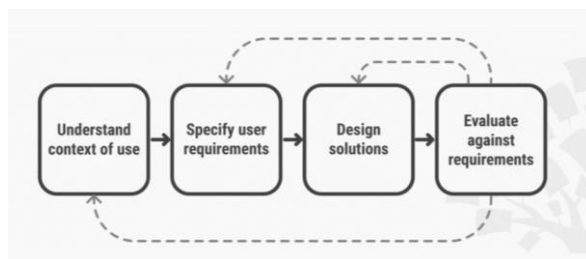


Figura 19 - Processo de DCU de acordo com a Encyclopedia of Human-Computer Interaction.

Detalhando, de seguida, o que acabou de ser enunciado, para uma melhor compreensão do processo, são apresentadas as 4 fases de forma mais minuciosa:

- Fase 1 (Understand Context of Use) – pretende-se proceder à análise do contexto e da literatura para enquadrar (currículo, programa) as tecnologias existentes e projetos desenvolvidos, usando estas tecnologias em contextos educativos;
- Fase 2 (Specify user requirements) - nesta fase pretende-se especificar os conteúdos que irão ser abordados, assim como as características que os sistemas IdC deverão possuir para satisfazer os objetivos e as necessidades relativamente a este estudo;
- Fase 3 (Design solutions) – nesta fase proceder-se-á ao desenvolvimento dos recursos, tendo em consideração os requisitos identificados na fase anterior;

- Fase 4 (Evaluate against requirements) – por último irá proceder-se à avaliação dos produtos desenvolvidos. Após a avaliação, pretende-se ter uma visão mais completa do contexto que permitirá especificar, de forma mais detalhada, os requisitos e as soluções de design.

Estas fases serão desenvolvidas de forma iterativa com aqueles que se estima serem os utilizadores finais, mas também com especialistas. Porém, importa salientar as técnicas que serão usadas nesta pesquisa. Assim, este estudo recorrerá a técnicas de etnografia, design participatório, questionários e avaliação por especialistas.

Relativamente à etnografia, ainda não abordada neste texto, e cuja origem reside na área da antropologia, na perspectiva de André (2013) esta metodologia de investigação parece apresentar dois sentidos: a) um conjunto de práticas para coletar dados sobre valores, hábitos, crenças, práticas e comportamentos sociais; e b) um relato escrito resultante do emprego das técnicas etnográficas. Todavia, e seguindo o pensamento de Wolcott (1988), em contextos educativos, parece não haver a necessidade de cumprir todos os requisitos, nomeadamente a longa permanência do investigador no campo ou mesmo o estudo de diferentes culturas.

Assim, em investigação na área da educação assume-se que um determinado trabalho pode ser caracterizado como do tipo etnográfico se “faz uso de técnicas que tradicionalmente são associadas à etnografia, ou seja, a observação participante, a entrevista e a análise documental (André, 2013; Williams, 2007), facto sucintamente descrito anteriormente e desenvolvido na secção seguinte.

No Universo do DE, a abordagem conhecida como Goal-Directed Design (GDD) que tem vindo a ser desenvolvido por Cooper e seus colaboradores desde 1983 (Williams, 2009), tem ganho grande popularidade entre as equipas de desenvolvimento do software.

Porém se o DCU se centra no utilizador, na usabilidade e na psicologia do ser humano em geral considerando objetivos e tarefas - ao fazê-lo - o GDD tende a centrar-se no objetivo e motivação de “um” utilizador em particular (Williams, 2009) e no seu contexto. Ou seja, o DCU considera quem são os utilizadores, o seu nível de conhecimento, o contexto de uso, as razões para usar, os padrões de desempenho, e as suas preferências, daí que surja como mais adequado para este contexto.

Todavia, não obstante o descrito, estes dois métodos têm muito em comum (Williams, 2009) e considerando que se pretende o desenvolvimento de produtos que satisfaçam também as necessidades dos utilizadores recorrer-se-á a técnicas de GDD como as indicadas pesquisa de mercado e contacto com especialistas (Cooper et al., 2014). Além disso, seguir-se-á o esquema desenvolvido por Cooper et al. (2014) para o desenvolvimento de um produto digital de sucesso, aqui exemplificado na Figura 20, sem excetuar as devidas alterações.

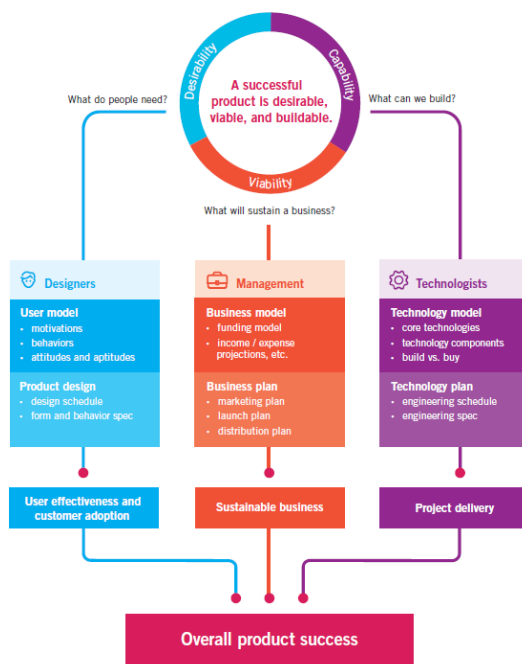


Figura 20 - Esquema de Cooper et al (2014) para criar um produto digital de sucesso.

Assim, pretende-se o desenvolvimento de produtos que satisfaçam os pressupostos explanados na figura anterior que remetem para a necessidade de um produto de sucesso ter de, obrigatoriamente, preencher os requisitos de ser desejado, capaz e viável (Cooper et al., 2014). Par isso, pretende-se considerar aquilo que são as necessidades dos utilizadores (professores e alunos) para que a adoção do produto, no futuro, seja uma realidade mais facilitada. Por outra via, pretende-se o desenvolvimento de produtos que sejam capazes de cumprir com as funções a que se propôs no início, sendo que as tecnologias a utilizar serão preferencialmente de baixo custo e abertas (*open source*).

Por último, sem deixar de ter presente que este é um projeto de investigação sem intenções comerciais, pretende-se o desenvolvimento de recursos que continuem a ser utilizados

após o término do estudo. Assim, pode afirmar-se que o modelo de sustentabilidade do projeto será adaptado no decorrer da investigação em consonância com as aprendizagens realizadas relativamente ao público-alvo, porém inicialmente tem-se definido a publicação de documentos de caráter científico, mas também em órgãos de comunicação social e ainda a publicação dos guiões desenvolvidos em formato *ebook* (gratuito) para que outros investigadores, mas principalmente docentes possam utilizar os recursos desenvolvidos no âmbito desta investigação.

2.3 Etapas do trabalho de campo

De forma a ter-se uma visão geral deste estudo, apresentam-se, no Quadro 5, as diferentes etapas do projeto, bem como os seus objetivos e os respetivos instrumentos de recolha de dados utilizados. O objetivo consiste em enquadrar os instrumentos e técnicas de recolha de dados com as várias fases do estudo empírico.

Quadro 5- Etapas do estudo e respetivos objetivos e instrumentos de avaliação utilizados

Etapas		Objetivos	Instrumentos
1	Contextualização Teórica	Efetuar o levantamento e análise da literatura por forma a aferir o estado da arte relativamente à utilização da IdC em contextos educativos, principalmente como recurso didático, e ainda traçar as linhas orientadoras da investigação.	Análise documental
2	Levantamento dos projetos existentes	Efetuar o levantamento de projetos terminados ou em desenvolvimento que envolvam o uso da IdC como recurso didático.	Análise documental
3	Levantamento dos conteúdos curriculares	Efetuar a análise do Currículo Nacional com vista ao levantamento dos conteúdos curriculares passíveis de serem abordados com recurso de tecnologias IdC.	Análise documental <i>Focus Group</i>
4	Levantamento das tecnologias existentes	Efetuar a análise do mercado no sentido de aferir quais as tecnologias existentes que permitam o desenvolvimento de sistemas IdC de acordo com os princípios previamente estabelecidos. Efetuar pesquisa sobre instituições que disponibilizam dados abertos provenientes ou com recurso a tecnologias IdC.	Análise documental
5	Pesquisa de parceiros para a realização do estudo em contexto real de educação	Desenvolver uma rede entre diversos parceiros que permita a validação dos produtos desenvolvidos em ambiente real de educação com o envolvimento de docentes e alunos.	

6	Desenvolvimento dos recursos pedagógicos e tecnológicos	Desenvolver a primeira versão dos guiões didáticos para docentes e alunos que permita a exploração de diferentes conteúdos curriculares com tecnologias IdC e desenvolver os recursos tecnológicos (sistemas IdC).	Guião Didático Construção <i>Focus Group</i>
7	Validação dos recursos pedagógicos e tecnológicos	Validar a primeira versão dos recursos pedagógicos e tecnológicos desenvolvidos.	<i>Guião Focus Group</i>
8	Aperfeiçoamento dos recursos pedagógicos e tecnológicos	Aperfeiçoar os recursos pedagógicos e tecnológicos de acordo com os resultados obtidos na etapa anterior.	Guião Didático
9	Validação dos recursos pedagógicos e tecnológicos em contexto real de educação	Validar os recursos pedagógicos e tecnológicos em contexto real de educação com professores e alunos do 3.ºCEB.	Questionário pré e pós atividade pedagógica Avaliação do protótipo Funcional Datalog Grelha de observação
10	Aperfeiçoamento dos recursos pedagógicos e tecnológicos	Aperfeiçoar os recursos pedagógicos e tecnológicos com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores.	

Assim, para uma melhor interpretação das diferentes etapas do estudo apresenta-se de seguida uma breve explanação.

Etapa 1 - Contextualização Teórica – considerando a necessidade de um quadro teórico que guie o processo investigativo, para a primeira etapa estipulou-se o levantamento e análise da literatura por forma a aferir o estado da arte relativamente à utilização da IdC em contextos educativos como recurso didático, mas também as visões patentes na literatura científica sobre estas tecnologias.

Esta análise do estado da arte implica pesquisa e leitura de documentos escritos que tendem a constituir uma boa fonte de informação (Coutinho, 2008). Assim, este processo que será composto por seleção, tratamento e interpretação de informação com vista à educação de significado, incidirá sobre artigos, capítulos de livro, livros, relatórios e teses sobre a temática das tecnologias para educação com especial destaque para a utilização de tecnologias de IdC em

contextos educativos, principalmente nos anos de escolaridade correspondentes ao Ensino Básico em Portugal.

Considera-se que esta deve ser uma etapa que todo o investigador deveria envolver na sua investigação, uma vez que permite: (i) ter conhecimento sobre os trabalhos existentes e disponíveis na sua área; (ii) conhecer os conteúdos, as questões cruciais, e as lacunas existentes no atual estado do conhecimento na área; e (iii) promover uma visão sobre as bases e os rumos das investigações (Denscombe, 2014). Neste quadro, prevê-se voltar a esta etapa sempre que surjam novos documentos que acrescentem nova informação sobre a temática e que permitam uma atualização do enquadramento teórico.

A técnica da Análise Documental enquadra-se nos diversos paradigmas de investigação – qualitativo, quantitativo e misto – no entanto, neste contexto dar-se-á preferência ao qualitativo. Isto porque, se pretende aferir um significado qualitativo dos textos que permita traçar um rumo orientador, mas também de caracterização e significado relativamente à temática.

Para auxílio a esta etapa usar-se-á um Guião de análise documental (Apêndice 2), com vista a facilitar a organização e interpretação da informação recolhida.

Etapa 2 - Levantamento dos projetos existentes- A par do desenvolvimento da etapa 1 perspetiva-se o desenvolvimento da etapa 2. Este paralelismo deve-se ao facto de a análise documental para a contextualização teórica incidir também sobre documentos relativos a projetos já existentes. Assim, aqui também se recorrerá à técnica de análise documental descrita anteriormente e que incidirá sobre documentos que reflitam projetos nacionais e internacionais. Para aceder aos documentos referidos recorrer-se-á a diferentes repositórios, dando-se como exemplo: Google Académico; Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal; arXiv; Scopus; etc.

Para esta etapa prevê-se também a utilização de um instrumento - Guião de análise documental para projetos (Apêndice 2) - com vista a facilitar a organização e interpretação da informação recolhida.

A partir desta etapa espera-se que seja possível determinar os princípios que têm guiado os diferentes projetos que envolveram o uso de tecnologias IdC em contextos educativos, esperando que daqui se possam complementar as linhas orientadoras, considerando as conclusões obtidas com os diferentes projetos.

Etapa 3 - Levantamento dos conteúdos curriculares – Para esta etapa estipulou-se o a análise do Currículo Nacional do Ensino Básico (e dos diferentes documentos orientadores do Ministério da Educação) com vista ao levantamento dos conteúdos curriculares passíveis de serem abordados com recurso a tecnologias IdC, organizando-os por ano de escolaridade e área curricular. O levantamento e organização destes conteúdos permitirá perceber quais as áreas curriculares que poderão integrar o projeto, assim como algumas das características técnicas que os sistemas IdC a desenvolver deverão possuir (nomeadamente ao nível de sensores).

Para este efeito, recorrer-se-á a uma análise documental para a qual será produzido um guião que permitirá organizar a informação e facilitar a sua interpretação e compilação num quadro. Posteriormente, especialistas da área da Educação da Universidade de Aveiro serão contactados com vista à obtenção de uma opinião relativamente ao levantamento dos conteúdos.

Por último, pretende-se realizar um *focus group* com docentes das áreas curriculares cujo currículo mostre que têm conteúdos programáticos passíveis de serem abordados com recurso a IdC. Salienta-se que este *focus group* é o mesmo mencionado nas etapas 6 e 7.

Ainda relativamente ao *focus group*, seguindo a perspetiva de Galego & Gomes (2005), esta técnica permite obter respostas de grupos a, entre outros, textos, pelo que a sua aplicação, no âmbito desta etapa, terá como principal objetivo aferir se os docentes concordam que os conteúdos assinalados são efetivamente passíveis de serem abordados com recurso a tecnologias IdC e se haverá outros conteúdos que poderão ser incluídos. Assim, perspetivou-se a construção de um guião para a realização de um *focus group* estando este disponível no Apêndice 4.

Etapa 4 - Levantamento das tecnologias existentes - Para esta etapa perspetivou-se o levantamento de tecnologias existentes que permitam abordar os diversos conteúdos

curriculares, abordagem essa que se espera obter na etapa anterior. Neste momento ter-se-á em consideração alguns princípios orientadores tais como tecnologia seja de baixo custo. No entanto, espera-se que, decorrentes das necessidades e das orientações teóricas obtidas até ao momento desta etapa, se tracem todos as orientações que permitam, num momento posterior, seleccionar um conjunto de tecnologias passíveis de serem utilizadas.

Como instrumento, para o levantamento das tecnologias, perspectiva-se a análise documental como forma de auxílio à sistematização da informação obtida e, para esse efeito, desenvolveu-se o Apêndice 5.

Etapa 5 - Constituição de uma rede de parceiros para a realização do estudo em contexto real de educação – Para esta etapa estipulou-se a realização de parcerias com agentes educativos. Para tal, determinou-se contactar a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e alguns Agrupamentos de Escolas da região de Aveiro. Posteriormente à formalização da parceria estima-se a realização de diversas reuniões, envolvendo os parceiros, com vista à seleção dos anos de escolaridade a serem envolvidos no estudo empírico, assim como as áreas e conteúdos curriculares, número de alunos e professores e disponibilidades de tempo e espaço.

Para alcançar os objetivos desta etapa pretende-se recorrer à rede de contactos com os Agrupamentos de Escolas que a Universidade de Aveiro detém. Ressalva-se que estes parceiros serão fundamentais no desenvolvimento do projeto, pois conforme referido anteriormente o design projetual da investigação está dependente destes e os seus contributos terão impacto direto nos produtos finais.

Etapa 6 - Desenvolvimento dos recursos tecnológicos e pedagógicos – Considerando as opções tomadas em conjunto com os parceiros até esta etapa, estima-se que a esta etapa se desenvolvam os recursos tecnológicos (sistemas IdC) que permitam a abordagem dos conteúdos curriculares previamente selecionados.

Estima-se que este processo seja moroso e cíclico, marcado por processos de design, avaliação e redesign, uma vez que se pretende desenvolver um protótipo. Será necessário testar

diferentes tipos de sensores, módulos, estruturas físicas, assim como plataformas que permitam o desenvolvimento de painéis de dados (*dashboards*). Este percurso será desenvolvido em ambiente controlado, ou seja, em laboratório, sendo o investigador o único avaliador do protótipo. Tendo como instrumento principal o Diário de Investigador.

Com esta etapa estima-se ainda o desenvolvimento de outro instrumento, o guião de construção (Apêndice 6). Neste, encontrar-se-ão todas as indicações para a construção dos recursos tecnológicos desenvolvidos no âmbito deste estudo. Este instrumento será desenvolvido e constantemente atualizado à medida que os sistemas IdC forem sendo desenvolvidos e forem efetuadas melhorias decorrentes das sucessivas avaliações. Com este instrumento será possível aferir o custo, materiais necessários e características dos diferentes sistemas IdC.

Em consonância com o desenvolvimento dos recursos tecnológicos, desenvolver-se-ão os guiões didáticos para professores e alunos (Apêndice 7). Estes guiões serão analisados por especialistas de Educação do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro. Decorrente desta análise serão efetuadas eventuais alterações. No entanto, ressalva-se que esta não será a versão final dos mesmos, sendo que essa surgirá apenas após a Etapa 9 deste estudo.

Etapa 7 - Validação dos recursos tecnológicos e pedagógicos – Para esta etapa determinou-se o desenvolvimento de um *focus group* com docentes de diferentes áreas curriculares com vista à avaliação dos recursos tecnológicos e pedagógicos desenvolvidos. Para que no final se obtenha um produto assente em opiniões e perceções mais amplas, para este *focus group* pretende-se a envolvência de outros docentes que não os que irão participar no estudo empírico. Ressalva-se que este é o *focus group* referido nas etapas 3 e 6 e que o guião do mesmo pode ser consultado no Apêndice 4).

A opção por um *focus group*, neste momento, prende-se com o facto de este possibilitar obter simultaneamente a opinião de vários especialistas e de confrontar as opiniões individuais de cada um com as dos restantes participantes e assim se obter uma visão mais abrangente e profunda de um determinado assunto. Estas entrevistas em grupo (Morgan, 1998) envolvem geralmente 6 a 8 participantes que vão discutindo os tópicos que o entrevistador vai sugerindo (neste caso, o próprio investigador). Este vai ainda orientando o desenvolvimento da discussão

até obter os dados pretendidos, sendo estes aquilo que os participantes arguïrem e concluirïem (Morgan, 1998).

Ainda a respeito do *focus group*, importa salientar os cuidados éticos necessários a qualquer investigação e que, neste caso, se prendem com a informação fornecida pelos participantes, sendo que estes serão sempre informados sobre todos os procedimentos e sobre o uso a dar à informação disponibilizada. Por outro lado, haverá também a preocupação na seleção dos participantes, uma vez que esta terá impacto direto nos dados daqui obtidos (Galego & Gomes, 2005a; Morgan, 1998). Considerando estas preocupações será desenvolvido um Guião do *focus Group* (Apêndice 4) que permitirá ao investigador seguir os passos necessários, mas também possibilitar que todos os participantes estejam cientes dos objetivos pretendidos.

Conforme mencionado anteriormente, com este *focus group* pretende-se realizar uma avaliação dos recursos tecnológicos, mas também das tarefas dos alunos. Considerando um grupo multidisciplinar de docentes, pretende-se obter dados que permitam refinar a tecnologia e as tarefas para que se aproximem daquilo que, decorrente da experiência destes, corresponda a uma versão mais conducente com a realidade no que se refere à forma como os conteúdos são abordados, vocabulário utilizado, tempos disponibilizados para as tarefas, mas também rigor científico.

Etapa 8 - Aperfeiçoamento dos recursos tecnológicos e didáticos – com base nos resultados obtidos na etapa 7 (*focus group* com docentes de várias áreas), para a etapa 8 estipulou-se o aperfeiçoamento de todos os recursos desenvolvidos. Ou seja, após a análise dos dados obtidos no *focus group* estima-se a necessidade de efetuar alterações aos diversos recursos, isto porque é a primeira vez que estes são avaliados por profissionais que estão diariamente no “terreno” com alunos em contextos educativos. E ainda porque sendo o grupo multidisciplinar e pretendendo-se uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos haverá certamente a necessidade de ajustes que permitam visualizar um mesmo problema através de diferentes primas.

No caso concreto da tecnologia, é expectável que possa também haver a eventual necessidade de alterações, para que exista um maior ajuste aquela que é a realidade tecnológica

das escolas e os conhecimentos de docentes e alunos, e ainda no que diz respeito ao rigor científico de como os dados são mostrados.

Etapa 9 - Validação dos recursos tecnológicos e pedagógicos em contexto real de educação – Para esta etapa pressupõe-se a realização de um estudo empírico num contexto real de educação, envolvendo alunos e professores de diferentes áreas curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico.

Para tal estima-se a envolvimento de um Agrupamento de Escolas da Região de Aveiro e da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, na qual irão decorrer a generalidade das atividades com os alunos. Esta etapa será mais detalhadamente descrita no Capítulo 4 desta Tese. Importa, no entanto, salientar alguns detalhes relativos ao processo de avaliação.

No início desta etapa pretende-se aferir quais os hábitos de utilização de tecnologia dos alunos na escola e em casa, assim como dos docentes no âmbito escolar. A estes dados somar-se-á a informação relativa ao conhecimento sobre IdC dos participantes. Para tal, é pretendido recorrer a um inquérito por questionário.

Posteriormente, será dinamizada uma curta formação de professores sobre este projeto e as tecnologias a serem utilizadas. Esta formação será a primeira avaliação dos recursos tecnológicos por parte destes docentes.

De seguida, os alunos serão organizados em três grupos, sendo que cada grupo utilizará as tecnologias de IdC de forma diferente. Dois grupos usarão dados locais provenientes de sistemas locais (sendo que um destes irá construir os próprios sistemas IdC e ou outro não) e o terceiro recorrerá a dados provenientes de fontes de dados abertos.

Assim, ao longo das diferentes atividades pretende-se uma avaliação constante das tarefas e tecnologia, num processo iterativo entre investigador, alunos e professores. Estima-se que neste processo a tecnologia desenvolvida sofra melhorias constantes conforme os princípios descritos do DCU (Abrás et al., 2004; A. Williams, 2009) aqui focado principalmente no Design de Interação (Lowgren, 2013), mas também nas experiências que a utilização da tecnologia IdC vai proporcionando nos alunos. Aqui, o investigador assumirá o papel de facilitador e de garante de

que o utilizador seja capaz de fazer uso dos produtos como pretendido e com um esforço mínimo para aprender a usá-los, sendo para isso necessário uma constante avaliação e redesign dos próprios produtos.

Como instrumento de avaliação e de registo no âmbito deste processo, usar-se-á a grelha de Observação, salientando-se que a técnica de observação é das mais recorrentes em investigação em Educação. Neste estudo, optou-se pela observação direta “em que o próprio investigador procede diretamente à recolha das informações, sem se dirigir aos sujeitos interessados (...). Os sujeitos observados não intervêm na produção da informação procurada” (Quivy & Campenhoudt, 1995, p. 164). Aqui o investigador é observador participante e instrumento principal na recolha de dados (Coutinho, 2014), sendo este tipo de observação muito utilizada pelos professores/investigadores consiste na técnica da observação direta e aplica-se a casos em que o investigador está implicado na participação e pretende compreender determinado fenómeno em profundidade (Coutinho, 2008). No decorrer da observação serão registadas notas que posteriormente serão transcritas para o Diário do Investigador. Para Sá (2004) o diário de aula é um relato, escrito imediatamente após a aula, pelo observador participante, tem um carácter de narrativa e constitui uma recolha de dados qualitativos sobre o processo de ensino-aprendizagem. Na mesma linha Coutinho (2008) afirma que é uma técnica “que serve para recolher observações, reflexões, interpretações, hipóteses de ocorrências e ajuda o investigador a desenvolver o seu PC, a mudar os seus valores e a melhorar a sua prática” (p.11). O Diário do Investigador será constituído pelas notas de campo (registadas aquando da observação), assim como pelas descrições e reflexões realizadas imediatamente após as atividades implementadas no âmbito deste estudo. Neste diário figurarão, ainda, constrangimentos e aspetos tidos como relevantes pelo investigador.

Assim, para este efeito pretende desenvolver-se um Guião de avaliação (Apêndice 11), baseado numa grelha de observação com vista a facilitar a recolha de dados relativos à qualidade das tarefas desenvolvidas, nomeadamente comentários dos alunos e docentes e ainda constrangimentos e aspetos a salientar.

Após a realização de todas as atividades e do processo cíclico de design, avaliação e redesign das tarefas e tecnologia, pretende-se recorrer a outro inquérito por questionário (um a professores e outro para alunos). Este instrumento, interpretado por Coutinho (2008) como o

mais universal na áreas da ciências sociais, disponibilizado no Apêndice 8, terá por objetivo aferir as opiniões dos professores, desenvolvidas durante o estudo, relativamente a determinadas dimensões do dispositivo IdC (dimensão, usabilidade, aplicabilidade e componentes), a exequibilidade das tarefas desenvolvidas e ainda o contexto do estudo. O questionário foi desenvolvido no âmbito do estudo e validado por especialistas dos Departamentos de Comunicação e Arte e Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro.

Relativamente ao questionário a ser aplicados aos alunos, salienta-se que a construção deste instrumento (Apêndice 10) seguiu os mesmos preceitos do anterior, tendo como objetivo aferir as opiniões dos alunos relativamente ao sistema IdC desenvolvido, assim como a exequibilidade das tarefas desenvolvidas e ainda o contexto do estudo.

Etapa 10 - Aperfeiçoamento dos recursos tecnológicos e pedagógicos – Para esta etapa perspectivou-se o aperfeiçoamento dos recursos pedagógicos desenvolvidos (Guião do professor e do aluno), o aperfeiçoamento do recurso tecnológico desenvolvido e o contributo para a teoria da utilização de tecnologias IdC em contextos educativos como recurso didático. Perspetiva-se este aperfeiçoamento com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores, mas também com a análise dos dados do Diário do Observador. Esta triangulação dos resultados permitirá obter conclusões sobre os produtos anteriormente mencionados, no entanto há a consciência de que em diferentes realidades é possível que estes produtos tenham de sofrer alterações. Porém, pretende-se o desenvolvimento de recursos e reflexões que sejam o ponto de partida para a utilização das tecnologias de IdC em contextos educativos como ferramenta didática.

Capítulo 3 – Desenvolvimento de recursos didáticos e tecnológicos

Neste capítulo descreve-se o processo seguido para o desenvolvimento e validação das tarefas didáticas utilizadas no estudo empírico, assim como os princípios seguidos para o seu desenvolvimento e a sua validação por especialistas. Ainda neste capítulo, é descrito o processo de desenvolvimento do recurso tecnológico (sistema IdC) elencando-se os eixos orientadores seguidos, os diferentes componentes e software, assim como a sua validação em contexto laboratorial controlado.

3.1 Desenvolvimento e validação das tarefas

Importa salientar que antes de se avançar com o processo de desenvolvimento das tarefas, realizaram-se etapas preparatórias, nomeadamente o levantamento dos conteúdos passíveis de serem abordados com recurso às tecnologias de IdC nos 1º, 2º e 3º Ciclo do Ensino Básico (conforme referido no capítulo anterior na secção 2.3 Etapas do trabalho de campo). Após este levantamento constatou-se que o 3º CEB seria o que reuniria mais conteúdos, facto que viria a contribuir para que este Ciclo de estudos fosse a opção para o desenvolvimento do estudo de campo. Ou seja, permitiria a abordagem de mais conteúdos curriculares e o envolvimento de várias disciplinas e docentes.

Após o referido levantamento dos conteúdos curriculares procedeu-se ao agendamento de reuniões com eventuais parceiros para o estudo de campo, destacando-se de todos a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e o Agrupamento de Escolas de Aveiro. Prontamente estas instituições demonstraram interesse em ser parceiros. Isto permitiu pensar num estudo que se estendesse a outras áreas, como por exemplo a atividades *maker*, ou a um piloto no âmbito projeto de Flexibilidade Curricular da Direção Geral da Educação.

Posteriormente realizaram-se reuniões com docentes do 3º CEB do Agrupamento de Escolas de Aveiro por forma a se iniciar o planeamento do estudo de campo, nomeadamente prazos, conteúdos a abordar, tarefas e modelo de desenvolvimento. Destas reuniões surgiu a intenção de se desenvolver o estudo de campo com alunos do 7º ano de escolaridade. Até porque

naquele ano letivo seria o ano de escolaridade onde se iniciaria o projeto de Flexibilidade Curricular.

Aqui importa ressaltar o caráter inovador deste estudo de campo. Isto porque além de ser um piloto no âmbito da Flexibilidade Curricular, seria também um piloto no sentido de aferir quais as potencialidades e constrangimentos de alunos do 3ºCEB terem aulas noutros contextos que não a escola, como por exemplo na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro. Na cidade de Aveiro, no quadro de outros projetos, esta realidade já acontece no 1º CEB, mas há a intenção de ser alargado a outros ciclos de estudo. Pois a Fábrica permite o contacto com outros meios tecnológicos e técnicos altamente especializados em diferentes áreas.

Face ao exposto, decidiu-se em conjunto que a generalidade das sessões do projeto deveria ser na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e que se deveria optar (como aliás era intenção inicial) por uma abordagem multidisciplinar e sempre que possível interdisciplinar. Ficou ainda decidido que embora a generalidade dos conteúdos a serem abordados estavam normalmente enquadrados com o 8º ano de escolaridade, isto não seria um problema, segundo os docentes, pois fazia parte também do 3º CEB e que poderia permitir abordagens mais completas a outras temáticas.

Neste quadro partiu-se para o desenvolvimento e validação das tarefas seguindo-se três momentos distintos. O primeiro caracterizado pela definição dos princípios orientadores seguidos para o seu desenvolvimento. De seguida, o desenvolvimento das tarefas onde previamente se selecionaram os conteúdos a ser abordados. Ainda neste momento teve-se em consideração o facto de que todos os alunos envolvidos deveriam realizar tarefas que permitissem a abordagem dos mesmos conteúdos programáticos. Por último, procedeu-se à validação das tarefas desenvolvidas com especialistas e posterior reformulação das mesmas com base nos contributos decorrentes da validação.

Realça-se o facto de que aquando do desenvolvimento das tarefas para os alunos, foram também desenvolvidos guiões para os professores. Estes guiões têm como objetivo que os professores possam explorar estes recursos didáticos em momentos posteriores ao estudo realizado.

3.1.1 Princípios orientadores

No respeitante às tarefas didáticas, para o seu desenvolvimento seguiu-se os seguintes princípios orientadores:

- permitir a abordagem do maior número de conteúdos curriculares possível nas áreas de Matemática, Ciências Naturais e Físicas e Geografia e se possível promover a interdisciplinaridade;
- permitir a utilização por diferentes professores – ou seja, serem disponibilizados de forma aberta;
- permitir a sua realização sem a necessidade de dispositivos locais de IdC – foram desenvolvidos guiões em que para a sua utilização é necessário o recurso a dispositivos IdC locais, mas que não é necessário o acesso aos mesmos e foram desenvolvidos guiões que abordando os mesmos conteúdos curriculares, recorrem a dados abertos disponibilizados por diferentes instituições.

Estes princípios foram previamente acordados com os parceiros do estudo referidos anteriormente.

3.1.2 Desenvolvimento

Relativamente às tarefas didáticas, foram desenvolvidas três baterias. Uma para o grupo que desenvolveu os recursos de Internet das Coisas e que usou os dados daí provenientes para a realização das tarefas, outra semelhante para o Grupo 2 que não tendo desenvolvido os recursos IdC utilizou os dados daí provenientes. E por último uma terceira bateria de tarefas direcionada para o Grupo 3 que não tendo participado na construção dos recursos IdC iria usar dados provenientes de *open data feeds* para solucionar as tarefas. Salienta-se que as três baterias de tarefas desenvolvidas são idênticas a e abordam os mesmos conteúdos curriculares.

Para o desenvolvimento das tarefas teve-se em consideração os conteúdos curriculares que se pretendiam abordar e ainda as limitações tecnológicas existentes, como acesso a recursos tecnológicos. No respeitante a conteúdos curriculares, no Quadro 6 apresenta-se todos os que foram abordados nas diferentes tarefas.

Quadro 6 - Conteúdos curriculares abordados nas tarefas

Ciências Naturais e Físicas		Matemática	Geografia (eventualmente)
Ciências Naturais	Físico-Química		
Equilíbrio dinâmicos dos ecossistemas	Pressão de um gás	Gráficos de funções afins	Fatores que condicionam a agricultura
Causas e Consequências da Poluição	Soluções ácidas, básicas e neutras	Diagramas de extremos e quartis	Agricultura sustentável
Influência dos agentes poluentes no equilíbrio dos ecossistemas			

Considerou-se, para cada grupo de alunos, três sessões em que os alunos teriam de consultar, analisar e ou manipular os dados provenientes de tecnologias IdC para realizarem as tarefas. As estas três sessões juntaram-se outras como por exemplo sessões de segurança na Internet ou sessões introdutórias do estudo, nomeadamente sobre Internet das Coisas, conforme descrito no Capítulo 4 desta tese.

Com respeito às tarefas desenvolvidas, no Apêndice 1 - Conteúdos programáticos por disciplina apresenta-se todos os conteúdos curriculares abordados nas diferentes tarefas organizados por disciplina (Físico-química, Ciências da Natureza, Geografia e Matemática).

3.1.3 Validação

Após o desenvolvimento da primeira versão das baterias de tarefas, estas foram analisadas e validadas através de um *focus group* cujo guião seguido se encontra disponível no Apêndice 4 - Guião focus group. Nesta avaliação participaram professores do Matemática, Geografia e Físico-química de uma escola pública da região de Aveiro.

Os contributos obtidos com estes professores permitiram uma melhoria da bateria de tarefas, que deu origem à sua segunda versão que foi posteriormente validada por especialistas

em Língua Portuguesa e em Didática de forma a garantir que o vocabulário seria o mais correto e perceptível aos alunos e que as sessões previstas estavam de acordo com os objetivos pretendidos.

Esta segunda versão foi a utilizada nas sessões com os alunos desenvolvidas no âmbito deste estudo. No entanto, no decorrer das mesmas foram surgindo alguns contributos por parte dos alunos, facto originou algumas alterações às tarefas, sendo que a versão final obtida se encontra disponível no Apêndice 7 – Guião didático para Professores e Alunos.

3.2 Desenvolvimento de recursos para aplicação da IdC em contextos educativos

Considerando que no âmbito deste estudo se pretendeu desenvolver um sistema IdC, no momento anterior ao seu desenvolvimento (design, construção e validação) procedeu-se ao levantamento das tecnologias existentes no mercado que poderiam ser empregues. Apresentando-se no Quadro 7 o resultado desse levantamento para um melhor enquadramento.

Quadro 7 -Tecnologias com potencial de facilitar a introdução da IdC em contextos educativos

Nome	Descrição
Arduino	Plataforma bastante popular de prototipagem que inclui uma placa baseada em microcontrolador para a qual o sensor e atuadores podem ser ligados; e uma biblioteca de software criada para simplificar a escrita do código sem limitar a flexibilidade (Mellis et al., 2007).
Raspberry Pi	Microcomputador que facilita a criação de diversos dispositivos.
Sensor Station+	Hardware e Software que permite a automatização de estufas. Com este dispositivo obtém-se dados de luminosidade, humidade, temperatura e ph.
Bitponics	Hardware e Software que permite a automatização de estufas. Com este dispositivo obtém-se dados de luminosidade, humidade, temperatura e ph. Desenvolvido tendo como principal objetivo a aquacultura
Plantlink	Hardware e Software que permite a automatização de estufas. Com este dispositivo obtém-se dados de luminosidade, humidade, temperatura e ph. Desenvolvido tendo como principal objetivo a aquacultura
Raspberry Pi Shake	Dipositivo capaz de detetar movimento telúricos.

Após o levantamento das tecnologias existentes e que poderiam ser úteis no âmbito deste estudo, procedeu-se ao levantamento de plataformas online que permitissem a visualização dos dados provenientes do dispositivo em painéis (*dashboards* na terminologia inglesa e mais recorrente). Das plataformas analisadas selecionou-se as apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Plataformas de visualização de dados e suas características

Plataforma/ Endereço	Open- source	Plataformas de acesso	Interface de dados (get/post/api)	Armazenament o de dados	Preço
ThingSpeak thingspeak.com		Web	GET/API	Permite exportar até um mês de dados	Tem pacote gratuito que permite a ligação de 2 dispositivos
ThingsBoard https://thingsboard.io	X	Web	MQTT CoAP HTTP API GET	Sim	Gratuito open source
Blynk https://www.blynk.cc/		Android IOS	Token	Não	Uso limitado, depois tem de se pagar (funciona com sistema de tokens)
Cayenne https://cayenne.mydevices.com/cayenne/dashboard/first-visit/devices		Web Android IOS	MQTT API POST	Sim, permitindo o download de dados.	Gratuito
Freeboard https://freeboard.io	X	Web	(H)API – A informação também surge no URL (https://github.com/jheising/HAPI)	Através de dweet.io	Tem pacote gratuito que permite criação ilimitada de Dashboards, dados, dispositivos e widgets.
Microsoft Azure https://azure.microsoft.com/pt-pt/		Web	REST API	Sim, mas sem especificações disponíveis.	Tem conta gratuita por um ano, mas limitada. Tem ainda pacote especial para investigação.

Thingier https://thinger.io	X	Web	API! Bibliotecas - http://docs.thinger.io/arduino/	Até um ano	Tem pacote gratuito que permite até 2 dispositivos e 4 dashboards
IO https://io.adafruit.com/		Web	API	Até um mês	Tem pacote gratuito, mas limitado.
Carriots https://www.carriots.com		Web	REST API	5000Kb por dia	Pacote gratuito até 2 dispositivos
EvoThings https://evthings.com	X	Android IOS	API	Não foi possível aferir	Gratuito
IBM Watson IOT platform https://internetofthings.ibmcloud.com		Web	REST API POST GET	Sim	Grátis até 256Mb
Web of Things Toolkit Platform http://sensetecnic.com/products-and-services/wotkit-a-fully-featured-iot-platform/		Web	Restfull API	Sim	Sem informação, somente contactado a empresa.

Posteriormente, considerando as tecnologias existentes que permitissem o desenvolvimento de recursos IdC e as fontes de dados abertos disponíveis, procedeu-se ao levantamento dos conteúdos curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico das áreas curriculares de Matemática, Ciências Naturais e Físicas e Geografia passíveis de serem abordados com recurso à Internet das Coisas. O resultado deste levantamento encontra-se no Apêndice 12.

Após estes levantamentos, procedeu-se ao desenvolvimento do recurso IdC e das tarefas conforme descrito nas subsecções seguintes.

3.2.1 Princípios orientadores

Aquando do desenvolvimento dos recursos tecnológicos delineou-se um conjunto de princípios orientadores, que na perspectiva deste estudo poderiam ser determinantes para a adoção por parte das instituições de ensino, assim como numa futura disseminação dos mesmos.

Portanto, relativamente aos recursos IdC, para o seu desenvolvimento seguiram-se os seguintes princípios orientadores:

- ser de baixo custo – permitindo desta forma que o maior número de interessados, nomeadamente escolas, pudesse adquirir os componentes e construir um sistema idêntico;
- ser *open source* – facilitando assim o processo de construção, alteração ou ajuste às necessidades dos interessados, mas também o acesso aos dados provenientes dos recursos IdC desenvolvidos;
- ser acompanhado por guiões de construção passo a passo – permitindo que interessados (professores, alunos ou outros) que não tenham competências em programação ou computação física pudessem também criar sistemas IdC idênticos aos desenvolvidos no âmbito desta investigação, seguindo uma lógica do “faça você mesmo” (comumente designado pela forma inglesa *do it yourself*) muito conectado com o movimento *maker*;
- ser possível utilizar diferentes componentes na sua construção – ou seja, que fosse possível criar um recurso idêntico com componentes idênticos, mas de marcas diferentes e ainda que fosse possível o recurso a diferentes materiais para a construção do corpo do recurso;
- ser o mais abrangente e flexível possível – ou seja, que permitisse a abordagem do maior número possível de conteúdos curriculares.

Estes princípios viriam a ser determinantes nas escolhas efetuadas, nomeadamente na opção por determinados equipamentos tecnológicos em detrimento de outros.

3.2.2 Estratégia de desenvolvimento do sistema IdC

Após o levantamento das tecnologias que poderiam facilitar a criação do sistema IdC e dos conteúdos curriculares passíveis de serem abordados com auxílio destas tecnologias, procedeu-se ao desenvolvimento do sistema seguindo os princípios elencados anteriormente.

Assim optou-se pelo desenvolvimento de três dispositivos. Um com a possibilidade de obter dados de humidade e temperatura do ar, um segundo com a possibilidade de obter dados de humidade, temperatura e pressão do ar e o terceiro desenvolvido tendo por base o segundo onde lhe foram acrescentados sensores de humidade e ph do solo, luminosidade e presença de gases.

Cada um destes dispositivos é alimentado por uma *power bank*, havendo a possibilidade da alimentação ser fornecida por um computador ou mesmo pela corrente elétrica, sendo para isso necessário adquirir um transformador.

No Guião de construção (Apêndice 6) figuram os três dispositivos e os respetivos processos de construção, no entanto no âmbito deste estudo dá-se apenas destaque ao terceiro que foi designado de PAprICA 3. Isto deve-se ao facto de ter sido este o utilizado nas sessões práticas e alvo de avaliação. A primeira versão deste dispositivo tem o corpo em madeira (Figura 21), tendo-se optado por dimensões maiores que permitissem uma mais fácil compreensão de como este funcionada e de como se ligavam os diferentes componentes.

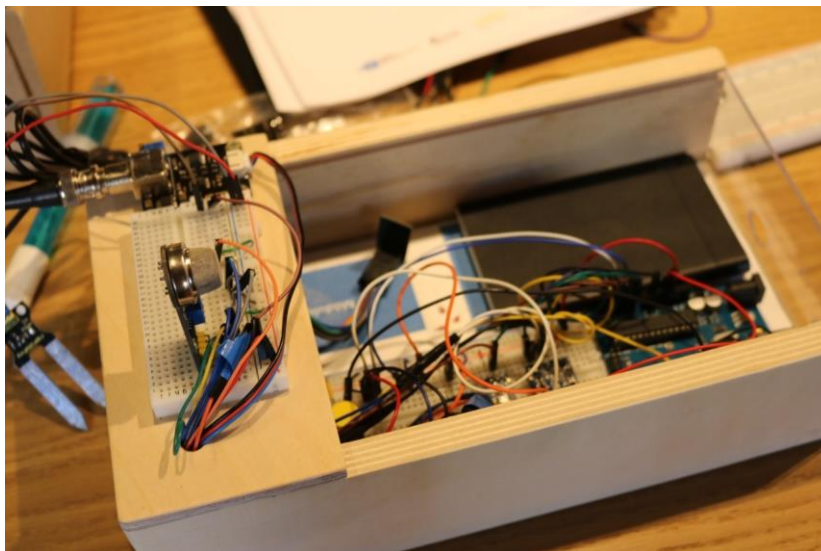


Figura 21 - Protótipo do dispositivo PAprICA 3

Como se pode verificar na Figura 21 os diferentes sensores ficam localizados no exterior do corpo do dispositivo. Já no interior há delimitação de espaços por áreas, nomeadamente uma para o microprocessador, outra para *breadboard*, outra para o módulo wi-fi e a última para a power bank (alimentação).

Salienta-se que estas dimensões do corpo do dispositivo foram intencionais, pois permitiam a explicação dos diferentes componentes mais facilitada, assim como das suas funções e métodos de ligação entre eles. Além disso, não se pode ignorar que na prototipagem deste tipo de dispositivos um dos elementos que pode ser mais trabalhoso é precisamente a redução e compactação das suas dimensões físicas.

Após o desenvolvimento do dispositivo IdC foram testadas, ao longo de semanas, diferentes plataformas para armazenar e mostrar os dados, tendo-se optado pela plataforma Thingsboard por ser gratuita, *open source*, de fácil conexão, ter guiões que facilitam a sua utilização e por ser versátil na criação de diferentes *dashboards*, permitindo ainda a conexão de vários dispositivos apenas com uma conta.

Selecionada a plataforma online procedeu-se ao desenvolvimento do software final que permitisse a ligação do dispositivo IdC à plataforma através do módulo wi-fi, obtendo assim o sistema IdC pretendido.

Após o desenvolvimento do programa (*software*), desenvolveu-se um modelo de estufa, demonstrado na Figura 22, que seria o usado no estudo empírico e onde o dispositivo IdC seria colocado.



Figura 22 - Estufa desenvolvida no âmbito do projeto.

Numa fase final do desenvolvimento, o sistema IdC foi testado em ambiente controlado, de forma a aferir a sua autonomia energética e eventuais aspetos que poderiam ser melhorados, nomeadamente no código, forma de aceder à rede e possibilidade de obter os dados no computador sem a necessidade de o ligar à rede.

3.3 Desenvolvimento do sistema

Neste ponto, apresenta-se apenas a descrição do sistema PAprICa 3 por ser o mais complexo e o utilizado nas sessões do projeto. Recorda-se que o dispositivo que integra este sistema possibilita a obtenção de dados de humidade, temperatura e pressão do ar, presença de gases, luminosidade, humidade e ph do solo (Moreira et al., 2019). A comunicação entre o dispositivo e a plataforma online realiza-se através de um módulo Wi-Fi. Na plataforma online é possível aceder aos painéis de dados. Na Figura 23 apresenta-se um esquema simplificado de todo o sistema PAprICa 3.

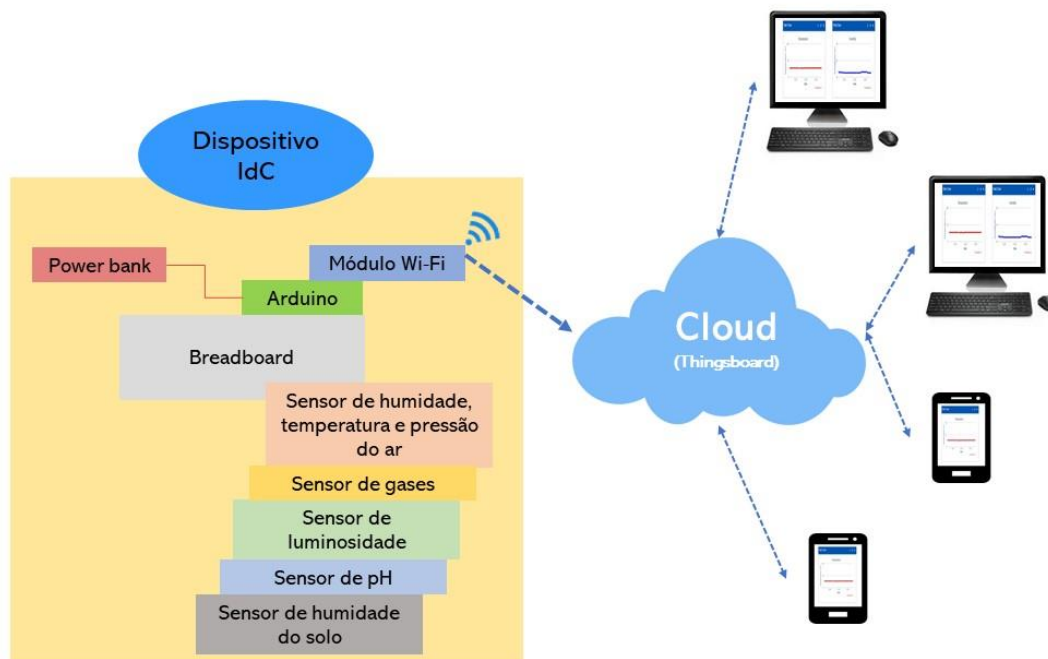


Figura 23 - Esquema ilustrativo do sistema PAprlCa 3

3.3.1 Hardware

Relativamente à plataforma de computação física adotada para o desenvolvimento do dispositivo, a opção caiu sobre o Arduino, pelas seguintes razões:

- ser independente, o que origina que seja compatível com os sistemas operativos Microsoft, Linux e Max OS, contrariamente a outras plataformas (Nayyar & Puri, 2016);
- ser *open source* (Nayyar & Puri, 2016), o que corresponde a um a uns dos princípios orientadores a que esta investigação se propôs para o desenvolvimento do sistema IdC e ainda ao facto de facilitar a sua manipulação sem pré-requisitos legais relacionados com patenteamento;
- ser de relativo baixo custo (Nayyar & Puri, 2016) o que corresponde a uns dos princípios orientadores a que esta investigação se propôs para o desenvolvimento do sistema IdC. Além disso, considerando as condições atuais das escolas, no respeitante

à capacidade financeira para adquirir novas matérias, esta poderá ser uma condicionante fundamental na adoção de novos equipamentos;


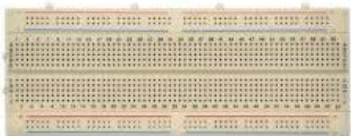





- ser fácil de encontrar no mercado, seja físico ou online, nacional ou estrangeiro, facto que facilita a compra e também a obtenção de apoio;
- possuir uma comunidade de apoio alargada, com muita atividade e diversificada. Comunidade que tem muita atividade em fóruns online, mas também em encontros, workshops, etc;
- possuir variação de recursos. Ou seja, existe uma gama muito diversificada de recursos para se acoplarem ao microprocessador Arduino, nomeadamente sensores e módulos wi-fi com diferentes capacidades e preços. Além disso, existe também muita diversidade de microprocessadores Arduino, pelo que dependendo do nível de conforto dos professores e alunos na computação, poderão optar por microprocessadores mais complexos ou simplesmente de dimensões diferentes;
- estar presente em algumas escolas e ser do conhecimento de professores, nomeadamente de professores de informática, o que poderá facilitar a sua utilização nestes contextos;
- haver formações direcionadas a professores sobre esta plataforma, facto que poderá contribuir para que os professores se sintam mais à vontade para utilizar estas tecnologias;
- possuir plataformas próprias para a sua programação e ainda plataformas paralelas de programação gráfica, o que poderá ser útil para os participantes que se estão a iniciar na programação, mas têm experiência em programação gráfica.

Esta plataforma de hardware e software foi criada em 2005 com o objetivo de fornecer material a interessados (amadores e profissionais) para desenvolverem diversos tipos de projetos (Mellis et al., 2007). Por esta razão a plataforma Arduino está muito ligada ao movimento maker e Do-it-Yourself (DIY), tendo surgido no mercado diversos kits comerciais e diferentes placas com características distintas (Nayyar & Puri, 2016).

Características

Relativamente aos diferentes componentes necessários para a construção do sistema de Internet das Coisas PAprlCa3, exemplificado na Figura 21, e respetiva ligação à plataforma IdC são necessários os descritos no *Quadro 9*.

Quadro 9 - Componentes e quantidades necessários para a construção do dispositivo PAprlCa3

Componentes	Quantidade	Imagem
Placa Arduino Uno	1	
Breadboard	1	
Módulo Wi-Fi ESP8266	1	
Sensor BME280 (humidade, temperatura e pressão do ar)	1	
Sensor analógico de pH	1	
Sensor de humidade do solo	1	
Sensor de UV	1	

Sensor de gases MQ2	1	
Resistência 1k	2	
Resistência 10k	1	
Regulador de tensão - 3.3V 0.8A - LM1117T	1	
Botão táctil	1	
Cabos Jumper (macho-macho)	26 ¹³	
Cabos Jumper (macho-fêmea)	21 ¹⁴	
Cabo Arduino USB	1	
Fita-cola	1	
Computador	1	
KIT de Soldadura	1	

¹³ Os números aqui apresentados estão de acordo com as opções de montagem do dispositivo, no entanto estes podem variar dependendo das opções aquando da montagem, sendo conveniente possuir mais cabos jumper do que os indicados na tabela.

¹⁴ Os números aqui apresentados estão de acordo com as opções de montagem do dispositivo, no entanto estes podem variar dependendo das opções aquando da montagem, sendo conveniente possuir mais cabos jumper do que os indicados na tabela.

Além do descrito no Quadro 9, é necessário ainda acesso à internet por Wi-Fi por forma a ser possível ligar o dispositivo à rede e ainda aceder à plataforma que irá mostrar os dados obtidos.

Caso se pretenda que o dispositivo envie dados de forma constante para a plataforma IdC sem a constante conexão a um computador, aconselha-se a utilização de um *Power Bank* ou de outra fonte de alimentação, que também não figura no Quadro 9.

No concernente à placa Arduino, optou-se pela utilização da Arduino Uno. As principais razões para esta opção prendem-se com o facto de esta ter entradas analógicas e digitais (facto que permite a conexão de todos os sensores e módulo Wi-Fi), e ter dimensões médias, o que facilita o seu manuseamento. Outro fator, talvez mesmo o mais relevante, é ser uma das placas mais utilizadas, pelo que existe um maior número de bibliotecas disponível e de algumas escolas já possuírem este tipo de placas.

No Quadro 10 apresenta-se as principais especificações técnicas da placa Arduino Uno.

Quadro 10 - Especificações técnicas do Arduino Uno¹⁵

Parâmetro	Especificação
Voltagem Input	7-12v (DC Jack) 5 v (USB)
Corrente Máxima Output	40mA por pino
Processador	ATmega328P
Oscilador	16 MHz
Pinos analógicos	6
Pinos digitais	14
Pinos PWM	6
Outras especificações	4 Led (TX, RX, Pino 13, Indicador de energia), Reset
Flash	32kB

¹⁵ Dados obtidos de Nayyar & Puri, 2016

No respeitante a custos para o desenvolvimento de um sistema igual, considerando que a plataforma online não tem custos, assim como o IDE do Arduino, o valor estimado dos diferentes componentes do dispositivo ronda os 130 euros¹⁶ (fonte de alimentação incluída).

Assemblagem

O processo de montagem dos vários componentes do dispositivo PAprICa3 encontra-se no *Apêndice 6 - Guião construção sistemas IdC e estufas* com ilustrações e descrição pormenorizada passo a passo. Em complemento, na Figura 24 apresenta-se um esquema do referido dispositivo com todos os componentes (excetuando a fonte de alimentação) de forma a se fornecer uma ideia da sua estrutura real. Ressalva-se o facto de que este esquema de montagem diz respeito aos sensores mencionados, pois existem diferentes fornecedores e forma de ligação e até de programação pode variar.

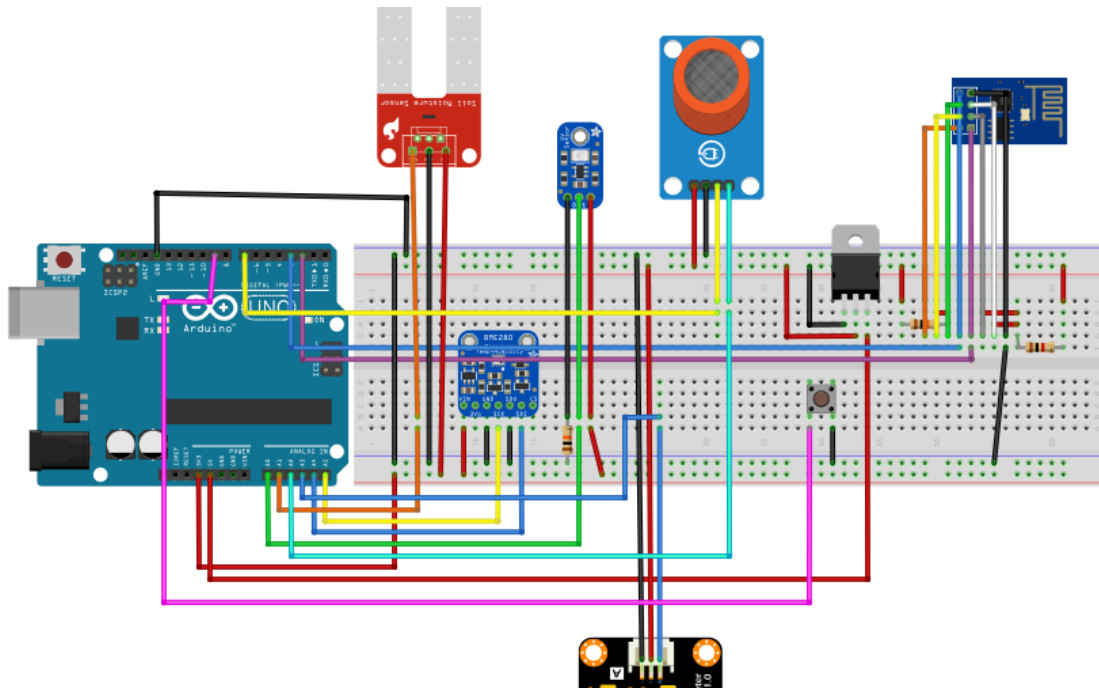


Figura 24 - Ilustração do dispositivo PAprICa3

No respeitante ao corpo do dispositivo, a primeira versão foi construída em madeira e vidro acrílico, no entanto, para uma versão mais finalizada não existiam as preocupações

¹⁶ Orçamento verificado na loja online Botnroll (<https://www.botnroll.com/>) todavia, este valor pode variar de estabelecimento para estabelecimento e da opção pelas diferentes marcas dos sensores.

didáticas, podendo o dispositivo ter dimensões mais reduzidas. Assim, optou-se por se desenvolver o corpo em modelação 3D e posteriormente, com recurso a uma impressora 3D imprimi-lo. O modelo 3D presente na Figura 25 pode ser encontrado no Apêndice 6 ou em [https://github.com/FilipeTMoreira/PAprICa/blob/master/Caixa%20PAprICa%20Final%20\(1\).stl](https://github.com/FilipeTMoreira/PAprICa/blob/master/Caixa%20PAprICa%20Final%20(1).stl), onde estão referidas as medidas mínimas para a mesma para que seja possível conter todos os componentes do PAprICa3.

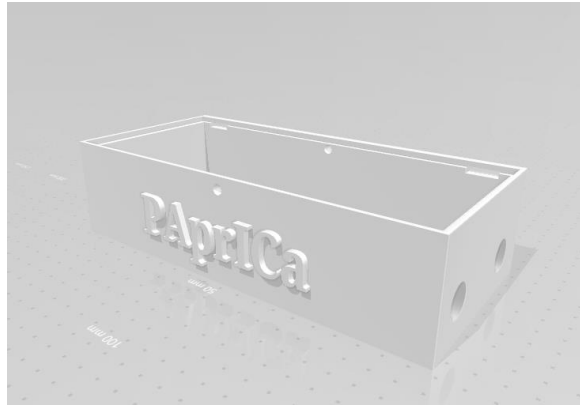


Figura 25 - Modelo 3D do corpo do dispositivo

Após a impressão do corpo do dispositivo e ao corte do vidro acrílico que serviu de tampa, procedeu-se à colocação dos diversos componentes no seu interior. Sendo o seu aspeto final idêntico ao representado na Figura 26.

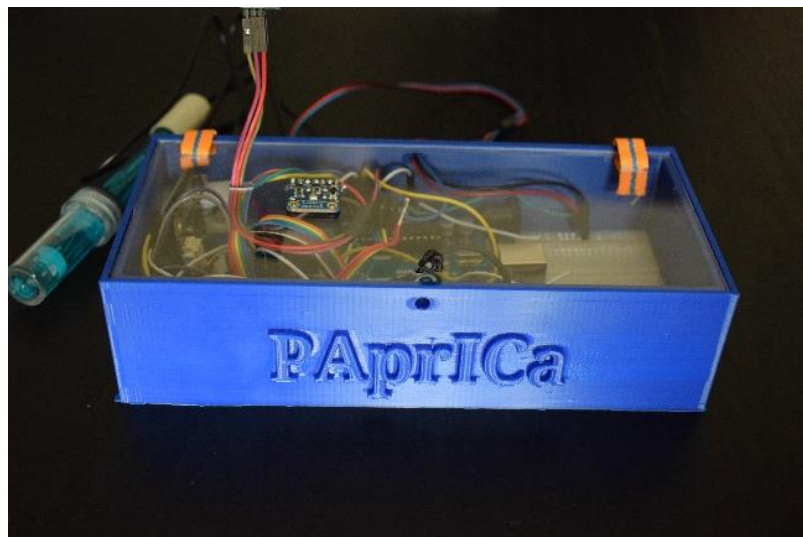


Figura 26 - Versão completa do PAprICa3

Conforme se pode verificar na Figura 26, alguns sensores ficaram no exterior do corpo, como o de pH, de luminosidade, pressão, temperatura e humidade do ar e humidade do solo, pois de outra forma seria estes dados poderia não ser fidedignos conforme descrito na secção “4.3 Validação do sistema em contexto controlado”. O sensor de presença de gases, embora esteja no interior do corpo, tem a possibilidade de obter dados do exterior através da abertura lateral circular demonstrada na Figura 25.

3.3.2 Software

Para a programação do dispositivo é necessário instalar o IDE do Arduino (Integrated Development Environment ou em português ambiente de desenvolvimento do Arduino) representado na Figura 27. Para a utilização deste IDE, há a possibilidade de se optar pelo ambiente de programação online ou instalado no computador (ambos disponíveis em <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>).

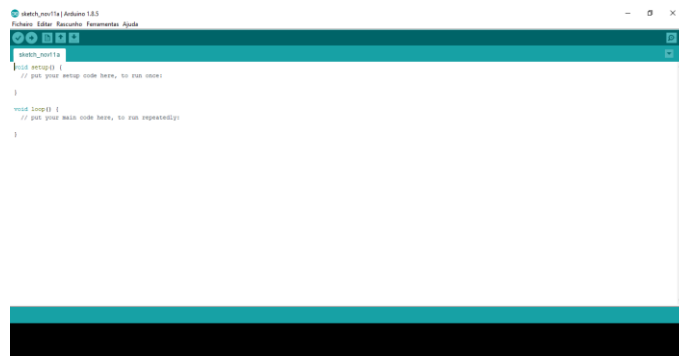


Figura 27 - Amostra do IDE do Arduino

Após a instalação do IDE do Arduino (ou criação de conta na plataforma Arduino para aceder à versão online), é necessário proceder à programação do dispositivo. O Código completo pode estar disponível no Apêndice 6 ou em <https://github.com/FilipeTMoreira/PAPriCa/blob/master/device3>.

Conforme descrito no Guião (Apêndice 6) é necessário instalar algumas bibliotecas por forma a se poder ativar todos os sensores e o módulo Wi-Fi. No código fornecido é ainda necessário introduzir o nome da rede de Internet que se vai utilizar e a respetiva palavra-chave,

assim como o código *token* fornecido pela plataforma IdC online aquando da criação do *dashboard*, conforme descrito da secção seguinte.

3.3.3 Dashboard

Relativamente ao *dashboard* (painéis de visualização dos dados) optou-se pela plataforma de IdC online e *open source* Thingsboard (<http://thingsboard.io/>). A opção por esta plataforma deveu-se ao facto de ser, como referido anteriormente, gratuita, permitir a conexão de vários dispositivos com uma conta, de ser *open source*, de ter disponível guiões para conectar dispositivos desenvolvidos tendo por base o Arduino e por permitir coletar, processar e visualizar dados, assim como gerir os dispositivos IdC (Ismail et al., 2018).

No respeitante a conectividade, a ThingsBoard suporta protocolos MQTT, CoAP ou HTTP. Sendo possível conectar vários dispositivos e criar vários *dashboards* com a mesma conta, ficando cada dispositivo com um código *token* de acesso, facto que facilita a organização e o acesso (Kadarina & R, 2018).

É possível registar, gerir e monitorizar diferentes dispositivos, apenas com uma conta, disponibilizando API que permitem enviar e receber comandos para os dispositivos (Ismail et al., 2018).

Esta plataforma suporta diferentes bases de dados como HSQLDB, PostgreSQL ou Cassandra (Ismail et al., 2018), existindo vários painéis disponíveis para a visualização dos dados, sendo apenas necessário escolher o que mais se adequa à situação ou tipo de dados, havendo também a possibilidade de criar novos. Salienta-se que há a possibilidade de visualizar os dados em gráficos ou simplesmente números, podendo se ativar alarmes ou mesmo escolher a frequência com que os dados são atualizados nos diferentes painéis.

Na Figura 28 apresenta-se um exemplo de um painel criado na plataforma ThingsBoard para receber dados de um dispositivo IdC. Salienta-se a flexibilidade da plataforma que permite acrescentar ou retirar *widgets* (painéis de visualização de dados) movê-los livremente, alterar o aspeto (nomeadamente dimensões ou cores), alterar o intervalo temporal com que são atualizados ou simplesmente trocar por outros que possam ser mais adequados de acordo com os dados ou circunstâncias.



Figura 28 - Exemplo de dashboard criado na plataforma ThingsBoard¹⁷

3.4 Validação do sistema IdC em contexto controlado

Conforme referido anteriormente, no quadro deste estudo foram desenvolvidos três sistemas IdC (PAprICA 1, PAprICA 2 e PAprICA 3) cuja descrição de construção e características figuram no Apêndice 6 - Guião construção sistemas IdC e estufas. Assim, embora aqui apenas se descreva o processo de teste do sistema PAprICA 3 (o que foi utilizado em contexto educativo com alunos e professores), este é o resultado do processo de prototipagem, testagem (em ambiente laboratorial) e aperfeiçoamento dos outros dois sistemas.

Esse processo permitiu aferir os módulos (sensores e módulo Wi-Fi) mais adequados para o propósito, assim como a forma mais eficiente de assemblagem dos mesmos. Permitiu ainda aferir a plataforma de visualização de dados que preenchia os requisitos pretendidos para o protótipo em desenvolvimento, nomeadamente ser *open source*, permitir o acesso a histórico de dados, possibilidade de acrescentar, alterar e adaptar painéis e funcionar em diferentes dispositivos.

Esta última validação em contexto controlado teve como objetivos aferir que se o local onde os sensores estavam colocados influenciava o seu desempenho, a adequação dos painéis de visualização de dados, a calibração dos sensores e o ciclo de funcionamento do dispositivo.

¹⁷ Imagem retirada do website da plataforma em thingsboard.io

Corpo do dispositivo

O corpo do dispositivo utilizado nesta fase foi o de madeira, representado na Figura 21. No entanto, inicialmente os sensores estavam ligados à *breadboard* principal que está colocada no interior da caixa. Todavia, verificou-se que esse sistema não facilitava a utilização dos sensores de humidade do solo e de pH, uma vez que era necessário abrir a caixa e permanecer com esta aberta. Esta forma implicava ainda alterações nos dados dos sensores de UV, de gases e BME280 (humidade, temperatura e pressão), uma vez que estes não estavam diretamente em contacto com o meio onde era pretendido aferirem os dados. Assim, face a estas circunstâncias optou-se pela disposição dos sensores no exterior numa segunda *breadboard* conforme consta na Figura 21.

Conforme referido anteriormente, este corpo foi desenvolvido com estas dimensões por questões didáticas, de forma a ser possível a visualização de todos os componentes do dispositivo, daí ser o utilizado em sessões de demonstração com alunos.

Nesta fase procedeu-se ainda ao desenvolvimento de uma proposta de corpo final do dispositivo, aqui representado na Figura 25. Nesta proposta surgiram as indicações mínimas para as medidas do corpo, assim como o local onde ficariam os sensores.

Painéis de visualização de dados

Os painéis de visualização de dados estavam permitiam apenas a visualização de dados com dígitos. Nesta fase reorganizou-se todo o *dashboard* para que os dados surgissem da forma mais adequada de acordo com cada sensor, assim como as respetivas unidades de medida. Procedeu-se ainda ao registo de valores máximo e mínimos para determinados dados, nomeadamente humidade do solo, considerando as plantas que se iriam utilizar no estudo, cebolo.

Ainda no respeitante ao *dashboard*, nesta fase tentou-se averiguar qual a melhor forma de armazenar os dados e de a estes aceder. Tendo-se optado por armazenar os dados na própria plataforma.

Calibração de sensores

Decorrente deste processo de testagem verificou-se que os dados obtidos através dos sensores não correspondiam aos valores reais. Teve, assim, de se proceder à calibração dos mesmos.

Para esse efeito procedeu-se a alterações ao nível do código (programação) e alterou-se a voltagem fornecida aos sensores analógicos. A calibragem foi feita com auxílio de instrumentos de medição analógicos calibrados.

Ciclo de funcionamento

O ciclo de funcionamento está dependente da fonte de alimentação, da quantidade de módulos do dispositivo e do código que define, entre outros, a periodicidade do envio dos dados. Considerando que para o protótipo interessava que o dispositivo tivesse todos os módulos e que emitisse dados ao segundo, a fonte de alimentação base não era suficiente. Optou-se por isso por uma fonte de alimentação com mais capacidade, neste caso 2500mAh, o que permitiu obter um ciclo de funcionamento máximo de 4 horas. Todavia, caso se necessite de um ciclo mais longo pode-se optar por uma fonte de alimentação com mais capacidade, ou então alterar o código para enviar dados com um espaçamento temporal maior.

Além do descrito sentiu-se a necessidade de se proceder a alterações ao nível do código. Isto porque inicialmente o sistema só se iniciava após o sensor BME280 iniciar e estar funcional e a visualização dos dados era apenas possível através da plataforma de visualização de dados adotada (Thingsbord).

A manter-se o código inicial para se utilizar um sistema idêntico seria sempre necessário possuir um sensor BME280. Assim, o sistema funciona independentemente dos sensores que se acoplarem. O que poderá facilitar a sua utilização por mais público, uma vez que terão apenas de adquirir os sensores que desejarem e assim pode-se obter um sistema que cumpra as funções desejadas com um custo muito inferior.

No concernente ao código do módulo Wi-Fi, inicialmente a única forma de aceder aos dados recolhidos pelos sensores era após o início do módulo e conexão à Internet. Todavia, acontece que por vezes a conexão à rede é difícil ou pode acontecer que o módulo se estrague e

inviabilize o acesso aos dados. Assim procedeu-se a alterações ao código e acrescentou-se um botão tátil que permite desligar o módulo Wi-Fi e fazer com que os dados possam ser visualizados sem ligação à Internet no IDE do Arduino.

3.5 Seleção de plataformas de dados abertos

Como referido anteriormente, uma das formas de fazer uma abordagem a conteúdos curriculares com as tecnologias de IdC é através de *open data feeds*. Assim, no âmbito desta investigação, havia a intenção de se perceber qual a áreação dos alunos e professores na utilização destes recursos enquanto ferramenta didática.

Assim, para a seleção dos *open data feeds* a incorporar nas tarefas, inicialmente procedeu-se ao levantamento de diversas fontes de dados abertos e atualizados constantemente, que permitissem a abordagem de conteúdos programáticos das áreas curriculares de Matemática, Físico-química, Ciências Naturais e Geografia. Nesta primeira seleção não houve preocupação relativamente à origem geográfica dos dados. Pretendia-se apenas aferir qual a disponibilidade deste tipo de dados.

Numa fase posterior filtrou-se o resultado dessa pesquisa de forma a que a seleção ficasse reduzida a apenas aos *open data feeds* que permitissem o acesso a dados idênticos aos passíveis de se obterem com o dispositivo PAprICa3 (humidade, temperatura e pressão do ar, humidade e pH do solo, presença de gases e luminosidade).

Decorrente da segunda seleção, procedeu-se a um novo filtro, ficando apenas os *open data feeds* que, pela sua simplicidade de utilização, poderiam ser incorporados nas tarefas desenvolvidas e que permitiam o acesso a dados de regiões geograficamente distantes da cidade de Aveiro. Esta fontes de dados abertos e atualizados constantemente podem ser consultados no Quadro 11.

Quadro 11 - Fontes de dados abertos e atualizados constantemente utilizadas nas tarefas desenvolvidas

Fonte	Tipo de dados	Acesso
Meteocoruna	Meteorológicos	http://www.meteocoruna.com/
Weather Underground	Meteorológicos E Poluição	https://www.wunderground.com/weather/es/barcelona
Meteogalicia	Meteorológicos E Poluição	http://www.meteogalicia.gal/web/predicion/uv/predicionNumericalIndex.action?request_locale=es
Sunburn map	Índice UV	http://sunburnmap.com/es/#tomorrow
State Meteorological Agency (AEMET)	Meteorológicos	http://www.aemet.es/en/eltiempo/observacion/ultimosdatos?k=gal&l=1387
AQICN	Poluição	http://aqicn.org/map/portugal/pt/#@g/40.8297/-0.0549/6z

A generalidade das fontes referidas no quadro anterior permite o acesso a diferentes dados, como por exemplo temperatura, humidade do ar, ondulação, índice ultravioleta e diferentes aspetos de poluição do ar. Ou seja, os mesmos dados que o sistema baseado na IdC desenvolvido permite obter.

Capítulo 4 – Estudo com utilizadores em contexto real de educação

Neste capítulo é apresentado uma descrição detalhada do processo de implementação no terreno da investigação, nomeadamente os locais onde decorreram as intervenções, assim como o público que participou (alunos e professores), salientando-se os seus conhecimentos prévios sobre IdC e utilização de Internet. Na segunda parte são descritas as atividades desenvolvidas com os alunos e onde os professores também participaram.

4.1 Contexto de intervenção

Conforme descrito na subsecção seguinte (4.2 Descrição do Estudo) o estudo realizou-se na escola dos alunos e na Fábrica Cento de Ciência Viva de Aveiro. Assim, optou-se por uma breve descrição deste Centro de Ciência Viva e do público envolvido no estudo por forma a apresentar uma melhor contextualização.

Escola e Fábrica Centro de Ciência Viva

A Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro é um museu de ciência, instalado no edifício da antiga Companhia Aveirense de Moagens, inaugurado a 1 de julho de 2004, tendo por origem uma parceria entre a Universidade de Aveiro e a Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica. O seu grande objetivo passa pela divulgação de ciência e a promoção da cultura científica e tecnológica.

Este centro, além da dimensão expositiva (que promove várias exposições ao longo do ano), desenvolve as dimensões de contacto com cientistas, *workshops*, atividades de divulgação de ciência estando em contacto permanente com diversas escolas da região de Aveiro, promovendo atividades no seu espaço ou no exterior, como em escolas.

A Fábrica desenvolve hoje atividades de educação não-formal e formal, dando-se como exemplo o projeto Escola Ciência Viva onde os alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico do Município

de Aveiro se deslocam às instalações da Fábrica para ter aulas de ciências seguindo-se programa educativo que combina o trabalho prático e experimental.

A parceria com esta instituição pode ser justificada, essencialmente, por três razões. A primeira, pelas condições tecnológicas da Fábrica, desde já o seu espaço “Dóing”¹⁸ (um espaço *maker*) que permitiria que os alunos desenvolvessem os recursos. A segunda porque permitiria que enquanto um grupo estivesse a desenvolver os recursos tecnológicos relevantes para o presente estudo os restantes alunos estivessem a participar em atividades igualmente desafiantes, operacionalizando um grupo de controle. E em terceiro, porque havia o interesse de todos os envolvidos em testar uma vertente do projeto de Flexibilidade Curricular que decorresse fora do espaço escola, mais concretamente num espaço como a Fábrica e que permitisse assim juntar esforços para que os alunos tivessem contacto com tecnologias que de outra forma seria impossível.

A agrupamento de Escolas parceiro do projeto foi o Agrupamento de Escolas de Aveiro, através da Escola João Afonso (única do Agrupamento com o 3ºCEB), situada em Aveiro. Esta é uma escola do 2º e 3º CEB pública situada junto à Universidade de Aveiro e nas proximidades da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro.

Público-alvo

Relativamente ao público-alvo considerou-se os alunos do 7º ano de escolaridade do Agrupamento de Escolas de Aveiro e professores. No total, o grupo de alunos era composto por 96 alunos, no entanto apenas foi possível realizar a caracterização de um grupo mais restrito de 80 alunos. Por razões alheias ao estudo, dos 80 alunos cuja caracterização aqui se apresenta, apenas foi possível a recolha de dados de 77 alunos.

A opção por este ano de escolaridade deveu-se ao facto de neste ano letivo se estar a iniciar o Programa de Flexibilidade Curricular no 7º ano de escolaridade (ou seja, o primeiro ano

¹⁸ Neste espaço de produção criativa relaciona-se arte com ciência e engenharia. Caracteriza-se por ser um *maker space* onde o público pode manipular tecnologias digitais e analógicas para explorar ideias, aprender técnicas e criar novos produtos. O sítio deste espaço na internet pode ser consultado em <https://www.ua.pt/pt/fabrica/page/22051>

do 3ºCEB). Conforme descrito à frente neste capítulo, à data da preparação deste estudo havia o interesse de todos os envolvidos em testar uma vertente do projeto de Flexibilidade Curricular que decorresse fora do espaço escola. Além do descrito, os conteúdos curriculares abordados neste ano de escolaridade, nas áreas curriculares envolvidas, permitiam uma abordagem recorrendo às tecnologias IdC.

Relativamente aos docentes, foram 6 os que integraram o estudo. Sendo 4 os diretores de turma das turmas envolvidas.

Salienta-se que os alunos participantes do estudo eram oriundos de 4 turmas, no entanto no âmbito desta investigação foram organizados em 3 grupos, tendo esta organização partido da negociação entre os professores diretores de turma e os alunos. Apesar de os diferentes grupos realizarem tarefas idênticas (conforme abordaremos na secção seguinte), cada grupo teve um papel diferente no âmbito do estudo. Assim, importa caracterizar cada um dos grupos:

- **Grupo 1 (G1)** - alunos que montaram as estufas (e sistemas IdC) e utilizaram dados das estufas em tarefas de sala de aula;
- **Grupo 2 (G2)** - alunos que não montaram as estufas nem os sistemas IdC, mas que utilizaram os dados dos sistemas IdC criados pelo Grupo 1 nas atividades de sala de aula;
- **Grupo 3 (G3)** - alunos que não montaram as estufas nem os sistemas IdC e que apenas usaram dados provenientes de fontes de dados abertos (*open data feeds*) nas tarefas de sala de aula.

Para a caracterização dos 80 alunos procedeu-se a um inquérito por questionário, aplicado em formato físico (papel), que permitiu aferir alguns aspetos da realidade do grupo como: idades; distribuição por sexo; acesso a dispositivos tecnológicos; formas de acesso à Internet; número de horas despendido na Internet; tecnologias e aplicações geralmente utilizadas em sala de aula; e conhecimentos básicos sobre Internet das Coisas.

O instrumento de recolha de dados utilizado encontra-se no Apêndice 8 - Questionários iniciais para professores e alunos, assim como o documento entregue aos encarregados de educação a informar sobre este estudo e a solicitar a respetiva autorização de participação pode ser consultado no Apêndice 13.

Os alunos foram também informados de como se procederia o estudo e o fim dos dados recolhidos. Saliendo-se que os dados recolhidos não permitem identificar, em particular, os sujeitos participantes.

Da análise ao questionário foi possível aferir que dos 80 alunos participantes, 28 eram do sexo masculino e 53 do sexo feminino, sendo a média de idades de 12 anos e 6 meses, estando todos a frequentar o 7º ano de escolaridade.

Relativamente aos equipamentos que os alunos têm ao seu dispor regularmente, o Quadro 12 sumariza os resultados.

Quadro 12 -Equipamentos que os alunos possuem e/ou que podem utilizar

Equipamento	Nº de alunos (Total 80)	Em percentagem
Smartphone	70	87,5%
Tablet	65	81,25%
Computador portátil	68	85%
Computador de secretária	44	55%
Smartwatch	19	23,75%
Consola de videojogos	55	68,75%

Repare-se que o *smartphone* é o dispositivo mais comum no grupo, seguindo-se o computador portátil. Do grupo de alunos, todos tinham pelo menos 2 dispositivos que permitem o acesso à Internet.

Considerando que todos os alunos referiram que utilizam a internet com frequência. No respeitante ao meio para aceder à Internet, os resultados encontram-se no Quadro 13. Sendo o meio mais utilizado o *smartphone* através de redes *wireless*.

Quadro 13 - Meio de acesso à Internet

Equipamento	Nº de alunos (Total 80)	Em percentagem
Computador – redes Wi-Fi	65	81,25%
Computador – rede por cabo	13	16,25%
Telemóvel – com dados móveis	37	46,25%
Telemóvel – com redes Wi-Fi	75	93,75%
Tablet	10	12,5%
SmartTv	8	10%

Outro aspeto questionado prende-se com quanto tempo os participantes despendem na Internet, num dia normal de aulas, e também num dia sem aulas. Os resultados apresentados no Quadro 14 evidenciam que este grupo tem uma tendência (previsível) de estar mais tempo na Internet num dia sem aulas. No entanto, mesmo em dias de aulas, 10 alunos manifestaram estar mais de quatro horas.

Quadro 14 - Número de horas que os alunos passam na Internet

	Num dia normal de aulas	Num dia normal sem aulas (p.e. fim de semana ou feriados)
Apenas alguns minutos	6	1
Cerca de meia hora	10	2
Cerca de uma hora	14	2
Cerca de uma hora e meia	9	1

Cerca de duas horas	5	7
Cerca de duas horas e meia	3	3
Cerca de três horas	2	7
Cerca de três horas e meia	3	6
Cerca de quatro horas	4	6
Mais de quatro horas	10	33
Nenhum	4	2
Não sei	10	10

Em relação à utilização de aplicações informáticas nas aulas de Matemática, Ciências da Natureza, Física e Química e Geografia, 32 alunos afirmaram já ter utilizado, sendo as mais utilizadas o Google, Excell, Escola Virtual e Youtube. Do total de alunos inquiridos, 73 afirmaram ter contas em redes sociais.

Relativamente ao conhecimento sobre as tecnologias da IdC, 72 alunos manifestaram não estar familiarizados com este termo. Dos 8 que manifestaram ter conhecimento, 1 afirmou que teve conhecimento através de uma visita de estudo ao trabalho da mãe, 2 através do motor de busca Google, 2 que tinha sido a mães a explicar-lhes e 2 que tinham tomado conhecimento através da escola.

Assim, salienta-se o facto de apesar de os alunos terem acesso a tecnologias digitais, de as usarem e de acederem à Internet, o seu conhecimento sobre as tecnologias de IdC era bastante reduzido. Todavia, após explicação do que é IdC e de como poderia ser utilizada em contextos de educação, 75 alunos afirmaram que estariam interessados em experimentar, 1 não respondeu e 4 manifestaram não ter interesse.

Dos 6 professores envolvidos, todos do sexo feminino, 5 eram do quadro permanente e um contratado. Destes, 4 tinham mais de vinte anos de serviço e 2 entre 10 e 15 anos de serviço.

Com a análise às respostas ao inquérito por questionário (Apêndice 8) aplicados aos docentes imediatamente antes do início do estudo empírico, foi possível aferir que, antes de se iniciar este projeto, apenas um dos participantes estava familiarizado com o termo Internet das Coisas. Este afirmou que tomou conhecimento destas tecnologias através de notícias e de publicidade.

Relativamente a possibilidades de aplicação das tecnologias de IdC em contextos educativos, os docentes salientaram: consulta de dados em tempo real, relativos a diferentes locais; monitorização de parâmetros em atividades experimentais; e monitorização e estudo de dados provenientes do meio circundante.

Todavia, apresentaram alguns desafios que podem surgir para a utilização destas tecnologias em contextos educativos, nomeadamente: controlo exagerado sobre todas as atividades; e morosidade no planeamento, preparação e desenvolvimento das tarefas.

4.2 Descrição do estudo

Nesta secção apresenta-se uma descrição da investigação realizada com os alunos e professores. Ou seja, o descrito nesta subsecção corresponde ao assinalado como Fase 9 no Plano do Estudo evidenciado na secção 2.3 desta Tese.

Assim, além dos objetivos considerados para este estudo empírico, tentou-se desenvolver um conjunto de sessões e tarefas que possibilitassem aos alunos adquirir conhecimentos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), com enfoque particular no tema concreto da IdC, mas que também tivessem a oportunidade de aprender a trabalhar com as mesmas de forma a aprender conteúdos de diferentes áreas curriculares.

A Figura 29 sintetiza diagramaticamente a abordagem da formação dada aos alunos. Desde logo, pretendeu-se que os alunos tivessem a oportunidade de aprofundar conhecimentos sobre a IdC, nomeadamente o que é, potencialidades e desafios para as diferentes áreas da sociedade. Em concomitância pretendeu-se também que estes operassem com estas tecnologias, nomeadamente na construção de sistemas IdC, tendo sido apenas envolvido um dos grupos nesta dinâmica como referido de seguida no texto. Por último, pretendeu-se que os alunos desenvolvessem conhecimentos de diferentes áreas curriculares tendo como recurso a IdC. Isto

evidentemente sem descurar os valores e atitudes fundamentais em qualquer processo educativo.

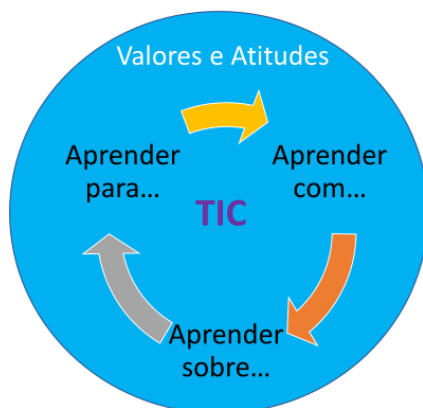


Figura 29 - Abordagem com, sobre e para as TIC

De forma a se ter uma visão geral das atividades desenvolvidas, no *Quadro 15* apresenta-se as atividades desenvolvidas com cada um dos grupos de alunos. Recorda-se que o grupo de alunos é oriundo de quatro turmas distintas, no entanto optou-se por uma organização em três grupos, que são:

- **Grupo 1 (G1)** - alunos que montaram as estufas (e sistemas IdC) e utilizaram dados das estufas em tarefas de sala de aula;
- **Grupo 2 (G2)** - alunos que não montaram as estufas nem os sistemas IdC, mas que utilizaram os dados dos sistemas IdC criados pelo Grupo 1 nas atividades de sala de aula;
- **Grupo 3 (G3)** - alunos que não montaram as estufas nem os sistemas IdC e que apenas usaram dados provenientes de fontes de dados abertos (*open data feeds*) nas tarefas de sala de aula.

Esta organização deveu-se a diferentes razões que se prendem com a necessidade de aferir qual a melhor forma de usar a IdC em contexto educativo como recurso didático. Se com dados locais (provenientes de sistemas IdC próximos) ou com dados gerais distantes provenientes de *open data feeds*. Além disso, estimou-se que o facto de os alunos do Grupo 1 estarem envolvidos na criação dos sistemas IdC e das estufas poderia influenciar as suas opiniões, pois poderiam desenvolver uma afinidade com os recursos desenvolvidos, daí a necessidade de um

grupo que usando esses dados não tivesse o mesmo nível de afinidade com os sistemas IdC (o Grupo 2).

Quadro 15 - Atividades desenvolvidas por Grupo de alunos

Atividade		Grupo de alunos	Local onde se realizou
1	Apresentação do projeto e aplicação de inquérito por questionário	Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3	Escola
2	Montagem de Dispositivos IdC	Grupo 1	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
3	Montagem de Estufas	Grupo 1	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
4	Esclarecimento sobre modelação 3D e experimentação	Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
5	Modelação 3D e impressão do corpo dos dispositivos PAprICA3	Grupo 1	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
6	Desenvolvimento de Dashboards	Grupo 1	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
7	Programação dos dispositivos PAprICA3	Grupo 1	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
8	Tratamento de dados IdC para a realização das tarefas	Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e Universidade de Aveiro
9	Tratamento de dados IdC para a realização das tarefas	Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e Universidade de Aveiro
10	Tratamento de dados IdC para a realização das tarefas	Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3	Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e Universidade de Aveiro
11	Aplicação de inquérito por questionário final	Grupo 1 Grupo 2	Escola

		Grupo 3	
12	Palestra sobre a Internet das Coisas e perspectivas de futuro	Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3	Escola
13	Palestra sobre Segurança na Internet	Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3	Escola

Atentando ao Quadro 15 verifica-se que as atividades 2, 3, 5, 6, 7 foram realizadas apenas pelo Grupo 1. Pois estas atividades correspondiam à montagem do sistema PAprlCa3 e das estufas. Enquanto o Grupo 1 realizava estas atividades, os Grupos 2 e 3 realizavam outras atividades na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro. Nomeadamente, programação de robôs, visita a diferentes exposições presentes e participava em palestras com especialista da área das ciências, conforme descrito de seguida.

- Atividade 1- Apresentação do projeto e aplicação de inquérito por questionário

Esta atividade decorreu na Escola, podendo ser considerada uma atividade introdutória. Esta foi dinamizada pelo professor/investigador que explanou o que é a IdC, assim como as potencialidades e desafios para diferentes áreas de atividade humana.

Foi ainda apresentado o projeto, explanando-se o que se pretendia com este e a forma como iria decorrer, nomeadamente as tarefas que cada grupo de alunos iria realizar.

Com isto em conjunto com os docentes da escola os alunos foram organizados nos diferentes grupos (1, 2 e 3).

- Atividade 2 - Montagem de Dispositivos IdC

Nesta atividade apenas participou o Grupo 1, o grupo de alunos responsável por montar os dispositivos e as estufas a serem usadas no estudo. Para o efeito, estes alunos tiveram uma aula introdutória com o professor/investigador sobre Arduino, os diferentes módulos usados na montagem do dispositivo que iria integrar o sistema IdC e o que seria esperado que o sistema

desenvolvido fosse capaz. Este momento que aconteceu na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro aqui representado na Figura 30¹⁹.



Figura 30- Sessão sobre Arduino com alunos do Grupo 1

Posteriormente, estes alunos foram organizados em grupos mais pequenos e procederam à assemblagem do dispositivo, tendo para isso o auxílio de um guião, disponibilizado no Apêndice 6.

Enquanto os alunos do Grupo 1 realizavam esta atividade, os alunos dos Grupos 2 e 3 estavam a desenvolver atividades relacionadas com Ciências no Centro Ciência Viva de Aveiro com os monitores/formadores do centro.

- Atividade 3 - Montagem de Estufas

À semelhança da atividade anterior, nesta apenas participou o Grupo 1, o grupo de alunos responsável por montar os dispositivos e as estufas a serem usadas no estudo. Neste quadro os alunos tiveram acesso a uma estufa previamente montada e a um guião para criarem uma idêntica, disponível no Apêndice 6. No entanto, estes tiveram liberdade para fazer modelos diferentes, tendo para isso disponível os diferentes materiais necessários.

Esta atividade também decorreu na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro aqui representado na Figura 31.

¹⁹ Ressalva-se que as fotografias dos alunos publicadas nesta tese foram disponibilizadas pela Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e que a autorização dos encarregados de educação para o registo das mesmas foi obtida através da Escola.

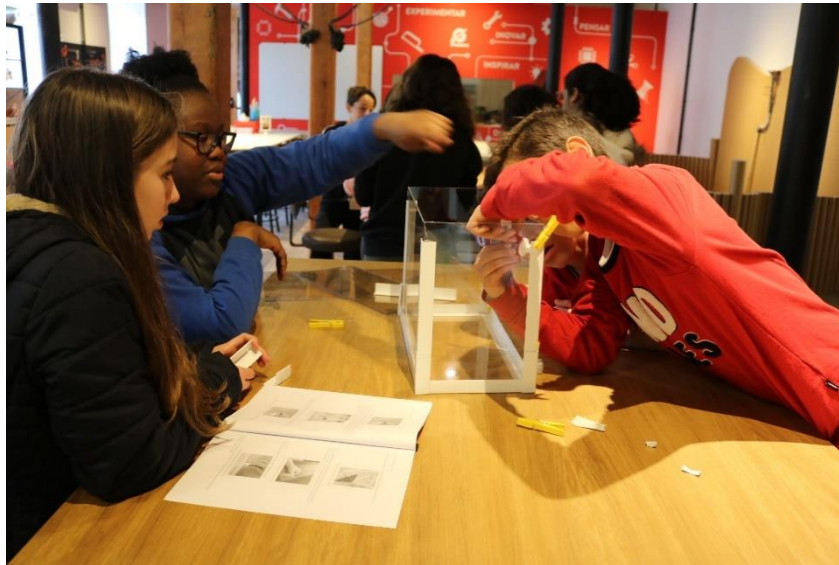


Figura 31 - Montagem das estufas pelos alunos do Grupo 1

Enquanto os alunos do Grupo 1 realizavam esta atividade, os alunos dos Grupos 2 e 3 estavam a desenvolver atividades relacionadas com Ciências na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro com os monitores/formadores do centro.

- Atividade 4 - Esclarecimento sobre modelação 3D e experimentação

Nesta atividade participaram todos os grupos, sendo que enquanto um estava na sessão de esclarecimento sobre modelação 3D os restantes estavam a realizar atividades da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro.

Com esta sessão foi possível demonstrar o que é modelação e impressão 3D, assim como casos onde estas tecnologias são utilizadas no quotidiano. Seguindo-se a este momento, todos os alunos tiveram oportunidade de modelar um objeto à sua escolha, tendo para isso utilizado o software Tinkercad²⁰ (www.tinkercad.com/), demonstrado na Figura 32.

²⁰ O Tinkercad é uma plataforma online gratuita que fornece ferramentas para modelação 3D (que pode ser impressa através de impressoras 3D), computação física (digital) e codificação. Além do descrito, disponibiliza um conjunto de sugestões de atividades para que os professores possam desenvolver nas suas aulas. Website da plataforma: <https://www.tinkercad.com>

A forma de operar este software foi também demonstrado aos alunos que foram tendo apoio técnico no decorrer da modelação. Posteriormente cada peça modelada pelos alunos foi impressa com impressoras 3D.



Figura 32 - Modelação 3D com Tinkercad

- Atividade 5 - Modelação 3D e impressão do corpo dos dispositivos PAprICa3

Contrariamente à atividade anterior, nesta apenas participaram os alunos do Grupo 1. Conforme se pode aferir pela Figura 33, o corpo do artefacto foi desenvolvido também com recurso ao software Tinkercad. Considerando que os corpos modelados demorariam entre 8 e 12 horas a ser impressos, esta tarefa foi executada pelo professor/investigador sem a presença dos alunos.

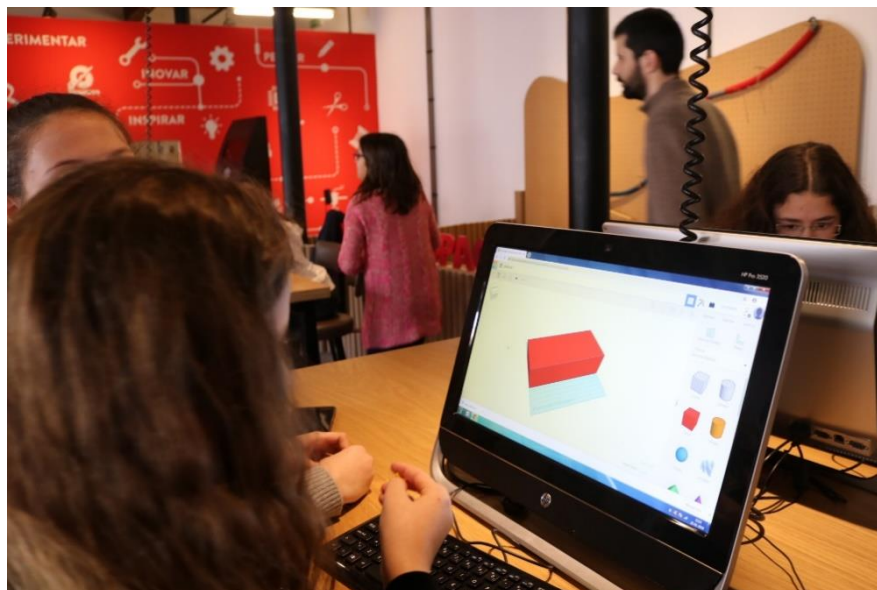


Figura 33 - Modelação do corpo do dispositivo

- Atividade 6 - Desenvolvimento de Dashboards

Esta atividade decorreu na Escola, tendo todos os grupos tido formação da plataforma adotada para o desenvolvimento dos painéis de dados (*dashboard*) do sistema IdC, *ThingsBoard*²¹ (demo.thingsboard.io). No decorrer desta formação foi ainda introduzido o conceito de variável, fundamental para o código e comunicação do dispositivo com a plataforma.

Após a formação inicial sobre a plataforma, os alunos do Grupo 1 desenvolveram os painéis que seriam os utilizados no sistema PApriCa3, aqui demonstrado na Figura 34. Para isso foi-lhes dado as características que estes deveriam ter, nomeadamente unidades de medida, organização e formas mais adequadas para a visualização de determinado tipo de dados.

²¹ ThingsBoard é uma plataforma IdC de código aberto para recolha, processamento e visualização de dados, que permite ainda a gestão de dispositivos. Apesar de ter pacotes pagos, a plataforma permite que se registem dispositivos e se criem painéis de dados (sem limite) de forma gratuita. Disponível em <https://thingsboard.io/>



Figura 34 - Desenvolvimento de dashboards

- Atividade 7 - Programação dos dispositivos PApriCa3

A programação dos dispositivos IdC ocorreu no espaço Dóing da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro. Enquanto o Grupo 1 realizou esta atividade, os restantes grupos realizaram atividades do Centro.

Para esta atividade, inicialmente promoveu-se uma formação introdutória sobre o IDE do Arduino e de como se procede ao upload de código para a placa. Ressalva-se que a generalidade dos alunos não tinha tido no passado aulas de Introdução à Programação, pelo que não estavam familiarizados com estes processos ou vocabulário técnico. Assim, procedeu-se à programação da placa com códigos simples, nomeadamente para fazer piscar o led.

Posteriormente, foi fornecido, aos alunos, o código do sistema IdC, tendo sido apenas explicado o que cada secção significa e respetiva função. Posteriormente, com auxílio do professor/investigador os alunos procederam à alteração para acrescentar as variáveis do *dashboard* e conexão à rede de Internet.

- Atividade 8, 9 e 10 - Tratamento de dados IdC para a realização das tarefas

A análise e tratamento de dados por parte dos alunos decorreu em três sessões distintas, que foram desenvolvidas na escola, Fábrica e Universidade de Aveiro (Figura 35). A opção pelas

instalações da Universidade deu-se pelos factos de esta ter melhores condições de equipamento para que cada aluno pudesse ter acesso a um computador e porque também se optou por realizar uma visita de estudo a esta instituição para que os participantes ficassem a conhecer. Isto porque apesar da escola estar localizada próximo da Universidade, constatou-se que muitos alunos não tinham conhecimento sobre as suas ofertas e instalações.

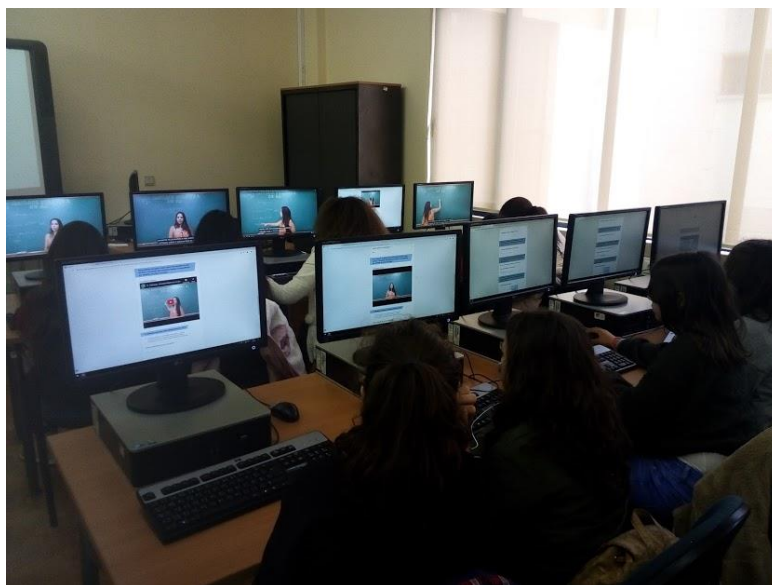


Figura 35 - Realização de tarefas com análise de dados de IdC

- Atividade 11 - Aplicação de inquérito por questionário final

Esta atividade decorreu na Escola, a cada grupo foi explicado qual o objetivo do questionário. Posteriormente, cada aluno preencheu o questionário, aplicado online, disponível no Apêndice 10 de forma individual. Com este questionário pretendeu-se aferir as opiniões dos alunos relativamente aos diferentes sistemas IdC e às tarefas que envolveram a análise e tratamento de dados provenientes de IdC.

- Atividade 12 - Palestra sobre a Internet das Coisas e perspetivas de futuro

Esta palestra foi dinamizada pelo professor/investigador na Escola e teve como objetivo reforçar algumas temáticas abordadas ao longo das diferentes atividades, nomeadamente o

impacto que as tecnologias IdC poderão ter nas diferentes áreas da atividade humana. Mostrou-se ainda exemplos concretos com vídeos.

- Atividade13 - Palestra sobre Segurança na Internet

Por último entendeu-se relevante a dinamização de uma palestra com vista à discussão sobre problemáticas que o uso da Internet pode acarretar, nomeadamente a disponibilização de dados a empresas. Conforme se pode aferir pela descrição aqui apresentada, as atividades desenvolvidas extrapolaram aquilo que seria necessário para a avaliação dos participantes, considerando a questão de investigação e os objetivos a que este estudo se propôs. As 13 atividades apresentadas decorreram em 3 contextos distintos (Escola, Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro e Universidade de Aveiro) e pode-se epilogar que seguira a premissa elencada na Figura 29 ou seja, uma abordagem com as TIC, sobre as TIC e também para a utilização das TIC.

É possível ainda afirmar-se que apesar dos 3 grupos de alunos realizarem algumas atividades distintas, todos os grupos participaram em atividades igualmente estimulantes e nos mesmos contextos, de forma a que o potencial impacto nos resultados fosse minorado. Assim, descrito o contexto da intervenção e descritas as várias atividades realizadas no estudo, é chegado o momento de apresentar os resultados que se afiguram descritos e interpretados no próximo capítulo.

Capítulo 5 – Resultados – Dos recursos desenvolvidos à IdC em Educação

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos com o estudo empírico. Optou-se pela apresentação destes partindo das opiniões obtidas relativamente ao sistema IdC desenvolvido e utilizado nas sessões (secção 5.1 - Sistema IdC Desenvolvido), seguindo-se os resultados relativamente à utilização da IdC enquanto recurso didático (5.2 – Aplicação dos recursos em contextos educativos) e terminando com os resultados mais transversais relativamente a estas tecnologias na educação.

Como forma de apresentação dos resultados optou-se pelo recurso a gráficos, no entanto, todos os quadros com os dados expressos nos gráficos podem ser consultados no Apêndice 14.

5.1 – Sistema IdC desenvolvido

Nesta secção apresentam-se os resultados obtidos relativamente ao sistema IdC desenvolvido, na perspetiva dos alunos e professores envolvidos no estudo. Salienta-se que no respeitante aos alunos, não foi solicitada a opinião aos que integraram o Grupo 3 (alunos que utilizaram dados de *open data feeds* para realizar as tarefas), por não terem tido contacto direto com o mesmo. Assim, foram considerados apenas os alunos do Grupo 1 – alunos que desenvolveram o sistema IdC e o utilizaram em contextos educativos (n=24) e em algumas questões os alunos do Grupo 2 (n=13) que apesar de não terem desenvolvido o sistema IdC usaram-no em contextos educativos.

Relativamente ao sistema IdC, os resultados apresentam-se organizados pelos tópicos: Satisfação geral; Facilidade de construção; Experiência de uso; Gestão de dados no Dashboard; e Características físicas.

Satisfação geral

No respeitante à satisfação geral em relação ao sistema baseado na IdC e à sua função, as repostas dos alunos do Grupo 1 evidenciaram que 75% dos entrevistados estavam satisfeitos ou muito satisfeitos com o sistema desenvolvido, conforme demonstrado na Figura 36 e indicado com as cores azul e verde. No entanto, no Grupo 2 esses valores descem para 69,23% e a média desce para 3,69 contra os 4,04 do grupo anterior (conforme demonstrado no Quadro 16- Nível de satisfação com o sistema IdC que figura no Apêndice 14). A explicação para esta variação poderá residir no facto de os alunos do Grupo 1 terem desenvolvido uma maior afetividade com o sistema, por terem sido estes a desenvolvê-lo. A corroborar esta perspetiva, verificou-se que alguns alunos do Grupo 2 afirmaram que gostariam de ter participado na construção do mesmo.

No respeitante aos docentes, verificou-se que as repostas se situaram entre o “satisfeito” e o “muito satisfeito” com uma média de 4,83, o que apesar de estarem, em certa medida, alinhadas com as dos alunos, espelha um grau de satisfação superior ao dos alunos

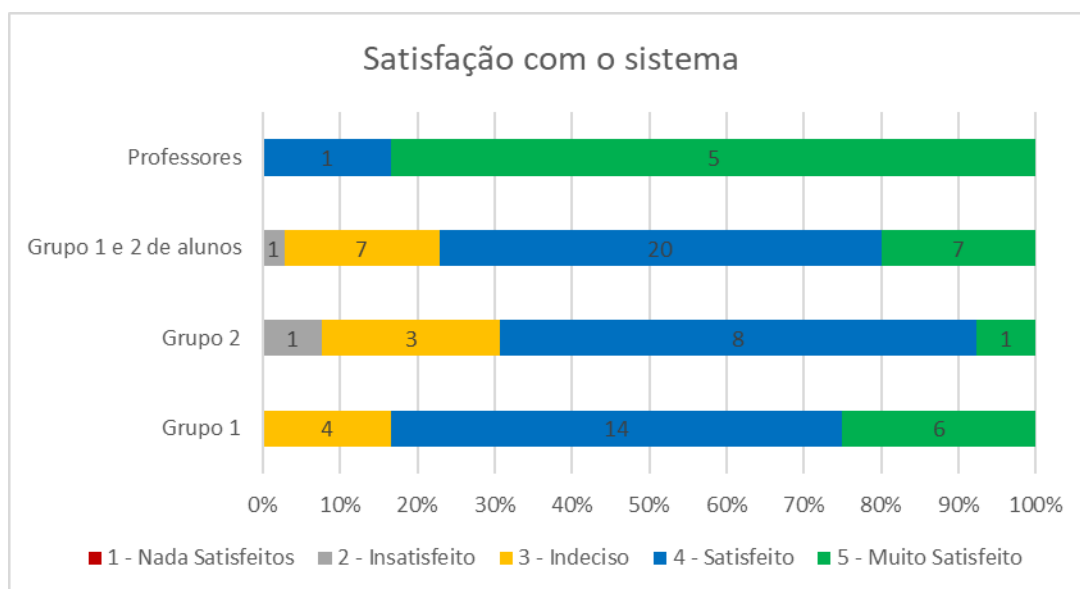


Figura 36 - Nível de satisfação com o sistema IdC

Corroborando com os níveis de satisfação apresentados pelos grupos está o nível de motivação para a utilização do sistema baseado na IdC por parte de alunos conforme explicitado na Figura 37. Estes resultados são referentes à questão 11.3 do questionário dos alunos (Estive motivado para o uso do sistema IdC).

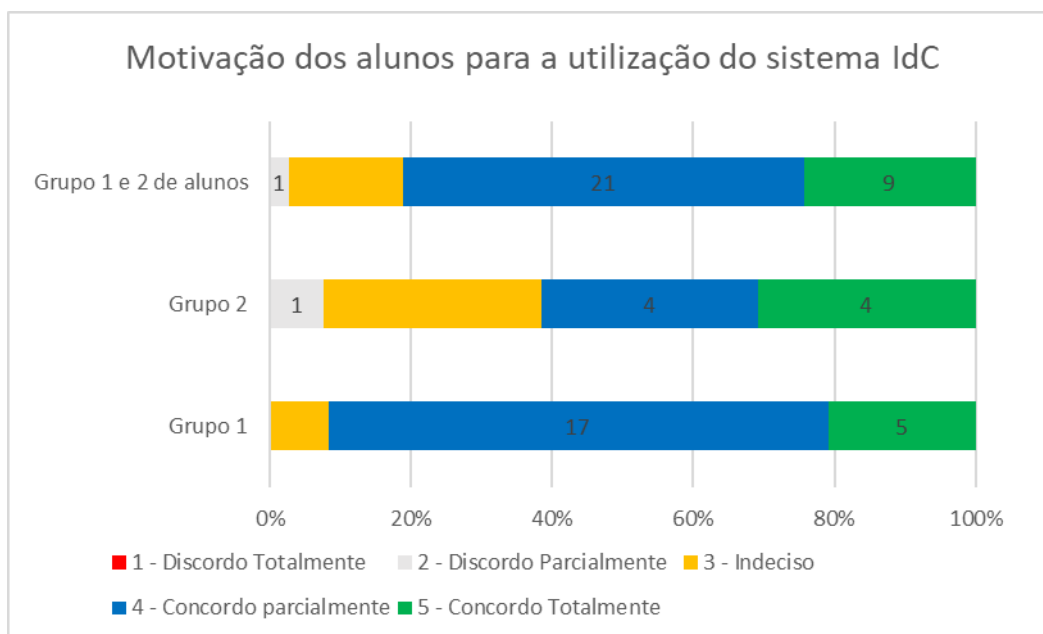


Figura 37 - Motivação dos alunos para a utilização do sistema IdC

Ainda no ponto da motivação, salienta-se que todos os docentes (n=6) referiram que os seus alunos se mostraram motivados na utilização do sistema IdC. Tendo sido este um dos fatores que contribuiu para que docentes de Físico-química continuassem a utilizar este recurso nas suas aulas após a finalização do projeto. Já no ano letivo seguinte foi novamente solicitada a utilização do sistema desenvolvido em aulas de Ciências Naturais e Físico-química. Salienta-se ainda, conforme descrito na secção seguinte, o reconhecimento por parte dos docentes de que os alunos se mostraram mais motivados para a realização de tarefas que envolveram a análise de dados do sistema IdC do que para as tarefas idênticas que envolvem o manual escolar.

No respeitante à continuidade da utilização do dispositivo IdC e conseqüente sistema baseado em IdC, conforme os resultados apresentados no gráfico da Figura 38, a maioria dos alunos mostrou-se interessada em continuar a utilizar os dispositivos, nomeadamente nas aulas. No entanto, há a salientar um aluno que apresenta respostas discordantes da maioria, porém este aluno apresentou respostas negativas a diversas questões do questionário.

Os docentes manifestaram, nas suas respostas, que gostavam que a escola adquirisse sistemas IdC idênticos, salientando ainda, que se tivessem acesso a estes, os utilizariam nas suas aulas. No decorrer das atividades, alguns docentes afirmaram ainda que este tipo de recurso seria uma mais valia para o desenvolvimento de atividades experimentais dentro e fora de laboratório. Apenas um docente mostrou-se indeciso quanto à utilização deste recurso nas aulas, salientado a necessidade de simplificar a utilização do dispositivo, conforme se verá na secção seguinte.

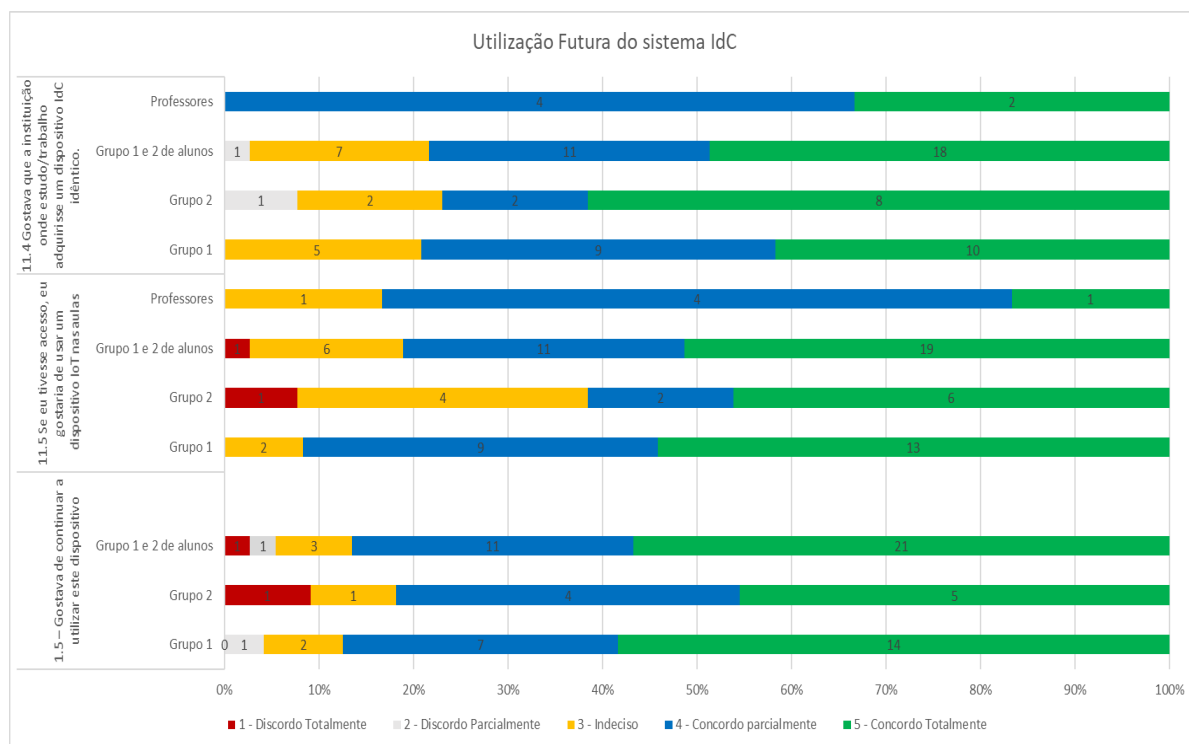


Figura 38 – Utilização Futura do sistema IdC

Complementando os resultados apresentados no gráfico anterior, relativamente à aquisição do dispositivo, 4 docentes referiram estar dispostos a despende entre 0 e 50 euros, um docente referiu entre 50 e 100 euros e outro entre 100 e 150 euros. Todavia, ressalva-se que o dispositivo teve um custo de cerca de 130 euros (com a fonte de alimentação incluída).

Relativamente à utilização deste sistema baseado em IdC para a promoção das Ciências, importa contextualizar que as Ciências são tradicionalmente uma área em que os alunos apresentam algumas dificuldades, devido à natureza abstrata de alguns conteúdos, exigindo uma capacidade de interpretação e compreensão (Gilbert, 2004). Daí que a motivação poderá ser um fator central para que os alunos se mostrem mais disponíveis e empenhados. No entanto, é

também fundamental que estes reconheçam as aprendizagens que um recurso didático lhe pode proporcionar.

Nesta linha, conforme os resultados apresentados no gráfico da Figura 39 a maioria dos alunos expressou a opinião de que o uso desses dispositivos estimulou a curiosidade para aprofundar o conhecimento sobre os conteúdos científicos abordados. Vários alunos salientaram que saber de onde vêm os dados, como são recolhidos e ainda poder manipulá-los é uma vantagem, ao contrário dos manuais escolares, que é o principal recurso pedagógico ainda utilizado nas aulas em Portugal.

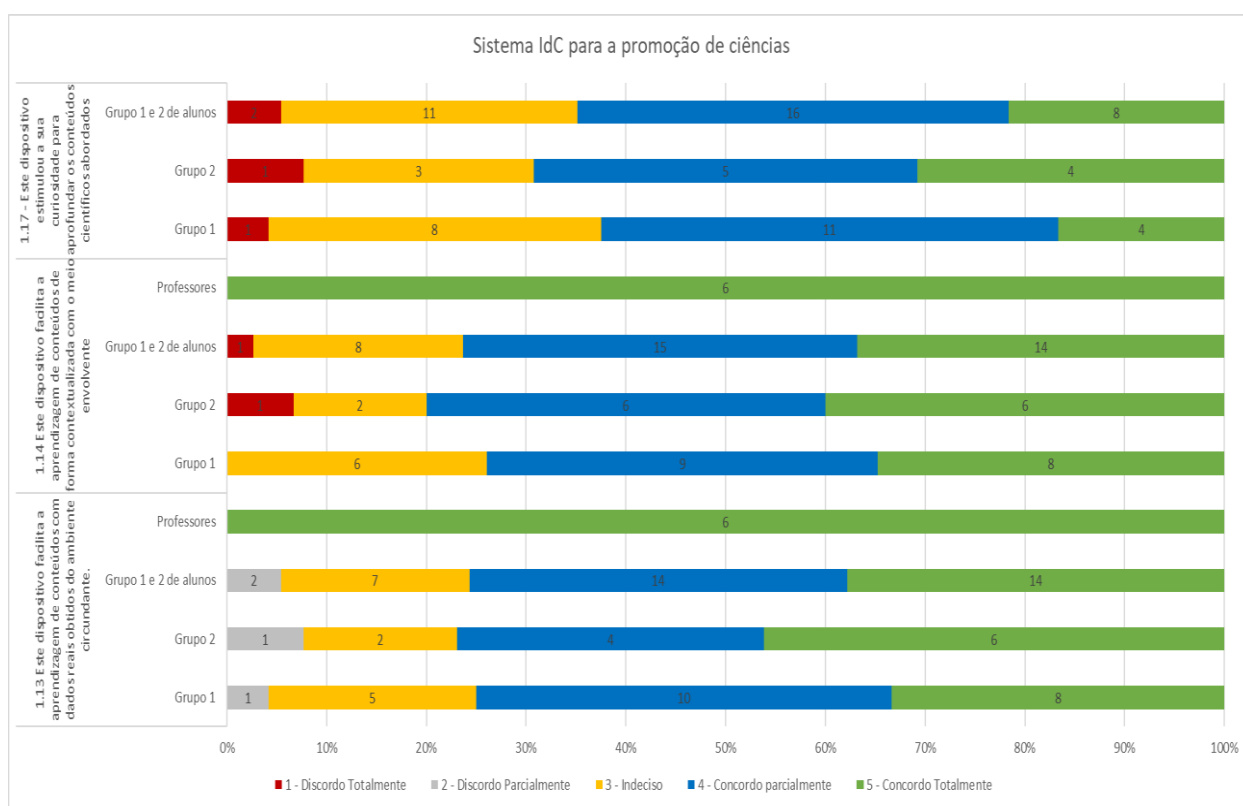


Figura 39 - Sistema IdC para a Promoção de Ciências

Ainda a este respeito, importa salientar a opinião dos docentes. Todos os professores inquiridos “concordaram totalmente” que estes dispositivos IdC facilita a aprendizagem de conteúdos de uma forma contextualizada com o meio e com dados reais.

Facilidade de construção

Quanto a outra dimensão em análise, a Facilidade de Construção, foram analisadas as respostas dos alunos à pergunta sobre a ligação dos diferentes componentes dos dispositivos IdC. Os resultados apresentados na Figura 40 mostram que a maioria dos alunos concorda que a ligação dos componentes do dispositivo foi intuitiva. No entanto, durante a construção, conforme registado no guião de observação do investigador, alguns alunos mencionaram a necessidade de melhorar o "guia de construção" de modo a ser mais compreensível, algo que foi realizado, posteriormente, considerando os contributos dos alunos e professores.

É importante salientar que nenhum dos alunos tinha experiência anterior com computação física ou com a manipulação do *hardware* do Arduino. No entanto, todos os alunos foram capazes de desenvolver os dispositivos e ligá-los à plataforma online de forma a obter e mostrar dados nos painéis de instrumentos.

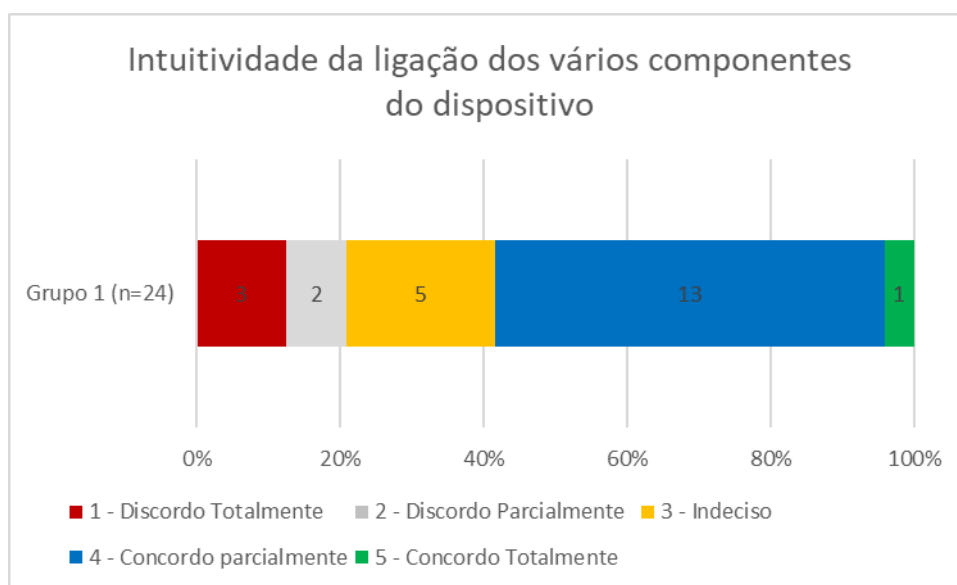


Figura 40 - Opiniões dos Alunos sobre a intuitividade da ligação dos vários componentes do Dispositivo

Por outro lado, na perspetiva dos seis docentes envolvidos e que responderam ao questionário, registou-se que 2 discordam parcialmente que a construção do dispositivo seja intuitiva, 2 concordam parcialmente e outros 2 mostraram-se indecisos. Salienta-se que os docentes não montaram o dispositivo, mas acompanhara os alunos nesta tarefa. Sendo que os professores envolvidos também não possuíam experiência alguma no desenvolvimento de recursos tendo por base a tecnologia de computação física Arduino. Uma conclusão que podemos

retirar do nosso estudo é que se, no futuro, a montagem dos dispositivos tiver de ser realizada pelos docentes, isso poderá ser um fator dissuasor para a sua adoção. Assim, em situações futuras caso se pretenda incentivar o uso destes recursos esta questão deve ser ponderada. Podendo enveredar-se por um sistema de montagem mais simples, por disponibilizar o sistema já com as componentes físicas montadas, ou desenvolver formação de professores nesta área em particular.

Experiência de uso

No respeitante à “facilidade de utilização” do sistema IdC, numa avaliação transversal, 64,2% dos alunos respondeu ser fácil ou muito fácil. Todavia, serão apresentados resultados mais específicos, respeitantes a diferentes dimensões que poderão dar uma visão mais aprofundada sobre este ponto e indicações de melhorias a serem efetuadas ao sistema baseado na IdC desenvolvido.

Relativamente aos professores, estes apresentaram resultados diferenciados dos alunos. No respeitante à utilização pelos próprios, todos referiram ser difícil ou muito difícil a sua utilização, conforme demonstrado na Figura 41. Contudo, no gráfico da Figura 42 evidencia-se que os professores ficaram com a perceção de que para os alunos a utilização do dispositivo não representou dificuldade.

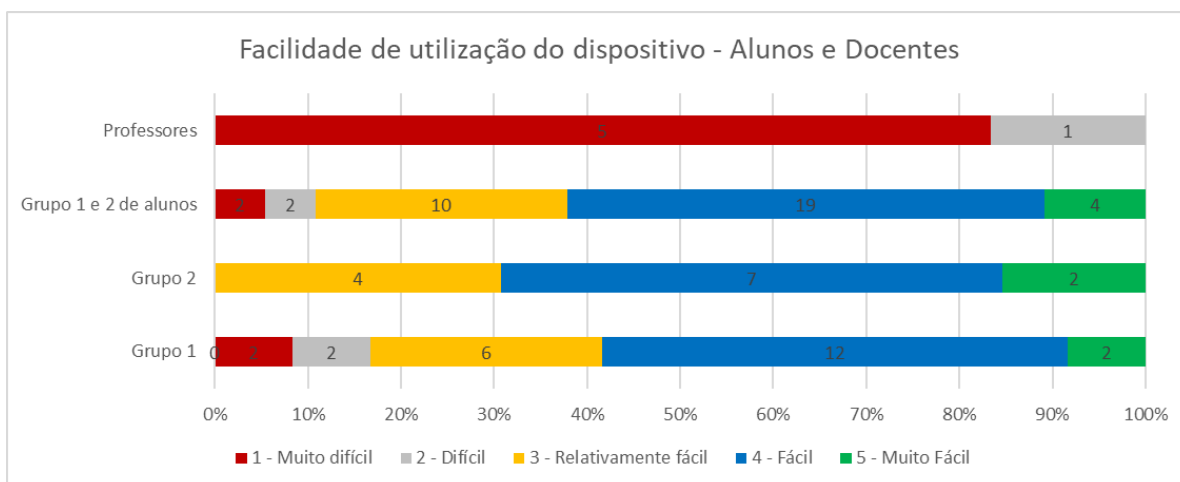


Figura 41 - Facilidade de utilização do dispositivo

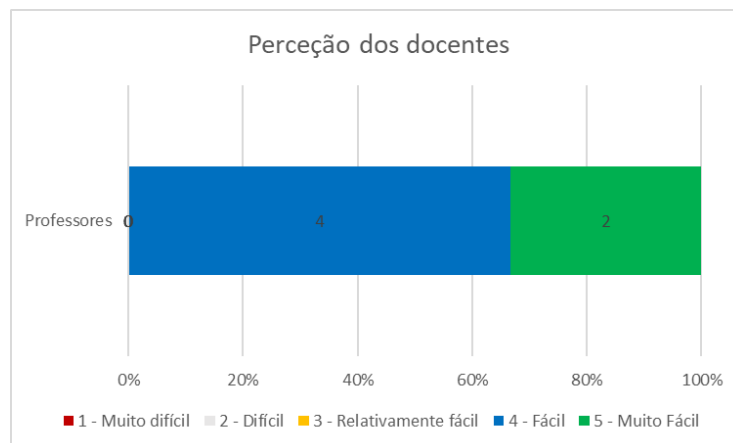


Figura 42 - Percepção dos docentes relativamente à utilização do dispositivo IdC pelos alunos

As respostas apresentadas pelos docentes a estas questões podem ser uma evidência da pouca segurança que estes sentem relativamente à utilização de novas tecnologias e que foram deixando transparecer no decorrer das diferentes sessões. Esta pouca segurança poderá advir da falta de formação de professores na área destas tecnologias.

Face a estes resultados, refletiu-se sobre necessidade de proceder a melhorias no protótipo do sistema IdC, mas também sobre a necessidade de desenvolver futuros estudos nesta área que visem o desenvolvimento de formação professores.

Uma das melhorias que deve ser concretizada no sistema IdC prende-se precisamente com a dimensão “ligar o dispositivo”. Nesta dimensão, verificou-se que 66,66% dos professores concordaram que é difícil ligar o protótipo do sistema IdC, já na soma dos dois grupos de alunos foram 40,54% os que concordaram, conforme demonstrado na Figura 43.

Quando interpelados, as principais dificuldades elencadas prendem-se com o facto de que cada vez que se utiliza uma rede wi-fi diferente é necessário abrir o IDE do Arduino, alterar o nome da rede e palavra-chave e fazer novamente o *upload* do código para o dispositivo. Este processo implica possuir noções, ainda que básicas, sobre a utilização do IDE do Arduino, facto que pode ser intimidatório para quem não se sinta à vontade com estas tecnologias, como aliás um dos docentes manifestou.

Por outro lado, mesmo que não se proceda à alteração da rede a utilizar, devido à sensibilidade do módulo wi-fi (ESP8266), por vezes é necessário repetir o processo referido no

parágrafo anterior. Esta situação remete-nos para a necessidade de desenvolver um *software* que permita, de forma mais facilitada, efetuar essas alterações ao código e fazer o *upload* do mesmo para o dispositivo. Facto este indicado por alunos e docentes na questão referente a que aspetos alterava/melhorava no dispositivo.

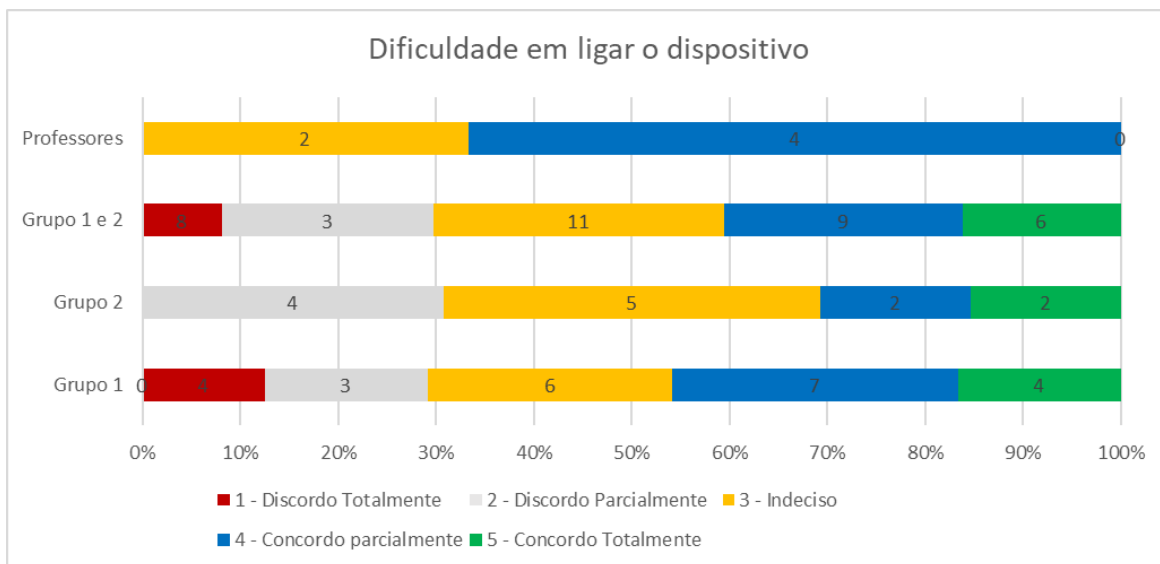


Figura 43 - Dificuldade em ligar o dispositivo

Contrastando com as opiniões relativamente a “ligar o dispositivo”, a maioria dos inquiridos manifestou-se da opinião de que é fácil desligar o dispositivo do sistema IdC, conforme demonstrado no gráfico da Figura 44. Salienta-se que o processo de desligar está centrado no *powerbank*, pelo que é apenas necessário desligar o botão de alimentação.

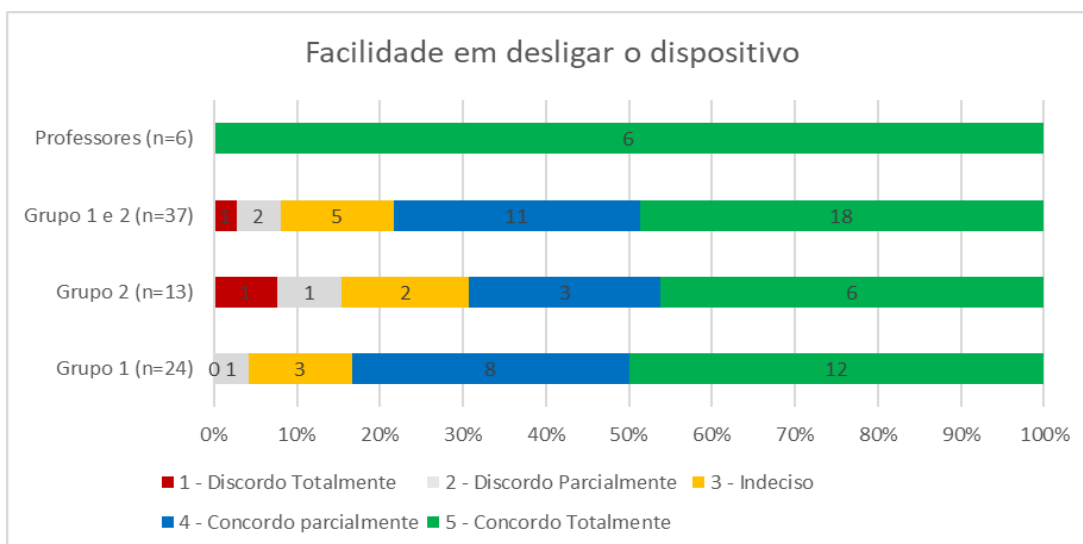


Figura 44 - Facilidade em desligar o dispositivo

Relativamente à dificuldade em conectar o dispositivo à Internet (rede wi-fi), conforme demonstrado na Figura 45 apenas cerca de 27% dos alunos concordaram que é difícil, contrastando com 66,66% dos docentes que são da mesma opinião. Tendo sido referido anteriormente as dificuldades deste processo.

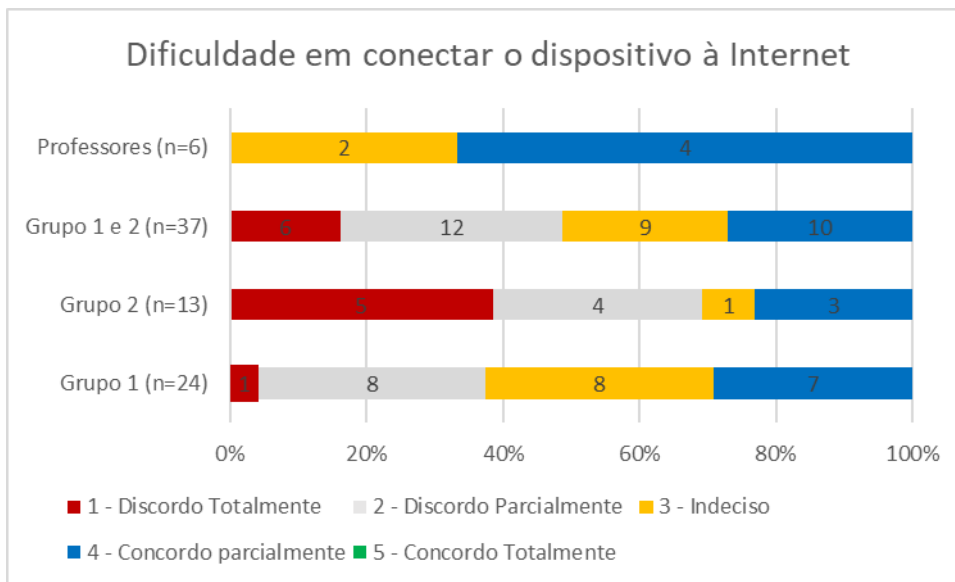


Figura 45 – Dificuldade em conectar o dispositivo à Internet

Considerando que para aceder à plataforma de dados (Thingsboard) e aos respetivos painéis de dados de cada sistema basta seguir um *link*, na opinião da generalidade dos alunos e docentes é um processo que não representa dificuldade, conforme demonstrado na Figura 46. Todavia, no respeitante ao acesso aos dados importa salientar que alguns alunos manifestaram que se o processo fosse através de uma aplicação para dispositivos moveis seria mais interessante. Isto porque, apesar da plataforma utilizada permitir a visualização em diferentes dispositivos, com uma aplicação seria mais fácil aceder aos dados de forma mais personalizada e em qualquer lugar.

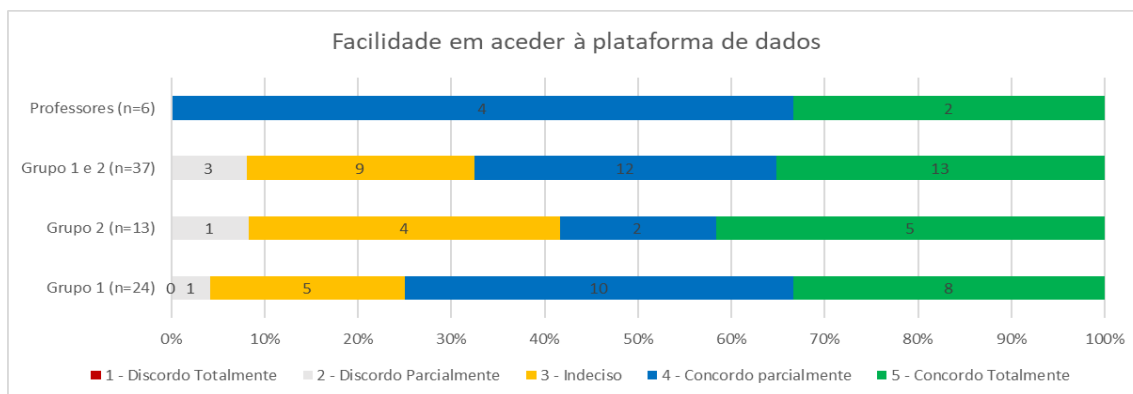


Figura 46 - Facilidade em aceder à plataforma de dados

Conforme o gráfico da Figura 47, no respeitante à utilização da plataforma para visualização dos dados, apesar de apenas um docente (16,67%) concordar que esta é intuitiva, os alunos têm uma visão diferente, sendo que 43,24% concordam. Aquando da resposta a esta questão, os alunos e professores tiveram em consideração o processo de construção dos painéis de visualização (*dashboards*), mas também a ligação deste com o dispositivo através de variáveis. Recorda-se que os alunos do Grupo 2 não criaram ou montaram componentes do sistema IdC, no entanto aquando da utilização foi-lhes explicado e demonstrado o processo para que fosse possível perceber como se recolhiam os dados das estufas. O facto de estes alunos não terem criado os painéis de visualização pode ser a explicação para apresentarem respostas mais positivas, em relação à “intuitividade” da plataforma, quando comparados com os alunos do Grupo 1, que tiveram de realizar esse procedimento.

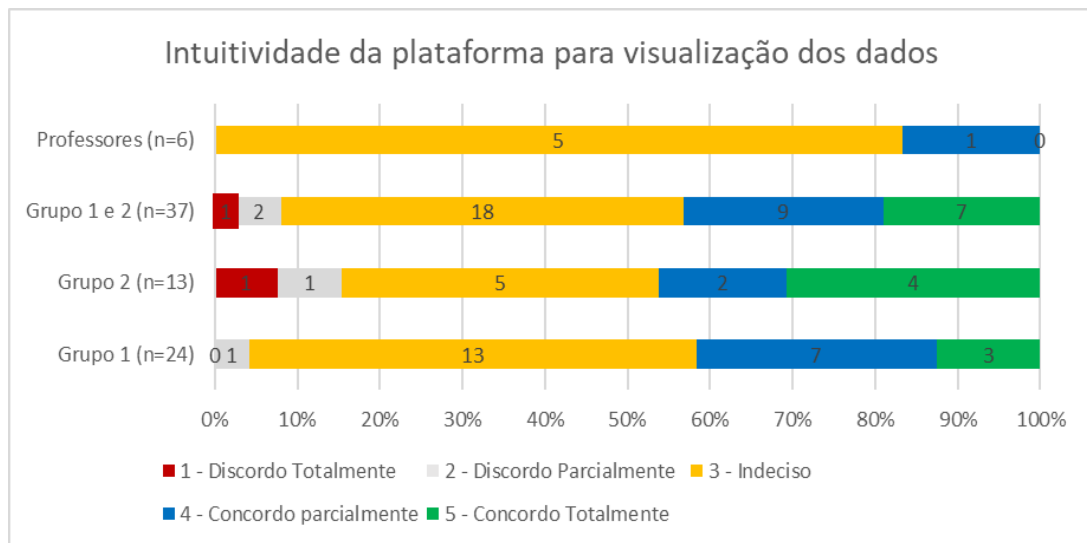


Figura 47 – Intuitividade da plataforma para visualização dos dados

No caso concreto de aceder ao histórico de dados na plataforma (ThingsBoard), como demonstrado na Figura 48, 35,14% dos alunos e 100% dos professores concordaram (totalmente ou parcialmente) que era difícil. Para estas respostas pode ter contribuído o facto de que para aceder ao histórico total é necessário recorrer ao processamento de dados para um ficheiro Excel. Ou seja, na plataforma apenas se pode aceder ao histórico de um curto espaço temporal.

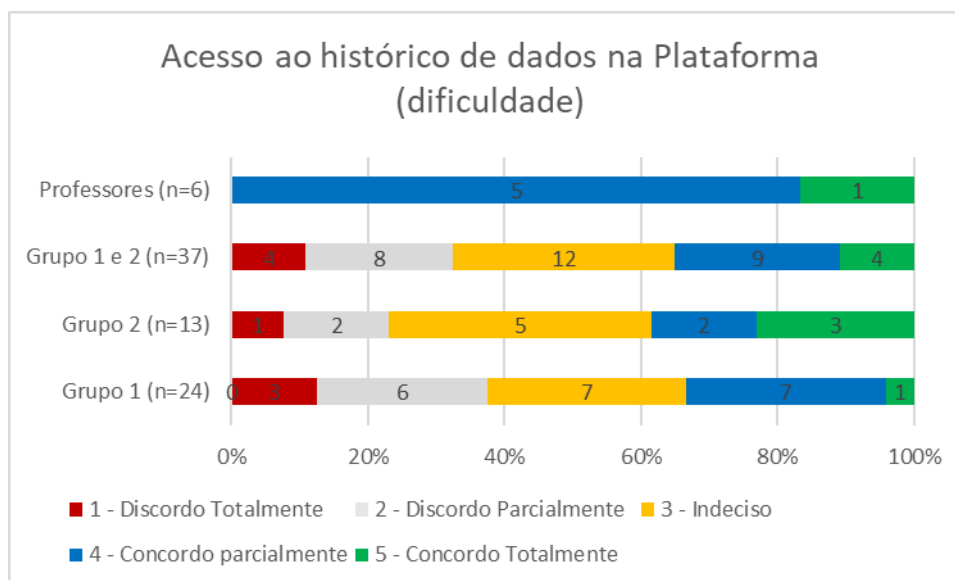


Figura 48 – Acesso ao histórico de dados na Plataforma (dificuldade)

Face a estas considerações dos alunos e professores, numa próxima versão de um sistema baseado na IdC, estas questões relacionadas com o histórico de dados terão de ser analisadas, de forma a permitir que o histórico possa ser visualizado sem a necessidade de se sair da plataforma, facilitando assim a sua visualização.

Gestão de dados no Dashboard

A Figura 49 mostra as respostas dos alunos e professores relativamente à qualidade dos dados apresentados no *dashboard*, nomeadamente nas dimensões organização, clareza e adequação.

No respeitante à organização dos dados no *dashboard* surgiu a sugestão de o histórico ser de mais fácil acesso, como referido na secção anterior, e ainda de poder estar num painel no próprio *dashboard*.

Acrescenta-se ainda que maioria concordou que os dados estavam apresentados de forma correta, no respeitante a unidades de medida utilizadas e gráficos escolhidos. Todavia, no decorrer das sessões, face a dificuldades de interpretação de dados, por parte dos alunos, surgiu, por parte dos docentes, a sugestão de colocar mais do que um gráfico para o mesmo tipo de dados, facilitando assim a sua interpretação.

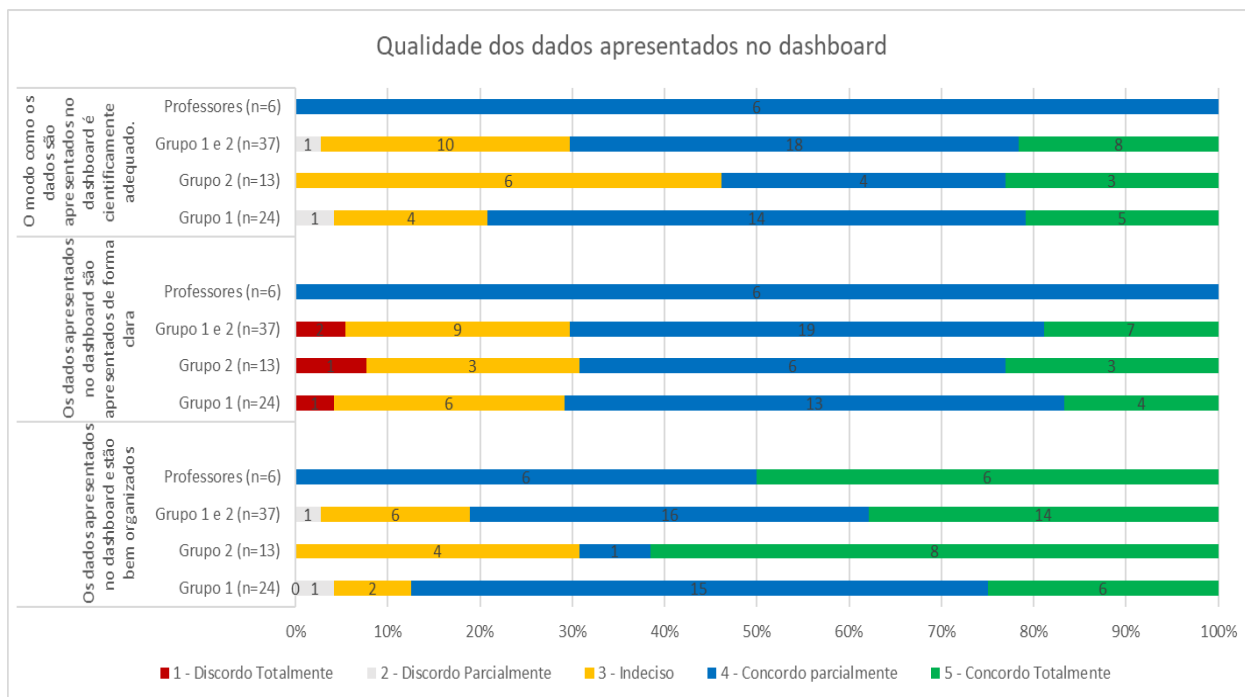


Figura 49 - Qualidade dos dados apresentados no Dashboard

Características físicas

No concernente à opinião dos alunos e professores sobre as dimensões (tamanho) do dispositivo, a maioria dos respondentes mostrou-se satisfeita com as dimensões físicas do protótipo utilizado nas sessões, como demonstrado na Figura 50. Porém, quando questionados com questões de resposta aberta sobre estas características, registaram-se respostas díspares. Tendo 7 alunos referido que gostavam que o protótipo tivesse dimensões maiores, 2 que fosse mais pequeno e 7 referiram que as dimensões são as adequadas, nomeadamente para o uso nas estufas utilizadas.

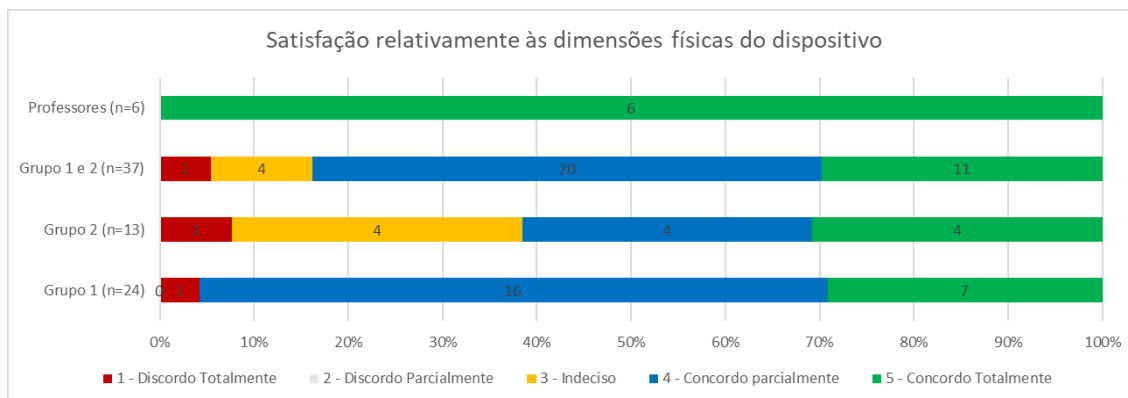


Figura 50 - Satisfação relativamente às dimensões físicas do dispositivo

No respeitante à portabilidade do dispositivo, os resultados organizados na Figura 51 mostram que a maioria dos alunos e professores estão satisfeitos. Todavia, aquando do estudo empírico, conforme registado no Guião do Observador, professores (n=2) e alunos (n=6) referiram que gostavam que a bateria tivesse uma duração maior possibilitando assim que o dispositivo estivesse em funcionamento contínuo mais tempo. Um docente sugeriu ainda que o dispositivo estivesse ligado continuamente e que permitisse o envio de dados 24 horas.

Refira-se que a possibilidade de o dispositivo estar constantemente ligado não foi descrita neste estudo ou no guião de construção. No entanto, essa possibilidade foi testada com o primeiro protótipo em ambiente controlado. Tendo-se optado pela alimentação através de bateria para se poder mover as estufas para diferentes locais caso fosse necessário.

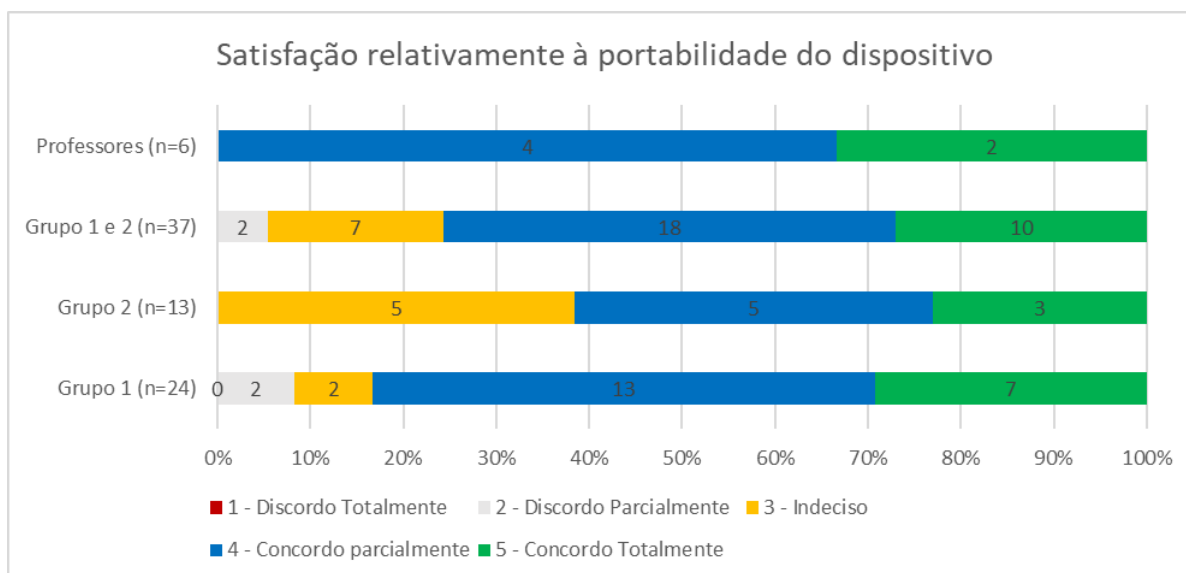


Figura 51 - Satisfação relativamente à portabilidade do dispositivo

Salienta-se que alguns alunos (n=3) manifestaram alguma preocupação relativamente à aparente fragilidade do corpo do dispositivo. Recorde-se que este foi desenvolvido em impressão 3D. No entanto, todos os dispositivos resistiram ao estudo empírico e continuam a funcionar nos corpos originais.

Alguns alunos referiram, ainda, que seria interessante acrescentar módulos ao dispositivo, nomeadamente uma câmara que permitisse a visualização constante do meio em que se está a recolher dados. Já os docentes mencionaram que seria interessante a adição de um sensor de som, o que permitiria alargar as tarefas e conteúdos a ser abordados.

5.2 – Aplicação dos recursos em contextos educativos

Nesta secção são apresentados e discutidos os resultados das respostas dos alunos e professores às questões referentes a perceções e opiniões sobre as tarefas desempenhadas. Apresenta-se também a discussão dos resultados de modo a proporcionar uma interpretação mais profunda.

Em relação à apresentação dos resultados, em cada um dos seguintes gráficos resumem-se os resultados por grupo (aqui apresentando-se já o grupo 3) de alunos e por total de alunos participantes (n=77), aos quais se acrescenta em alguns pontos os resultados dos professores. Para facilitar a análise, resumem-se as características de cada um dos grupos de alunos já apresentadas na no Capítulo 4 na secção 4.1 Público-alvo:

- **Grupo 1 (G1)** - alunos que montaram as estufas (e sistemas IdC) e utilizaram dados das estufas em tarefas de sala de aula;
- **Grupo 2 (G2)** - alunos que não montaram as estufas nem os sistemas IdC, mas que utilizaram os dados dos sistemas IdC criados pelo Grupo 1 nas atividades de sala de aula;
- **Grupo 3 (G3)** - alunos que não montaram as estufas nem os sistemas IdC e que apenas usaram dados provenientes de fontes de dados abertos (*open data feeds*) nas tarefas de sala de aula.

No geral, os resultados obtidos diferem de grupo para grupo. Sendo que o Grupo 1, na generalidade, apresenta respostas mais positivas. Destacando-se as respostas que demonstram um maior nível de motivação e satisfação com as atividades desenvolvidas.

O conceito de hipersituação poderá explicar estes dois aspetos. Isto porque o Grupo 1 envolveu-se no processo de desenvolvimento e instalação da estufa e acompanhou seu progresso utilizando os dados no contexto da sala de aula, criando assim um ambiente de hipersituação à sua realidade, ainda que em pequena escola, enquanto que os outros dois grupos utilizaram dados provenientes de contextos cultural e fisicamente distantes, como é o caso das fontes de dados genéricas.

A partir da análise das respostas dos alunos à questão 8 (Em relação às atividades realizadas, qual o seu grau de satisfação?), tal como apresentado na Figura 52, é possível verificar que apenas um número residual de alunos estava *Insatisfeito* ou *Muito Insatisfeito* com as tarefas que realizaram. É de salientar que estes alunos estão distribuídos entre os Grupos 2 e 3. O aluno que respondeu *Muito Insatisfeito*, apresentou a mesma resposta a diversas perguntas do questionário. Entretanto, mais de 80% dos respondentes estavam *Satisfeitos* ou *Muito Satisfeitos* com as tarefas realizadas e o Grupo 1 regista uma menor dispersão com o menor desvio padrão.

A análise global dos resultados desta pergunta mostra que o nível de satisfação dos alunos (respostas 4 e 5) para todas as tarefas é particularmente elevado (83,2%), com uma média de 4,1. Numa análise por grupo de estudantes, parece que o Grupo 1 tem um nível de satisfação mais alto (87,5%) e mais expressivo do que o Grupo 2 (76,9%) que realizou as mesmas tarefas, mas não construiu os sistemas baseados na IdC.

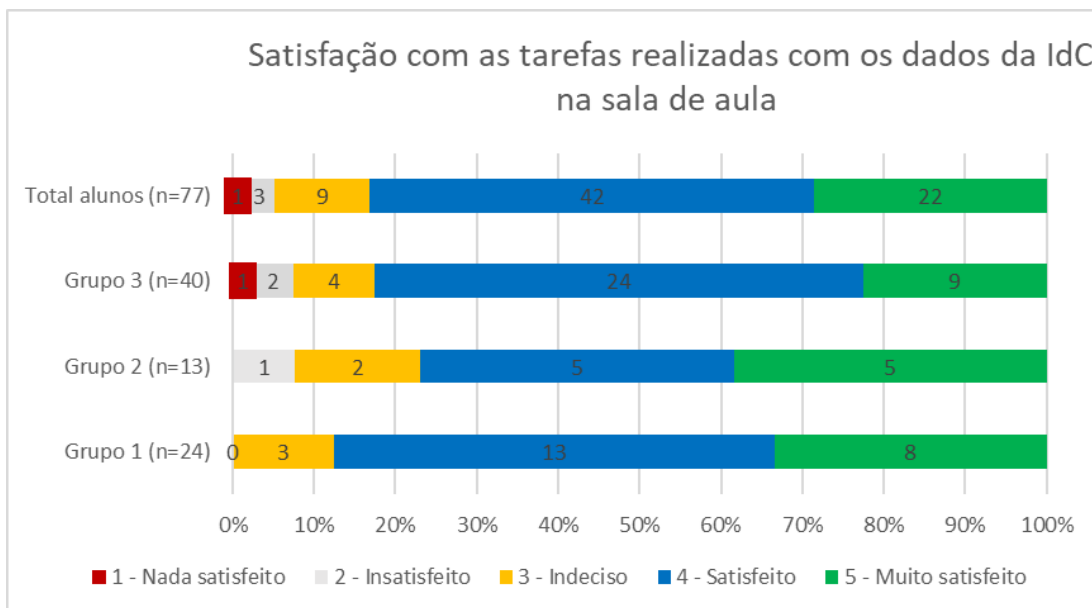


Figura 52 - Grau de satisfação com as tarefas realizadas com os dados da IdC na sala de aula

Apesar dos elevados níveis de satisfação com as tarefas realizadas, alguns alunos do Grupo 3 indicaram (na pergunta número 10) que preferiam ter trabalhado com dados das estufas, justificando que os dados estavam mais próximos deles e contextualizados com a realidade com a qual estão familiarizados.

No gráfico da Figura 53 é possível verificar os resultados relativos à opinião dos alunos sobre a qualidade e rigor científico das tarefas. Aqui os três grupos apresentaram avaliações muito semelhantes. No entanto, o Grupo 1 tem uma menor dispersão de respostas em todas as perguntas, exceto na pergunta 9.4, na qual o Grupo 2 tem um desvio padrão menor. Em geral os alunos reconhecem a qualidade das tarefas e que mobilizam o conhecimento científico.

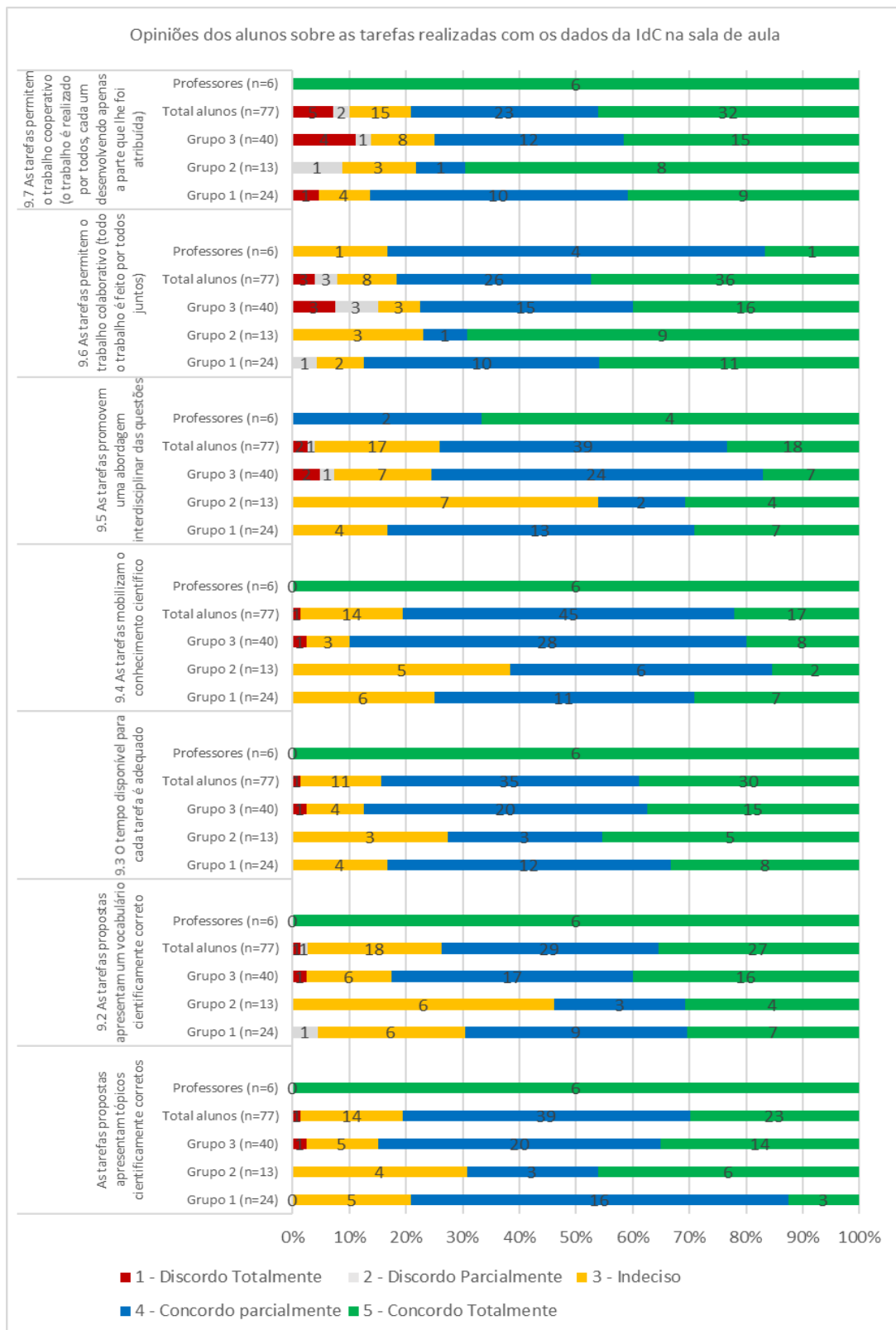


Figura 53 - Opiniões dos alunos sobre as tarefas realizadas com os dados da IdC na sala de aula

Quanto à motivação para realizar as tarefas, como mostra a Figura 54, o Grupo 1 revelou-se mais motivado. Isto talvez se deva ao envolvimento dos alunos na construção de materiais didáticos (Estufas e sistemas IdC) que podem ter criado maiores expectativas e maior motivação e também ao facto deste grupo estar mais próximo de uma realidade de hipersituação. Salienta-se que é o único grupo que não apresenta respostas negativas e cuja maioria dos alunos (54,1%) afirma “Concordar Completamente” que estavam motivados.

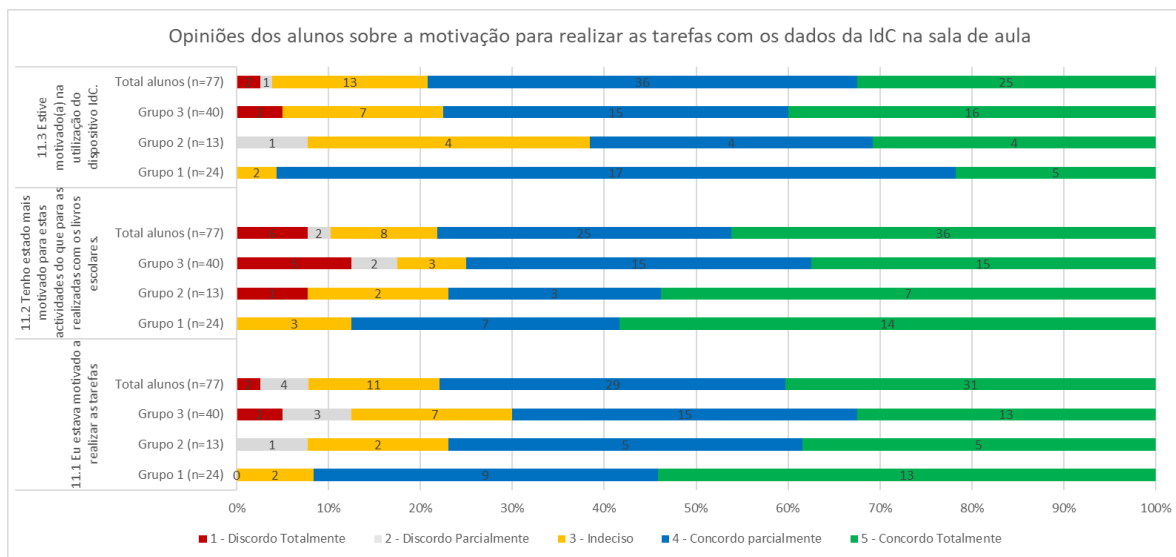


Figura 54 - Opiniões dos alunos sobre a motivação para realizar as tarefas com os dados da IdC na sala de aula

A partir da análise do gráfico da Figura 54 também é possível verificar que a maioria dos alunos preferiu este tipo de atividades experimentais aquelas que apenas envolveram o uso do livro escolar. Como confirmado, da totalidade dos alunos, 32,5% afirmaram que concordam parcialmente com a afirmação "tenho estado mais motivado para estas atividades do que para as realizadas com os livros escolares" e 46,8% afirmaram que concordam totalmente. Este resultado é comum aos três grupos de alunos, sendo os resultados do Grupo 1 mais concentrados no nível "Concordo totalmente", com um percentual de 58,3%, conforme se pode verificar no Quadro 34 (Apêndice 14).

No entanto, para a mesma questão, cerca de 12,5% dos alunos do Grupo 3 afirmaram que "discordam fortemente" e 5% que "discordam parcialmente", resultado sublinhado pelo desvio padrão maior que 1. Este resultado pode ser causado pelos dados utilizados não estarem relacionados com o contexto geográfico dos alunos, pelo que não sentem qualquer envolvimento

emocional e afetivo com os recursos que os levam a um nível inferior de motivação. Em justificação, alguns alunos também afirmaram (pergunta 10) que como a informação não foi apresentada de uma só vez nos sites da Internet era necessário pesquisar (ao contrário dos livros escolares), outros alunos indicaram que preferiam trabalhar com os dados das estufas porque estão mais próximos da sua realidade e tiveram o envolvimento dos seus colegas (porque foram construídos pelos seus colegas).

Assim, em relação à questão 11.1, foi aplicado o teste estatístico T-Student (SANCHEZ TURCIOS, 2015). Considerou-se este teste apropriado porque: i) as amostras são independentes; ii) e as amostras têm uma dimensão de cerca de 30 amostras por grupo. Nesta linha apenas os Grupos 1 e 3 foram considerados porque utilizam dados de locais diferentes e o Grupo 2 pode estar mais próximo de um ambiente de hipersituação.

Assim, a hipótese nula foi considerada $H_0: \mu_1 \leq \mu_3$ e a hipótese alternativa $H_a: \mu_1 > \mu_3$. Sendo estas hipóteses opostas.

Definindo um nível de confiança de 95% ($\alpha = 1 - 0,95 \Leftrightarrow \alpha = 0,05$) verificamos que a rejeição da hipótese nula (p -valor = 0,004) é estatisticamente significativa e, portanto, podemos aceitar que a média do Grupo 1 (μ_1) é superior à média do Grupo 3 (μ_3) e este resultado não se deveu à sorte ou ao acaso estatístico.

Estes resultados podem mostrar que um ambiente de hipersituação pode influenciar a motivação dos alunos para desenvolver diferentes tarefas. O gráfico da Figura 55 mostra que, embora os alunos afirmem que as tarefas poderiam ser realizadas em contextos formais de educação e que gostariam de resolvê-las nesses contextos, a maioria afirma que trabalha melhor em contextos não-formais (respostas à pergunta 11.6).

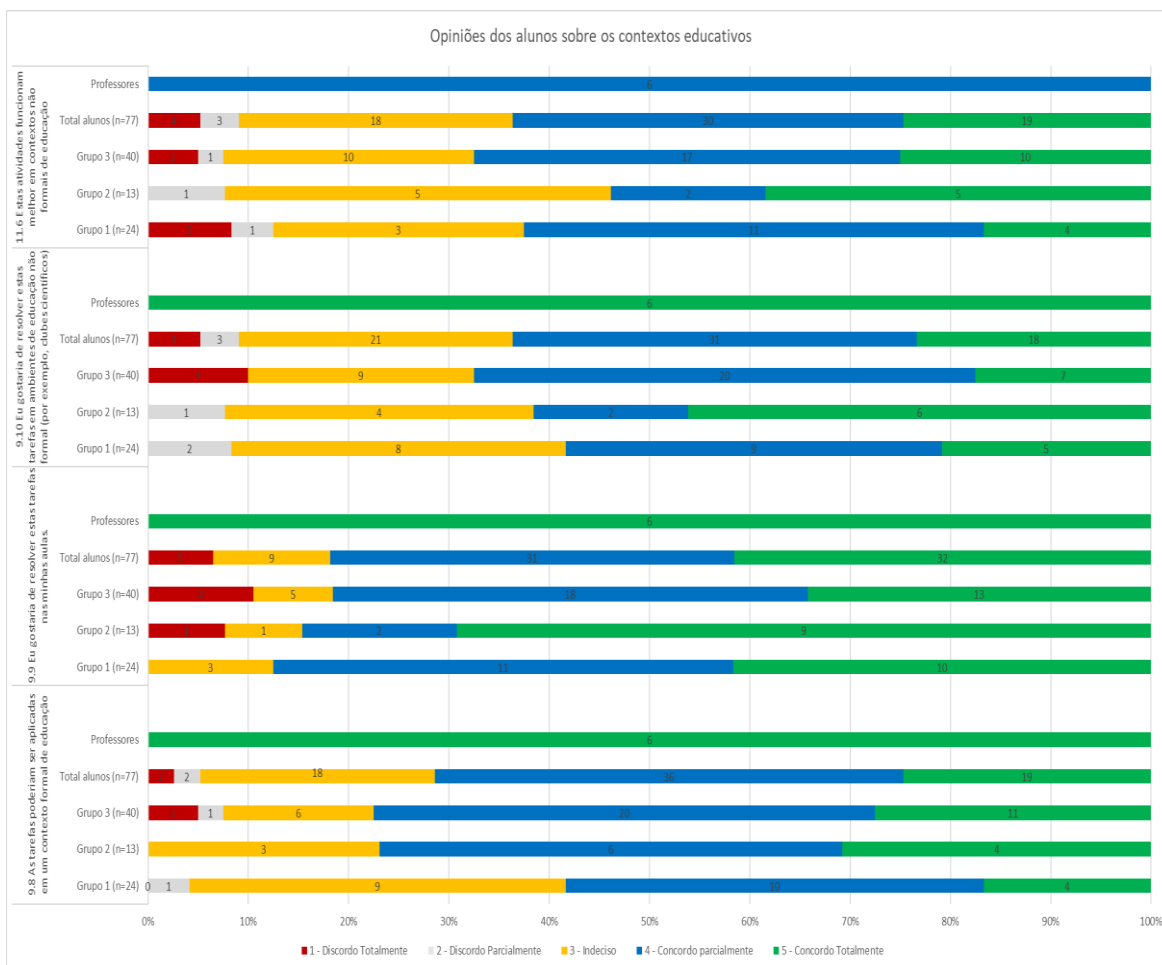


Figura 55 – Opiniões dos alunos sobre os contextos educativos

Dos resultados aqui apresentados transparece a ideia de que há diferenças entre os grupos de alunos que importa ressaltar. O Grupo 1 apresenta, na generalidade, resultados onde evidencia uma maior satisfação com as atividades desenvolvidas, mostrando também maior vontade de continuar a utilizar os recursos didáticos desenvolvidos.

Apesar da necessidade de aperfeiçoamento do sistema IdC, a análise dos resultados parece evidenciar que os participantes preferiram o uso de um sistema local que tende a aproximar o ambiente educativo a um ambiente hipersituado. Facto de sobeja importância para se chegar a uma resposta à questão de investigação a que este estudo se propôs responder, pois esta parece ser uma das propriedades que um sistema IdC deverá ter para ser utilizado como recurso educativo.

No respeitante aos docentes envolvidos, é possível aferir que estes se manifestaram globalmente satisfeitos com o sistema desenvolvido e testado e que apesar de se mostrarem pouco confiantes no seu desenvolvimento, evidenciaram interesse em continuar a utiliza-lo nas suas aulas. Todavia, parece ficar a necessidade de se desenvolver formações para professores para que estes se sintam confortáveis tanto no desenvolvimento destes sistemas, como na sua utilização como recurso didático.

Capítulo 6 – Conclusões e considerações finais

No final da investigação e estando os resultados apurados, é chegado o momento de apresentar as conclusões e considerações finais que permitem uma análise crítica ao trabalho desenvolvido e ainda deixar propostas para futuras investigações. Assim, neste capítulo, descreve-se inicialmente uma síntese das principais conclusões tendo por base os resultados descritos no capítulo anterior. De seguida, descrevem-se as implicações e considerações finais acerca do estudo desenvolvido, dando-se resposta à questão de investigação. Finalmente, elenca-se aquelas que se consideram ser as principais limitações do estudo e propostas para futuras investigações nesta área de investigação.

6.1 Síntese das Principais Conclusões

Nesta secção apresenta-se uma síntese das principais conclusões tendo por alicerce os resultados apresentados no capítulo anterior.

6.1.1 Desempenho e aplicação dos recursos desenvolvidos em contextos educativos

Recorda-se que por recursos desenvolvidos no âmbito deste estudo entende-se os protótipos, as tarefas dos alunos e a *wiki* com locais que disponibilizam dados abertos que permitem a utilização da IdC, como recurso educativo sem a necessidade de um dispositivo local.

Assim, relativamente ao protótipo utilizado nas sessões por alunos e professores (PAprICa3), pode-se afirmar que foi possível o seu desenvolvimento respeitando os princípios orientadores previamente estabelecidos (no capítulo 3 desta tese) e que aqui se recordam: Ser de baixo custo; ser *open source*; ser acompanhado por guiões de construção passo a passo; ser possível utilizar diferentes componentes na sua construção; e por último permitir a abordagem do maior número possível de conteúdos curriculares.

Porém, conforme referido, a versão utilizada é um protótipo que podendo ser empregue como recurso em ambientes educativos, não invalida que carece de melhorias em diferentes aspetos, nomeadamente no respeitante ao desempenho.

Um dos aspetos do desempenho a melhorar prende-se com a autonomia. As alimentações usadas nos diferentes protótipos permitiram a sua utilização em contínuo por apenas algumas horas (variando conforme o número de sensores e módulos em utilização). Para solucionar esta situação propôs-se a alimentação diretamente da corrente elétrica. Porém, esta alternativa reduz em muito a possibilidade de colocar o dispositivo em locais no exterior. Outra possibilidade passa pelo recurso a painéis de energia solar para carregar a bateria ou ainda pela programação de momentos de pausa nos diferentes módulos, o que se traduz num contributo para a poupança de energia.

Outro aspeto que merece a atenção, nesta análise conclusiva referente ao desempenho do protótipo, diz respeito ao módulo wi-fi (ESP8266). O processo de ligação deste módulo à placa Arduino pode ser complexo e, além disso, para o conectar a uma rede wi-fi é, por vezes, necessário recorrer a algumas técnicas que poderão ser um entrave à utilização do sistema IdC por parte de professores pouco familiarizados com estas tecnologias. Assim, se no futuro se pretender desenvolver este protótipo para uma versão a ser adotada de forma massiva, esta forma de conectar o dispositivo à rede wi-fi deverá ser repensada, de forma a tornar o processo mais fácil.

Apesar destes aspetos, a considerar futuramente, o desempenho do protótipo permitiu a abordagem dos conteúdos curriculares previamente selecionados, através das tarefas desenvolvidas para o efeito. Salienta-se, ainda, que na visão dos professores e alunos (conforme descrito nas secções seguintes) o protótipo foi encarado como uma mais-valia para a educação e como um recurso a considerar no futuro.

Ainda no respeitante à sua utilização em contextos educativos, as conclusões e os resultados indicam que carece de uma maior testagem, nomeadamente em meios e anos de escolaridade diferentes, por forma a permitir uma maior generalização dos resultados obtidos.

Outro recurso utilizado no estudo foram os *open data feeds*. O seu uso permitiu identificar uma forma de utilizar a IdC enquanto recurso para a abordagem de conteúdos programáticos, sem a obrigatoriedade do emprego de sistemas IdC que permitam a obtenção de dados locais.

O recurso a *open data feeds*, apesar de em muitas circunstâncias não possibilitar o uso de dados contextualizados com a realidade do aluno, revelou-se uma alternativa válida para situações onde não se possa obter ou criar um sistema IdC local. Por outro lado, este meio pode ser um excelente complemento para em determinadas temáticas, por exemplo, se proceder à comparação de determinados fatores locais com os de outras regiões.

A este respeito, relembra-se que há cada vez mais instituições a disponibilizarem dados de forma aberta, facto também correlacionado com o aumento da oferta de tecnologias IdC. Ressalva-se que estes dados disponibilizados de forma aberta podem ser um contributo para o exercício de direitos democráticos (Huijboom & Broek, 2011), mas também podem ser considerados um recurso didático com potencial para contribuir para o desenvolvimento de um discurso argumentativo (Weinberger & Fischer, 2006) realizar atividades baseadas na colaboração, análise de informações e dados, comunicação de resultados e relacioná-las com problemas científicos ou sociais específicos (Fischer et al., 2007) de uma forma interdisciplinar.

Neste quadro concreto, há ainda a necessidade de desenvolver uma *wiki* mais alargada que compile fontes de dados abertos e indique que conteúdos podem ser abordados com eles, assim como propostas de tarefas. Isto porque, os docentes manifestaram que o desconhecimento sobre que dados estão disponíveis desmotiva a sua utilização enquanto recurso didático.

Por fim, relativamente às tarefas desenvolvidas, verificou-se que estas permitiram uma abordagem dos conteúdos programáticos que previamente se havia selecionado. No entanto, não sendo objetivo deste estudo, verificou-se também que há a necessidade de desenvolver mais tarefas, que permitam a abordagem de outros conteúdos.

Das tarefas desenvolvidas, verificou-se, ainda, a necessidade de se proceder a algumas alterações de forma a que estas promovessem um trabalho mais colaborativo.

6.1.2 Perceções e opiniões dos professores envolvidos

Considerando os docentes como agentes fundamentais para a adoção de novas tecnologias e metodologias em contextos educativos, importa refletir sobre as suas opiniões como um contributo essencial.

No âmbito deste estudo verificou-se que os professores que responderam ao questionário foram da opinião de que as tarefas abordaram todos os conteúdos programáticos que haviam sido propostos inicialmente. Mostraram-se também globalmente satisfeitos com as mesmas. Todavia, salientaram que seria interessante desenvolver-se um maior número de tarefas assim como desenvolver tarefas que permitissem uma metodologia de projeto.

No respeitante ao sistema IdC desenvolvido, os professores manifestaram-se globalmente satisfeitos, concordando que este permitia cumprir os propósitos a que se havia proposto e que gostavam de o continuar a usar nas suas aulas. Para isso, mostraram-se favoráveis à sua aquisição por parte da escola. Todavia, se fossem eles a adquirir o sistema, a maioria estaria disposta a dispensar entre 0 e 50 euros. Considerando estas opiniões, pode-se avançar para conclusões que remetem para a necessidade de o sistema ser de baixo custo, como inicialmente se previu. No entanto, o sistema desenvolvido teve um custo a rondar os 130 euros (com a fonte de alimentação).

Comparativamente com os alunos, os docentes sentiram mais dificuldade em utilizar o sistema. Consideraram, ainda, que o processo de montagem do protótipo é difícil afirmando que não se sentiam à vontade para o realizar sozinhos. Estas opiniões tornam-se relevantes se se apontar para uma futura utilização deste tipo de tecnologias nas escolas. Havendo a necessidade de simplificar o processo de montagem do sistema, tal poderá passar pelo simples encaixe de módulos ou ser fornecido já assembled. No entanto, esta disponibilização deverá ser sempre acompanhada de formação aos docentes.

Outro facto que corrobora a necessidade de formação dos docentes, prende-se com as suas respostas iniciais: uma parte considerável não conhecia sequer o termo Internet das Coisas.

Ainda no respeitante ao protótipo desenvolvido, os docentes foram da opinião que este facilita a abordagem de conteúdos programáticos tendo por ponto de partida dados do meio circundante, sendo que, por isso, a abordagem é tendencialmente mais contextualizada com a realidade do aluno.

No respeitante à proveniência dos dados, no decorrer do projeto os docentes manifestaram que a utilização de dados provenientes do meio próximo, com recurso a sistemas locais, se torna mais motivador para os alunos e, ainda, mais interessante do que o recurso a dados abertos por estarem, geralmente, distantes. Todavia, considerando as dificuldades em ter acesso a protótipos idênticos aos utilizados nas sessões, viam-se a utilizar mais rapidamente as fontes de dados abertos.

Os docentes salientaram também a necessidade de compilar as fontes de dados abertos. Isto porque aceder às mesmas nem sempre se traduz numa atividade direta ou rápida e, por outro lado, não têm conhecimento da maioria das fontes disponíveis de forma aberta. Para além da criação desta compilação surgiu, como mais valia, que os próprios manuais escolares viessem já com estas indicações, já que este continua a ser o recurso educativo mais usado e é também uma das principais ferramentas que os alunos usam para estudar.

Estas opiniões remetem para a passagem dos atuais manuais escolares para aquilo que no âmbito deste estudo se denominou de *smartbook*. Ou seja, um manual escolar digital cuja atualização de dados é constante, fruto de fontes que recorrem a tecnologias de IdC.

A este respeito salienta-se, ainda, que na perspetiva dos docentes os grupos de alunos 1 e 2 estavam mais motivados e satisfeitos comparativamente com os alunos do grupo 3. Este facto poderá estar relacionado a utilização de dados mais contextualizada com a realidade dos alunos pelos grupos 1 e 2, com a envolvimento do grupo na construção do sistema IdC ou por estes dois grupos terem experienciado situações mais próximas daquilo a que neste estudo se designou por experiência hipersituada.

Ainda assim, para uma eventual utilização no futuro destes recursos desenvolvidos, os docentes afirmaram que a metodologia mais interessante seria uma que permitisse a utilização de dados locais conjugados com dados de fontes abertas distantes. Esta modalidade, na perspetiva dos docentes, permitiria uma comparação dos dados e assim abordagens mais aprofundadas. Salientaram ainda que seria interessante se os dados de fontes próximas pudessem ser alterados (manipulados) de forma a que os alunos presenciassem em tempo real essas mesmas alterações.

6.1.3 Perceções e opiniões dos alunos envolvidos

Considerando os resultados obtidos, pode-se concluir que a generalidade dos alunos prefere realizar tarefas que envolvam o tratamento de dados fornecidos por fontes de IdC por comparação com as tarefas do livro escolar (que ainda é o principal recurso educativo utilizado no contexto educativo português (Rodríguez Rodríguez & Álvarez Seoane, 2017)). Neste grupo de alunos, verificou-se que há uma tendência, ainda que ligeira, para preferirem usar dados locais em detrimento das fontes de dados abertos, aliás conforme a percepção manifestada pelos docentes.

Verificou-se que o grupo de alunos que esteve envolvido no processo de instalação da estufa e acompanhou o seu desenvolvimento utilizando os dados no contexto da sala de aula, apresentou valores de motivação e interesse superiores. Ressalva-se que estes alunos foram os que estiveram num ambiente mais próximo daquilo que se apresentou nesta tese como sendo uma experiência hipersituada, pelo que se pode considerar que os ambientes educativos marcados pela hipersituação têm maior impacto nos alunos relativamente a estes fatores.

Com base nos resultados e em relação à sua opinião, pode-se concluir que a maioria dos alunos gostava de continuar a usar o dispositivo (PAprICa3) nas aulas e não sentiu dificuldades em o utilizar ou montar, salientando-se alguns pormenores mencionados anteriormente, como a necessidade de simplificar o processo de ligar o dispositivo e simplificar a sua montagem.

Outra conclusão interessante neste contexto é que a maioria dos alunos participantes afirma que as tarefas desenvolvidas funcionam melhor em ambientes educacionais não-formais. No entanto, também afirmam que se tivessem a oportunidade, gostariam de utilizar esses recursos também em ambientes formais (sala de aula).

6.2 Implicações e Considerações Finais

A terminologia Internet das Coisas (Internet of Things em inglês) remete-nos para o ano de 1999 aquando da famosa apresentação de Kevin Ashton, na qual usou o termo pela primeira vez (Atzori et al., 2010; Gubbi et al., 2013). No entanto, apesar do entusiasmo a que se tem assistido em diferentes áreas sobre estas tecnologias, com especial ênfase para a última década, tem sido difícil encontrar uma definição que reúna total consenso na comunidade científica. tal facto deve-se a diferentes variações do termo, perspetivas e paradigmas, conforme descrito no

Capítulo 2 desta tese. Assim, considerando que este estudo teve um forte pendor teórico, tentou-se apresentar uma definição de IdC, quem em primeira instância permitisse ter uma linha orientadora da ação e em segundo plano ser um contributo para a discussão nesta área de estudo.

Ainda no quadro teórico, considerado um dos objetivos deste estudo, avançou-se na conceptualização do termo hipersituação, indicado por diversos autores como a principal potencialidade que as tecnologias de IdC poderão trazer para a Educação (Bachir et al., 2019; Hancock, 2014; Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, 2015; Kloos et al., 2018; Ramlowat & Pattanayak, 2019). No âmbito desta conceptualização apresentou-se aquilo que será a experiência hipersituada, na perspetiva do aluno/utilizador, mas também no quadro tecnológico envolvido e do impacto que poderá ter em diferentes áreas de estudo. Salienta-se que não foi possível proporcionar esta experiência aos envolvidos no estudo, essencialmente por falta de recursos tecnológicos. Todavia, tentou-se uma aproximação, ainda que efémera, mas que se considera ter produzido efeitos ao nível dos resultados obtidos com os alunos.

Estes consideram-se os principais contributos no quadro teórico para a temática desta tese e que poderão ser um contributo para futuras investigações.

Outros contributos deste estudo prendem-se com a sistematização dos conteúdos programáticos passíveis de serem abordados atualmente com recurso a tecnologias IdC, assim como projetos realizados neste âmbito e tecnologias no mercado que permitam o uso da IdC em contextos educativos. No respeitante a projetos que envolveram o uso de tecnologias IdC em educação, importa salientar que, da pesquisa realizada, poucos tinham em consideração estas tecnologias como ferramenta didática. Daí que se tenha apresentado este ponto como uma mais valia deste estudo. Todavia, terminado este processo torna-se clara a ainda necessidade de se desenvolverem mais investigações que permitam a obtenção de conclusões mais fundamentadas sobre a Internet das Coisas como tecnologia educativa, principalmente no ensino básico.

Assim, é chegado o momento de, com base no explanado, apresentar uma resposta para a questão de investigação deste estudo que novamente se recorda: Que propriedades educativas, tecnológicas, sociais e culturais deverá ter um sistema baseado na IdC para a promoção de abordagens interdisciplinares em contextos educativos não-formais no 3ºCEB?

Em virtude dos resultados obtidos pode-se considerar que o sistema mais adequado será aquele que permita a obtenção de dados locais e contextualizados com a realidade do aluno. Ou seja, um sistema assente em dispositivos locais que permitem a obtenção de dados locais. Neste momento de desenvolvimento, face à ausência de oferta no mercado, terá de ser um sistema desenvolvido de propósito para essa finalidade. Este facto poderá ser um impedimento à adoção destas tecnologias em contextos educativos, uma vez que os docentes afirmaram não se sentirem confortáveis com o manuseamento e desenvolvimento destes recursos. Por esta razão, pretende-se disponibilizar os guiões desenvolvidos no âmbito deste estudo em formato livro eletrónico e de distribuição gratuita, para que seja um contributo para minimizar esta situação. Está ainda em ponderação o desenvolvimento de formações para professores nesta área, pois dotar as instituições de tecnologia não é suficiente para a sua transição digital, aliás focar-se apenas neste aspeto pode mesmo ser considerado um erro, como referem Moreira, Mesquita & Peres (2019).

Com base nos resultados obtidos, o sistema IdC deve permitir a obtenção de diferentes tipos de dados, de forma a possibilitar a abordagem de um maior número de conteúdos programáticos possível. Facto que vai ao encontro das premissas inicialmente apontadas neste estudo para o desenvolvimento do protótipo. Considera-se ainda que se o sistema permitir a obtenção de diferentes tipologias de dados poderá ser um recurso para mais áreas curriculares.

Não se pode ignorar que este estudo foi desenvolvido, considerando ambientes educativos não-formais. No entanto, entende-se que, se este permitir a abordagem de conteúdos programáticos, poderá ser uma mais-valia para a sua adoção e utilização pelos docentes em ambientes formais. Salienta-se, ainda, que os docentes que responderam ao questionário afirmaram que gostaram e gostariam de utilizar este sistema nas suas aulas.

A sua utilização deve ser o mais intuitiva possível e não necessitar de muitos conhecimentos técnicos, nomeadamente para conectar a uma rede de Internet. Isto porque apesar de os docentes concordarem que os alunos não tiveram dificuldade em operar com o protótipo, eles próprios manifestaram que não se sentiram confortáveis em alguns dos processos de manuseamento. Associado à facilidade de utilização está, em certa medida, a facilidade de construção/montagem do protótipo que, na perspetiva dos docentes, necessita de alguns conhecimentos técnicos que assumiram não deterem. Relativamente a este ponto, no respeitante

ao protótipo desenvolvido, admite-se a possibilidade de simplificar o processo de montagem, seja disponibilizando os diferentes componentes em módulos, seja disponibilizando-o previamente montado. No entanto, possibilitar às escolas ou agentes educativos o acesso aos componentes, com um guião de construção (conforme mencionado anteriormente), pode tornar-se pertinente para o desenvolvimento de determinadas competências tecnológicas nos alunos, principalmente no quadro dos cursos de cariz tecnológico.

Assim, para os interessados poderá ser disponibilizado um sistema IdC com três versões. Uma em que o sistema está totalmente montado e o utilizador tem apenas de o ligar e operar. Uma segunda em que a montagem poderá ser por módulos sendo apenas necessário encaixá-los num corpo físico simplificado. E por fim uma terceira versão em que terá de ser o utilizador a montar todos os componentes. Esta terceira versão estará mais próxima da visão orientadora desta investigação que tende a preferir que os alunos tenham experiências de montagem do sistema que lhes permitam perceberem o seu funcionamento de uma forma mais aprofundada.

Outra característica prende-se com o *software* a ser utilizado, nomeadamente na visualização de dados. Este deve permitir o uso em multiplataforma, facto contemplado no protótipo desenvolvido. No entanto, os docentes salientaram que o processo deveria ser simplificado, nomeadamente para a visualização do histórico dos dados, mas também para o carregamento do código e da conexão do dispositivo com a internet e plataforma de visualização de dados. Assim, pensa-se que um sistema IdC deverá ter uma plataforma própria que permita a visualização de dados, mas também todas as operações respeitantes à sua operação a nível de software, para ser mais facilmente adotado por docentes.

Apesar de tanto os alunos como os docentes manifestarem interesse em continuar a usar um sistema idêntico ao utilizado no estudo em momentos futuros, a maioria dos professores envolvidos manifestou que estaria disponível a desembolsar entre 0 e 50 euros. Assim, alerta-se aqui para a necessidade de que uma das características do sistema IdC seja o baixo custo de aquisição. Além do descrito é necessário considerar o orçamento limitado da generalidade das escolas e, ainda e por enquanto, a falta de reconhecimento das potencialidades que estas tecnologias poderão ter em contextos educativos. Daí que o custo de aquisição poderá ser uma característica decisiva na sua adoção.

Se se considerar que os docentes serão os principais agentes que irão definir a utilização ou não destas tecnologias em ambientes educativos, não se pode ignorar que qualquer sistema desenvolvido para a educação terá sempre de ser acompanhado por um plano de formação de professores. Isto porque, conforme se verificou inicialmente, os docentes tinham poucos conhecimentos sobre estas tecnologias e as suas potencialidades e, no decorrer do estudo, não se sentiram totalmente confortáveis na utilização do sistema desenvolvido, essencialmente devido a questões de ordem de conhecimentos técnicos. Assim, uma formação que permita aferir como funciona, mas também as suas vantagens e disponibilização de tarefas para as diferentes áreas curriculares, assume-se como fundamental.

Por último, outra característica que o sistema deve possuir é a possibilidade de interligação com outras tecnologias educativas, dando-se aqui o exemplo do manual escolar, cuja tendência é avançar para um *smartbook*. Este sistema, na perspetiva dos docentes, terá vantagem se permitir - seja ao nível do *dashboards*, seja ao nível de eventuais tarefas desenvolvidas de propósito para o seu uso - a integração de dados provenientes de *open data feeds*. Isto porque, apesar de os alunos manifestarem preferência por um sistema que permita a obtenção de dados próximos e de os alunos que construíram o sistema terem apresentado melhores resultados, os docentes envolvidos mencionaram que a integração de dados próximos com dados provenientes de instituições é uma mais-valia para abordagens didáticas e para a compreensão do meio.

De uma forma mais sintética, um sistema IdC para o 3º CEB, com utilização focada em ambientes não-formais de educação, deverá ter como propriedades o facto de permitir a abordagem de diversos conteúdos programáticos e possuir um *software* que facilite a sua utilização sem recurso a programas exteriores. Deve ainda manter-se na esfera do baixo custo, sendo, contudo, suficientemente flexível de forma a permitir a sua utilização por agentes com diferentes níveis de conhecimentos tecnológicos. Apesar de estar essencialmente focado na obtenção de dados locais, deverá possibilitar a integração de dados de fontes abertas que permitam uma eventual comparação. Por fim, dever ser acompanhado de módulos de formação de professores e de tarefas e guiões que facilitem a sua utilização.

No respeitante aos objetivos estipulados para este estudo, considera-se que estes foram alcançados, ainda que se sinta a necessidade de um maior número de investigações em diferentes

realidades que possibilite uma sistematização de pensamento sobre esta temática mais aprofundado.

Assim, neste quadro e como última consideração, importa salientar que este estudo abarcou em si a ideia de englobar uma investigação inicial que traçasse as linhas orientadoras para futuras investigações que permitam uma maior abrangência de público e realidades que possibilitem a referida sistematização e consolidação de pensamento sobre a integração das tecnologias de IdC como recurso didático. Importa, porém, salientar que, a considerar-se como a sua maior potencialidade para estes ambientes a possibilidade de criar ambientes e experiências hipersituados/as, haverá então a necessidade de cruzar estas tecnologias com outras também em amplo desenvolvimento como a Inteligência Artificial.

6.3 Limitações do Estudo

Decorrentes das conclusões apresentadas e de uma reflexão realizada acerca deste trabalho, apresentam-se algumas limitações identificadas neste estudo.

- Necessidade de mais ciclos de investigação e mais sessões

Dos ciclos de investigação realizados foi possível obter conclusões, nomeadamente no que se refere a melhorias e complementos a efetuar no sistema IdC desenvolvido, assim como nas tarefas. Todavia, por questões de logística e de disponibilidade não foi possível a realização de outro ciclo de investigação que permitisse aferir se haveria necessidade de proceder a novos aperfeiçoamentos. Quanto a este novo ciclo estava previsto que se realizasse com o envolvimento de alunos de outras escolas o que poderia ser um contributo para a obtenção de conclusões mais alargadas.

Por outro lado, considera-se que a realização de mais ciclos de estudo que permitisse aos alunos realizar mais e variadas tarefas com recurso às tecnologias IdC poderia contribuir para que se dissipasse o fator de “novidade”, relativamente à utilização de um novo recurso, o qual poderá ter tido alguma influência nos resultados obtidos.

- Formação de professores

Considerando o pouco conhecimento dos docentes relativamente às tecnologias IdC e às tecnologias utilizadas no decorrer da investigação, assumido desde o início, deveria ter-se dinamizado uma formação de docentes e não apenas uma apresentação de todo o processo e das tecnologias envolvidas. Esta formação poderia ter permitido um maior envolvimento dos docentes em todo o processo e a obtenção de conclusões mais aprofundadas sobre as opiniões e perceções dos professores relativamente ao uso destas tecnologias em ambientes educativos. Poderia, ainda, ser um contributo para que mais docentes utilizassem o sistema IdC desenvolvido após o estudo empírico.

- Instrumentos e técnicas de recolha de dados

Por um lado, considera-se que talvez tivesse sido pertinente a realização de entrevistas a alunos no respeitante às tarefas desenvolvidas e tecnologias utilizadas. Tal procedimento permitira a obtenção de contributos que não estão espelhados nas respostas aos questionários ou que foram sendo obtidas ao longo das sessões decorrente da interação com os discentes. Com efeito, como a resposta ao questionário foi por escrito, nas respostas que necessitavam de desenvolvimento e de reflexão a maioria dos alunos optou por dar respostas curtas.

Considera-se, ainda, que o questionário poderia ter englobado questões mais específicas, nomeadamente no respeitante à usabilidade e às suas diferentes dimensões.

Por último, considera-se que se se tivessem realizado entrevistas, com especialistas das tecnologias da educação e outros docentes, poder-se-ia ter obtido conclusões mais abrangentes que permitiriam uma reflexão em torno deste tema mais generalista e apontando linhas orientadoras para o futuro.

6.4 Propostas para Futuras Investigações Decorrentes do Presente Estudo

Decorrente dos resultados, limitações e considerações obtidas e apresentadas, surgiram algumas questões que foram alvo de reflexão e que se concluiu serem suficientemente

pertinentes para permanecerem como alvo de atenção em futuras investigações e que consequentemente poderão constituir um contributo relevante para esta área. Assim, apresentam-se as principais propostas de estudos a efetuar no futuro.

- Desenvolvimento de novos ciclos de investigação

Desenvolvimento de novos ciclos de estudos que envolvam escolas de diferentes regiões do país e, evidentemente, mais alunos e professores com vista à criação de uma rede entre escolas que permita a partilha de dados, permitiriam complementar as conclusões deste estudo e aprofundar algumas dúvidas que surgiram e para as quais não se obteve resposta.

- Desenvolvimento de novas tarefas, de tarefas mais alargadas para alunos e de mais recursos educativos

Em certa medida e decorrente da proposta anterior, há a necessidade de desenvolvimento de mais tarefas que permitam a abordagem de mais conteúdos curriculares com recurso a tecnologias IdC e também a utilização destas tecnologias noutros anos de escolaridade. Isto deve-se, em parte, por ser uma tecnologia recente a ser utilizada em contextos educativos, em parte pela ainda recente e escassa investigação existente nesta área e ainda pela falta de formação de docentes e de recursos tecnológicos que permita a sua utilização em pleno. Assim, uma proposta para investigações futuras passa pelo desenvolvimento de tarefas (com todos os passos implicados neste processo) que permitam a abordagem de diferentes conteúdos curriculares não somente no 3º Ciclo do Ensino Básico, mas também em diferentes Ciclos.

- Desenvolvimento de um repositório/wiki

Atualmente existem inúmeras fontes *online* que permitem o acesso a dados abertos de diferentes áreas de estudo e que constituem um contributo para que em contextos educativos se usem dados provenientes de tecnologias IdC. Porém, constatou-se que o facto de não existir um acervo que permita a compilação e organização destas fontes para utilização em contextos educativos leva a que os docentes que pretendam utilizar estes recursos nas suas aulas tenham de despender muito tempo na pesquisa e planeamento. Assim, julga-se pertinente a criação de

um repositório que permita aos docentes acederem a fontes de dados abertos de forma célere e organizada com proposta de tarefas para os alunos.

- Desenvolvimento de um plano de formação de professores para a utilização de tecnologias IdC.

Decorrente das propostas anteriores, mas também das limitações elencadas relativamente a este estudo, verificou-se a necessidade de desenvolver um plano de formação de professores com vista a capacitá-los para a utilização de tecnologias IdC em contextos educativos. Esta formação poderá incidir sobre o desenvolvimento de recursos tecnológicos (podendo beneficiar dos guiões desenvolvidos no âmbito deste estudo) e, talvez mais premente, na utilização de recursos já existentes, o que poderá facilitar uma abordagem de diversos conteúdos de uma forma mais adaptada à realidade dos alunos.

Considerando que os docentes são agentes de mudança, o desenvolvimento de um plano de formação sobre esta temática poderá ser um contributo para uma visão fundamentada sobre estas tecnologias também nos alunos. Até porque não se pode ignorar que estas são tecnologias com as quais os alunos serão confrontados no seu quotidiano e posteriormente nas suas atividades profissionais. Relevante é, ainda, o facto de que a IdC poderá ser um contributo para a democratização do acesso a dados e até um fator potenciador de mudança, uma vez que as informações concretas e diretamente ligadas aos cidadãos poderão ficar disponíveis em tempo real.

- Desenvolvimento de um kit IdC

Salienta-se que um dos objetivos do estudo empírico passava por proporcionar aos alunos, dentro do possível, o contacto com a comunidade *maker*, daí que um dos grupos tenha desenvolvido (ainda que com ajuda de guiões) um sistema IdC de raiz. Todavia, se considerarmos a realidade da maioria das escolas, assim como a já referida falta de formação de professores nestas áreas e ainda a reduzida oferta de sistemas IdC de baixo custo no mercado, podemos estar perante um entrave a que os docentes utilizem as potencialidades que estes recursos poderão ter em contextos educativos. Podemos estar também perante uma realidade em que os alunos podem percorrer todo o Ensino Básico (e até Secundário) sem ter contacto com a comunidade *maker*.

Assim, uma sugestão para futuras investigações passa pelo desenvolvimento de um kit cuja montagem e utilização sejam mais simples. Este dispositivo poderá ser de montagem modular e o utilizador monta o dispositivo consoante as suas necessidades. No respeitante à plataforma para a visualização de dados, concluiu-se que uma alternativa ao modelo utilizado deveria passar por uma aplicação, uma vez que os alunos das idades envolvidas no estudo têm acesso a dispositivos móveis que lhes permitem um acesso mais fácil e de maior mobilidade à visualização dos dados.

- Aprofundamento do conceito de hipersituação e conseqüente desenvolvimento de ambientes educativos que permitam experiências hipersituadas

Por fim, uma última sugestão para futuras investigações passa por um processo mais teórico, e já iniciado no decorrer deste estudo, de aprofundamento do conceito de hipersituação (ligado às tecnologias para educação). Isto porque se sentiu a necessidade de uma maior clarificação na definição deste conceito e também daquilo em que consiste uma experiência hipersituada, comprovando-se as suas mais-valias para a educação e também os desafios que poderá trazer. Daí que a par deste desenvolvimento teórico, fique a sugestão do desenvolvimento de ambientes educativos que permitam experiências hipersituadas, em que se possa recorrer a algumas das tecnologias já existentes em alguns ambientes educativos inovadores (Pedro, 2017) anteriormente denominados de Salas de Aula do Futuro, aos quais se poderá acrescentar as tecnologias de IdC.

Referências

- Abbasy, M. B., & Quesada, E. (2017). Predictable Influence of IoT (Internet of Things) in the Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 7, 914–920. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.12.995>
- Abowd, G. D., & Mynatt, E. D. (2000). Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 7(1), 29–58. <https://doi.org/10.1145/344949.344988>
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-Centered Design. In *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Sage Publications.
- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). *2017horizonreportHE.pdf*. The New Media Consortium. <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2017/2/2017horizonreporthe.pdf>
- Al-Emran, M., Malik, S. I., & Al-Kabi, M. N. (2020). A Survey of Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges. In *Studies in Computational Intelligence* (Vol. 846, pp. 197–209). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24513-9_12
- Ali, M., Bilal, H. S. M., Razzaq, M. A., Khan, J., Lee, S., Idris, M., Aazam, M., Choi, T., Han, S. C., & Kang, B. H. (2017). IoTFLiP: IoT-based flipped learning platform for medical education. *Digital Communications and Networks*, 3(3), 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2017.03.002>
- AMA. (2016). *GUIA DE INTRODUÇÃO AOS DADOS ABERTOS*. https://www.ama.gov.pt/documents/24077/24804/guia_introdu__o_dados_abertos_ama.pdf/9b40b98c-4935-471b-af5d-f6f6a656edc0
- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. *Educational Technology and Society*, 11(4), 29–40.
- Anagnostopoulos, T., Zaslavsky, A., Kolomvatsos, K., Medvedev, A., Amirian, P., Morley, J., & Hadjiefthymiades, S. (2017). Challenges and Opportunities of Waste Management in IoT-Enabled Smart Cities: A Survey. *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, 2(3), 275–289. <https://doi.org/10.1109/TSUSC.2017.2691049>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- André, M. (2013). *Etnografia da prática escolar* (M. Oliveira & M. André (eds.); 1st ed.). Papirus Editora. <https://books.google.com.br/books?id=bHeADwAAQBAJ&hl=pt-PT>
- Andriessen, D. (2019). Combining Design-Based Research and Action Research to Test Management Solutions. In B. Boog, M. Slager, J. Preece, & J. Zeelen (Eds.), *Towards Quality Improvement of Action Research* (pp. 125–134). Brill. https://doi.org/10.1163/9789087905941_010
- Arasteh, H., Hosseinneshad, V., Loia, V., Tommasetti, A., Troisi, O., Shafie-Khah, M., & Siano, P. (2016, August 29). IoT-based smart cities: A survey. *EEEIC 2016 - International Conference on Environment and Electrical Engineering*. <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2016.7555867>

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G., & Nitti, M. (2012). The social internet of things (SIoT) - When social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization. *Computer Networks*, 56(16), 3594–3608. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2012.07.010>
- Bagheri, M., & Movahed, S. H. (2017). The Effect of the Internet of Things (IoT) on Education Business Model. *Proceedings - 12th International Conference on Signal Image Technology and Internet-Based Systems, SITIS 2016*, 435–441. <https://doi.org/10.1109/SITIS.2016.74>
- Bajracharya, B., Blackford, C., & Chelladurai, J. (2018). Prospects of Internet of Things in Education System. *CTE Journal*, 6, 1–7.
- Banica, L., Burtescu, E., & Enescu, F. (2017). The Impact of Internet-of-Things in Higher Education. *Scientific Bulletin-Economic Sciences*, 16(1), 53–59.
- Baofu, P. (2009). *The Future of Post-Human Mass Media A Preface to a New Theory of Communication* (1st ed.). Cambridge Scholars Publishing.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Bassi, A., & Horn, G. (2008). *Internet of Things in 2020: Roadmap for the future*.
- Baumgartner, E., Bell, P., Brophy, S., Hoadley, C., Hsi, S., Joseph, D., Orrill, C., Puntambekar, S., Sandoval, W., & Tabak, I. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). International Journal of Production Research Internet of things and supply chain management: a literature review Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 57, 4719–4742. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>
- Bers, M. (2008). *Blocks to robots : learning with technology in the early childhood classroom* (1st ed.). Teachers College Press. [http://digilib.umpalopo.ac.id:8080/jspui/bitstream/123456789/391/1/Marina Umaschi Bers-Blocks to Robots_ Learning with Technology in the Early Childhood Classroom-Teachers College Press %282007%29.pdf](http://digilib.umpalopo.ac.id:8080/jspui/bitstream/123456789/391/1/Marina%20Umaschi%20Bers-Blocks%20to%20Robots_Learning%20with%20Technology%20in%20the%20Early%20Childhood%20Classroom-Teachers%20College%20Press%202007%29.pdf)
- Bondyopadhyay, P. K. (1995). Guglielmo Marconi - The father of long distance radio communication - An engineer's tribute. *1995 25th European Microwave Conference*, 2, 879–885. <https://doi.org/10.1109/EUMA.1995.337090>
- Botta, A., De Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684–700. <https://doi.org/10.1016/j.future.2015.09.021>
- Bowler, L., & Large, A. (2008). Design-based research for LIS. *N Library & Information Science Research*. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2007.06.007>
- Brereton, M., Soro, A., Vaisutis, K., & Roe, P. (2015). The messaging kettle: Prototyping connection over a distance between adult children and older parents. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, 2015-April*, 713–716. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702462>
- Bringhenti, C. et al. (2000). Técnicas de ensino do intraempreendedorismo. PPGEPS. *Brasil: Universidade*

- Brown, A., & Campione, J. C. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. - PsycNET. In L. Schauble & R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning: New environments for education* (1st ed., pp. 289–325). Lawrence Erlbaum Associates, Inc. <https://psycnet.apa.org/record/1997-97115-011>
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Catlett, C. E., Beckman, P. H., Sankaran, R., & Galvin, K. K. (2017). Array of things: a scientific research instrument in the public way. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Science of Smart City Operations and Platforms Engineering - SCOPE '17*, 26–33. <https://doi.org/10.1145/3063386.3063771>
- Chatterjee, S., Kar, A. K., & Gupta, M. P. (2018). Success of IoT in Smart Cities of India: An empirical analysis. *Government Information Quarterly*, 35(3), 349–361. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.05.002>
- Chaves, I. G. (2019). *O Design Centrado no Humano Conectado e Colaborativo*. Universidade de São Paulo.
- Christine, R., & Yves, P. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEd* (Joint Research Centre (European Commission) (ed.)). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Chui, M., Farrell, D., & Jackson, K. (2014). How Government Can Promote Open Data and Help Unleash Over 3 million\$ in Economic Value. *Innovation in Local Government: Open Data and Information Technology*.
- Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of Computer Programming on Young Children's Cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1051–1058.
- Cobb, P. (2001). Supporting the improvement of learning and teaching in social and institutional context. In S. Carver & D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (1st ed., pp. 455–478). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cole, R., Purao, S., Rossi, M., & Sein, M. (2005). Being Proactive: Where Action Research Meets Design Research. In AIS Electronic Library (Ed.), *ICIS 2005* (p. 27). Association for Information Systems. <http://aisel.aisnet.org/icis2005/27>
- College, I., Royal, T., Callaghan, P. V., & Ntroduction, I. (2012). BUZZ -BOARDING ; PRACTICAL SUPPORT FOR TEACHING COMPUTING BASED ON THE INTERNET - OF THINGS. *1st Annual Conference on the Aiming for Excellence in STEM Learning and Teaching 12 – 13 April 2012, Imperial College, London & The Royal Geographical Society., April*, 1–5. <http://dces.essex.ac.uk/staff/vic/vic.html>
- Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. In *New Directions in Educational Technology* (pp. 15–22). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_2
- Cooper, A., Reimann, R., Cronin, D., Noessel, C., Csizmadi, J., & LeMoine, D. (2014). *About Face: The Essentials of Interaction Design, Fourth Edition* (4th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Coutinho, C. P. (2006). Aspectos metodológicos da investigação em tecnologia educativa em Portugal (1985-2000). *Actas Do XIV Colóquio AFIRSE*.

- Coutinho, C. P. (2008). A qualidade da investigação educativa de natureza qualitativa : questões relativas à fidelidade e validade Issues of validity and reliability in qualitative research. *Educação Unisinos*, 12(1), 5–15. <http://hdl.handle.net/1822/7884%0A>
- Coutinho, C. P. (2014). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2nd ed.). Edições Almedina.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications, Inc.
- Crotty, M. (1998). *he foundations of social research: Meaning and perspective in the research process*. Sage Publications.
- Declerck, R., Reed, S., & Bert, C. (2006). *The Grammar of the English Tense System: A Comprehensive Analysis - Google Livros* (1st ed.). Walter de Gruyter.
<https://books.google.pt/books?id=b4Hhp5R5aJkC&pg=PA259&lpg=PA259&dq=hypersituation&source=bl&ots=Ugk6wNQ85v&sig=ACfU3U0uJ9rr8f1CSC8EB4LIGsU1KOUzBw&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwirmNa3-7HkAhXi6eAKHd35D78Q6AEwBHoECAkQAQ#v=onepage&q=hypersituation&f=false>
- Denscombe, M. (2014). *The Good Research Guide: For Small-scale Social Research Projects - Martyn Denscombe - Google Livros* (5th ed.). Open University Press.
[https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=C5BFBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Denscombe,+M.+\(1998\).+The+Good+Research+Guide+for+small-scale+social+research+projects.+Open+University+press:+Philadelphia.&ots=guUk3o7qdE&sig=2v4EFRmFolk91QxGIVcDxyiZvXo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=C5BFBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Denscombe,+M.+(1998).+The+Good+Research+Guide+for+small-scale+social+research+projects.+Open+University+press:+Philadelphia.&ots=guUk3o7qdE&sig=2v4EFRmFolk91QxGIVcDxyiZvXo#v=onepage&q&f=false)
- der Meulen, R. van. (2017). Gartner Says 8.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016. *Newsroom - Gartner Press Releases*.
<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016>
- Divitini, M., Giannakos, M. N., Mora, S., Papavlasopoulou, S., & Iversen, O. S. (2017). Make2Learn with IoT: Engaging children into joyful design and Making of interactive connected objects. *IDC 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Conference on Interaction Design and Children*, 757–760.
<https://doi.org/10.1145/3078072.3081312>
- Dorsemaine, B., Gaulier, J. P., Wary, J. P., Kheir, N., & Urien, P. (2016). Internet of Things: A Definition and Taxonomy. *Proceedings - NGMAST 2015: The 9th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*, 72–77. <https://doi.org/10.1109/NGMAST.2015.71>
- Doughty, K., Monk, A., Bayliss, C., Brown, S., Dewsbury, L., Dunk, B., Gallagher, V., Grafham, K., Jones, M., Lowe, C., Mcalister, L., Mcorley, K., Mills, P., Skidmore, C., Stewart, A., Taylor, B., & Ward, D. (2007). Telecare, telehealth and assistive technologies — do we know what we’re talking about? In *Journal of Assistive Technologies* (Vol. 1, Issue 2, pp. 6–10). <https://doi.org/10.1108/17549450200700012>
- Eco, U. (1987). *Travels in Hyperreality*. Picador.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. In *Journal of the Learning Sciences* (Vol. 11, Issue 1, pp. 105–121). Lawrence Erlbaum Associates Inc.
https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_4
- EL Mrabet, H., & Ait Moussa, A. (2017). Smart Classroom Environment Via IoT in Basic and Secondary

- Education. *Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence*, 5(4).
<https://doi.org/10.14738/tmlai.54.3191>
- Elhoseny, M., Ramírez-González, G., Abu-Elnasr, O. M., Shawkat, S. A., Arunkumar, N., & Farouk, A. (2018). Secure Medical Data Transmission Model for IoT-Based Healthcare Systems. *IEEE Access*, 6, 20596–20608. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2817615>
- Fitzmaurice, G. W. (1996). *Graspable User Interfaces* [University of Toronto].
<http://www.dgp.toronto.edu/~gf/papers/PhD - Graspable UIs/Thesis.gf.html>
- Fitzmaurice, G. W., Ishii, H., & Buxton, W. (1995). Bricks: laying the foundations for graspable user interfaces. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 1.
- Ford, C., McNally, D., & Ford, K. (2017). *Using design-based research in higher education innovation*. 21(3), 50–67. <https://doi.org/10.24059/olj.v%vi%i.1232>
- Fraefel, U. (2014). Professionalization of pre-service teachers through univer-sity-school partnerships Partner schools for Professional Development»: development, imple-mentation and evaluation of co. *Conference Proceedings of WERA Focal Meeting*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1979.5925>
- Friedewald, M., & Raabe, O. (2011). Ubiquitous computing: An overview of technology impacts. *Telematics and Informatics*, 28(2), 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2010.09.001>
- Galego, C., & Gomes, A. A. (2005a). Emancipação, ruptura e inovação: o “focus group” como instrumento de investigação. *Revista Lusófona de Educação*, 5. http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S1645-72502005000100010&script=sci_arttext&tlng=es
- Galego, C., & Gomes, A. A. (2005b). Revista Lusofona de Educacao. In *Revista Lusófona de Educação* (Issue 5). Universidade Lusofona de Humanidades e Tecnologias, CEIEF.
http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-72502005000100010&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Gleason, M. (1986, February). Better Communication in Large Courses. *College Teaching*, 34(1), 20–24.
<https://doi.org/10.1080/87567555.1986.10532325>
- Gope, P., & Hwang, T. (2016). BSN-Care: A Secure IoT-Based Modern Healthcare System Using Body Sensor Network. *IEEE Sensors Journal*, 16(5), 1368–1376. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2015.2502401>
- Greengard, S. (2015). *Internet of Things* (1st ed.). MIT Press Books.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Guenduez, A. A., Mettler, T., & Schedler, K. (2020). Citizen Participation in Smart Government: A Conceptual Model and Two IoT Case Studies. In *Public Administration and Information Technology* (Vol. 30, pp. 189–209). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37464-8_9
- Hancock, M. (2014). *Ubiquitous Everything and Then Some*. EDUCAUSE Review.
<https://er.educause.edu/articles/2014/9/ubiquitous-everything-and-then-some>
- He, J. S., Lo, D. C., Xie, Y., & Lartigue, J. (2016). Integrating Internet of Things (IoT) into STEM

Undergraduate Education : Case Study of a Modern Technology Infused Courseware for Embedded System Course. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–9.
<https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757458>

- Herrington, J., Mckenney, S., Reeves, T., & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In Montgomerie C. & J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007* (pp. 4089–4097). AACE. <http://ro.ecu.edu.au/ecuworks/1612>
- Huang, R., Spector, J. M., & Yang, J. (2019a). Design-Based Research. In *Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 179–188). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6643-7_11
- Huang, R., Spector, J. M., & Yang, J. (2019b). Introduction to Educational Technology. In *Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 3–31). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6643-7_1
- Huijboom, N., & Broek, T. Van Den. (2011). Open data : an international comparison of strategies. *European Journal of EPractice, April*, 1–13. <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/UN-DPADM/UNPAN046727.pdf>
- Imberly Sheridan, K. M., Rosenfeld Halverson Breanne Litts, E. K., Nette Jacobs -priebe, L., & Ens, T. O. (2014). Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces. In *Harvard Educational Review* (Vol. 84, Issue 4).
- INE. (2019). *Sociedade da informação e do conhecimento Inquérito à Utilização de Tecnologias da Informação e da Comunicação pelas Famílias*.
<file:///C:/Users/HP/Downloads/21IUTICFamílias2019.pdf>
- Ishii, H. (2008). The tangible user interface and its evolution. *Communications of the ACM*, 51(6).
<https://doi.org/10.1145/1349026.1349034>
- Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, March*, 234–241.
- Ismail, A. A., Hamza, H. S., & Kotb, A. M. (2018). Performance Evaluation of Open Source IoT Platforms. *2018 IEEE Global Conference on Internet of Things (GCIoT)*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/GCIoT.2018.8620130>
- Jara, A. J., Zamora, M. A., & Skarmeta, A. F. G. (2011). An Internet of things-based personal device for diabetes therapy management in ambient assisted living (AAL). *Personal and Ubiquitous Computing*, 15(4). <https://doi.org/10.1007/s00779-010-0353-1>
- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*.
<https://library.educause.edu/resources/2012/2/2012-horizon-report>
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., and Freeman, A. (2015). Horizon Report: 2015 Higher Education Edition. In *Reading*. [https://doi.org/ISBN 978-0-9906415-8-2](https://doi.org/ISBN%20978-0-9906415-8-2)
- Joyce, C., Pham, H., Fraser, D. S., Payne, S., Crellin, D., & McDougall, S. (2014). Building an Internet of school things ecosystem-a national collaborative experience. *ACM International Conference Proceeding Series*, 289–292. <https://doi.org/10.1145/2593968.2610474>
- Joyce, C., Pham, H., Stanton Fraser, D., Payne, S., Crellin, D., & McDougall, S. (2014). Building an internet of school things ecosystem. *Proceedings of the 2014 Conference on Interaction Design and Children - IDC*

'14, 289–292. <https://doi.org/10.1145/2593968.2610474>

- Kadarina, T. M., & R, P. (2018). Monitoring heart rate and SpO₂ using Thingsboard IoT platform for mother and child preventive healthcare. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012028>
- Kalashnikov, A., Zhang, H., Jennings, J., & Abramriuk, M. M. (2017). Remote laboratory : using Internet-of-Things (IoT) for E-learning. *Advanced Information Systems and Technologies, AIST 2017*. https://www.researchgate.net/publication/320445033_Remote_laboratory_using_Internet-of-Things_IoT_for_E-learning
- Kieffner, T. (2017, August 12). *WEARABLE COMPUTERS: AN OVERVIEW*. https://web.archive.org/web/20010526051405/http://misnt.indstate.edu/harper/Wearable_Computers.html
- Kirov, K., & Kirov, N. (2010). A Digital Library of Folklore Songs and Keyword-Based Search Engine. *Serdica Journal of Computing*, 6(2), 163–174. <http://serdica-comp.math.bas.bg/index.php/serdicajcomputing/article/view/102>
- Kneubil, F. B., & Pietrocola, M. (2017). A PESQUISA BASEADA EM DESIGN: VISÃO GERAL E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 22(2), 01. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p01>
- Kolbaek, D. (2018). Design-based research as a “smart” methodology for studying learning in the context of work. In D. Kolbaek (Ed.), *Online Collaboration and Communication in Contemporary Organizations* (Vol. 1). IGI Global. <https://books.google.pt/books?id=LD1RDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT>
- Koo, S. G. M. (2015). An integrated curriculum for Internet of Things: Experience and evaluation. *Frontiers in Education Conference (FIE), 2015. 32614 2015. IEEE*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344347>
- Lampert, N. (2006). Enhancing Critical Thinking with Aesthetic, Critical, and Creative Inquiry. *Art Education*, 59(5), 46–50. <https://doi.org/10.1080/00043125.2005.11651611>
- Lechelt, Z., Rogers, Y., Marquardt, N., & Shum, V. (2016). ConnectUs : A New Toolkit for Teaching about the Internet of Things. *CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 3711–3714. <https://doi.org/10.1145/2851581.2890241>
- Lee, M. J. W. (2016). Guest Editorial: Special Section on Learning through Wearable Technologies and the Internet of Things. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(4), 301–303. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2629379>
- Li, S., Xu, D., & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243–259. <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9492-7>
- Lijnse, P. (2010). Methodological aspects of design research in physics education. In K. Kortland & K. Klaassen (Eds.), *Designing Theory-Based Teaching-Learning Sequences for Science Education* (pp. 144–155). CDBeta Press. http://www.staff.science.uu.nl/~kortl101/book_sympPL.pdf#page=145
- Loureiro, M. J., Moreira, F. T., & Senos, S. (2018). Introduction to Computational Thinking With MI-GO: A Friendly Robot. In Lídia Oliveira & Ana Luísa Rego Melro (Eds.), *Open and Social Learning in Impact Communities and Smart Territories* (pp. 110–137). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5867-5.ch006>
- Lowgren, J. (2013). Interaction Design - brief intro | The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. In *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction* (2nd ed.). Interaction Design Foundation.

<https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/interaction-design-brief-intro>

- Lueth, K. L. (2018). *State of the IoT 2018 – Analyst Insights from Q1/Q2 2018*. <https://iot-analytics.com/product/state-of-the-iot-2018/>
- Lukasik, S. J. (2011). Why the arpanet was built. *IEEE Annals of the History of Computing*, 33(3), 4–21. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2010.11>
- Mahmud, R., Koch, F. L., & Buyya, R. (2018). Cloud-fog interoperability in IoT-enabled healthcare solutions. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3154273.3154347>
- Manley, J. H. (1974). Embedded computers — Software cost considerations. *National Computer Conference and Exposition (AFIPS '74)*, 343–347. <https://doi.org/10.1145/1500175.1500247>
- Marquez, J., Villanueva, J., Solarte, Z., & Garcia, A. (2016). IoT in Education: Integration of Objects with Virtual Academic Communities. In Á. Rocha, A. M. Correia, H. Adeli, L. P. Reis, & M. Mendonça Teixeira (Eds.), *New Advances in Information Systems and Technologies* (pp. 201–212). Springer International Publishing.
- Marson, S. M. (1997). A Selective History of Internet Technology and Social Work. *Computers in Human Services*, 14(2), 35–49. https://doi.org/10.1300/J407v14n02_03
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 30–39. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>
- Mascheroni, G., & Ólafsson, K. (2014). *Risks and opportunities . Second edition . Net children Go Mobile. May.*
- Matta, A. E. R., Silva, F. de P. S. da, & Boaventura, E. M. (2014). DESIGN-BASED RESEARCHOU PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO:METODOLOGIA PARA PESQUISA METODOLOGIA PARA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO: METODOLOGIA PARA PESQUISA APLICADA DE INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO DO SÉCULO XXI. *Revista Da FAEEDBA - Educação e Contemporaneidade*. <https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.v23.n42.1025>
- Mazzardo, M. D., Maria, A., Nobre, F., Mallmann, E. M., & Fernandes, I. M.-. (2016). Design-Based Research : desafios nos contextos escolares. *Atas CIAIQ2016*, 1(1992), 952–961. <http://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2016/article/view/691>
- McNerney, T. S. (2000). Tangible Programming Bricks : An approach to making programming accessible to everyone. *Media*, June 1983.
- Mellis, D., Banzi, M., Cuartielles, D., & Igoe, T. (2007). Arduino: An open electronic prototyping platform. *Proc. CHI, 2007*, 1–11.
- Mendes, A. Q., Mallmann, E. M., Fernandes, I., & Seco, C. (2018). Inovação Pedagógica e DBR no Ensino Superior Online. In T. . et al Plomp (Ed.), *Pesquisa-aplicação em educação uma introdução* (p. 30). Artesanato Educacional. <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/8821>
- Mertala, P. (2019). Young children’s perceptions of ubiquitous computing and the Internet of Things. *British Journal of Educational Technology*, 0(0), 1–19. <https://doi.org/10.1111/bjet.12821>
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012a). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10, 1497–1516. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2012.02.016>

- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012b). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10, 1497–1516. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2012.02.016>
- Mizumura, K., & Kubo, A. (2015). Tangible User Interfaces in Learning and Education. In Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2nd ed., Vol. 8, pp. 20–25). Elsevier.
- Mora, S., Gianni, F., & Divitini, M. (2016). RapIoT Toolkit: Rapid Prototyping of Collaborative Internet of Things Applications. *2016 International Conference on Collaboration Technologies and Systems*, 438–445.
- Moreira, F., Mesquita, A., & Peres, P. (2019). Educação 4.0 e a transformação dos ambientes de aprendizagem. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, June, 19–22.
- Moreira, F.T., Magalhães, A., Ramos, F., & Vairinhos, M. (2018a). The power of the internet of things in education: An overview of current status and potential. In *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 80). https://doi.org/10.1007/978-3-319-61322-2_6
- Moreira, F.T., Magalhães, A., Ramos, F., & Vairinhos, M. (2018b). The power of the internet of things in education: An overview of current status and potential. In *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 80). https://doi.org/10.1007/978-3-319-61322-2_6
- Moreira, F.T., Vairinhos, M., & Ramos, F. (2018). Internet of Things in education: A tool for science learning. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2018-June*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399234>
- Moreira, F.T., Vairinhos, M., & Ramos, F. (2019). Enhancing Learnings with Internet of Things: PApriCa project. *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760610>
- Moreira, Fernando, Ferreira, M. J., & Cardoso, A. (2017). Higher education disruption through IoT and big data: A conceptual approach. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 10295 LNCS* (pp. 389–405). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58509-3_31
- Moreira, Fernando, Mesquita, A., & Peres, P. (2019). O modelo personalizado de ambiente de aprendizagem 4.0. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2019-June*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760900>
- Moreira, Fernando, & Oliveira, L. (2016). WEARABLE DEVICES IN EDUCATION: TRENDS AND CHALLENGES. *INTED2016 Proceedings*, 1, 6092–6099. <https://doi.org/10.21125/inted.2016.0445>
- Moreira, Filipe T., Vairinhos, M., & Ramos, F. (2019). LEARNING WITH THE INTERNET OF THINGS. In L. G. Chova, M. A. López, & I. C. Torres (Eds.), *INTED2019 Proceedings* (pp. 3030–3037). IATED. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.0798>
- Moreira, Filipe T., Vairinhos, M., & Ramos, F. (2021). *Conceptualization of Hypersituation as Result of IoT in Education* (pp. 67–73). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7383-5_6
- Moreira, Filipe T, Vairinhos, M., & Ramos, F. (2018). Internet of Things in education: A tool for science learning. In *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Information Systems and Technologies (CISTI), 2018 13th Iberian Conference on* (pp. 1–5). <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399234>
- Morgan, D. L. (1998). *The Focus Group Guidebook*. Sage Publications. <https://books.google.com.br/books?hl=pt->

PT&lr=&id=Wkl2AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=focus+group&ots=XvR2e5Gmt0&sig=9bk2nMHgCvMf3XS1tQoD09YGq_U#v=onepage&q=focus group&f=false

- Mukhopadhyay, S. C., & Suryadevara, N. K. (2014). Internet of Things: Challenges and Opportunities. In S. C. Mukhopadhyay (Ed.), *Internet of Things. Smart Sensors, Measurement and Instrumentation* (pp. 1–17). Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-04223-7_1
- Murray, J., Toft Nørgård, R., & Morgan, J. (n.d.). *Coversheet Publication metadata Title: Game-centric pedagogy and curriculums in higher education*. <https://doi.org/10.20472/IAC.2017.029.025>
- Murray, J., Toft Nørgård, R., & Morgan, J. (2017). GAME-CENTRIC PEDAGOGY AND CURRICULUMS IN HIGHER EDUCATION. *29th International Academic Conference*, 84–97. <https://doi.org/10.20472/IAC.2017.029.025>
- Mylonas, G., Triantafyllis, C., & Amaxilatis, D. (2019). An Augmented Reality Prototype for supporting IoT-based Educational Activities for Energy-efficient School Buildings. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 343, 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.04.012>
- Nayyar, A., & Puri, E. V. (2016). A Review of Arduino Board's, Lilypad's & Arduino Shields. *2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, 1485–1492. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7724514>
- Nesnelerin, E., Kritik, i., & Bakiş, B. İ. R. (2018). A CRITICAL OVERVIEW OF INTERNET OF THINGS IN EDUCATION EĞİTİMDE NESNELERİN İNTERNETİNE KRİTİK BİR BAKIŞ Arif BAKLA 1. 0000, 302–327.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann.
- NMC Horizon Report. (2016). Horizon Report - 2016 Higher Education Edition. In *NMC Horizon Report*. https://doi.org/ISBN_978-0-9968527-5-3
- Norman, D. A. (2006). *O Design do dia-a-dia*. Ed. ROCCO.
- O'Brien, H. M. (2016). The Internet of Things. *Journal of Internet Law*, 19(12), 1–20.
- Ouf, S., Abd Ellatif, M., Salama, S. E., & Helmy, Y. (2017). A proposed paradigm for smart learning environment based on semantic web. *Computers in Human Behavior*, 72, 796–818. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.030>
- Pascual Espada, J., Sanjuán Martínez, O., Pelayo G-Bustelo, B. C., & Cueva Lovelle, J. M. (2011). Virtual Objects on the Internet of Things. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 1(4), 23. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2011.144>
- Perera, C., & Liu, C. H. I. H. (2015). The Emerging Internet of Things Marketplace From an Industrial Perspective : A Survey. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 3(4), 585–598. <https://doi.org/10.1109/TETC.2015.2390034>
- Peterson, R., & Herrington, J. (2005). The State of the Art of Design-Based Research. In G. Richards (Ed.), *Proceedings of E-Learn 2005--World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 2302–2307). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/p/21540>.
- Petrović, L., Jezdović, I., Stojanović, D., Bogdanović, Z., & Despotović-Zrakić, M. (2017). Development of an educational game based on IoT. *Ijeec - International Journal of Electrical Engineering and Computing*, 1(1). <https://doi.org/10.7251/ijeec1701036p>

- Pruet, P. (2015). *Things "(IoT) in rural underprivileged areas*.
- Pruet, P., Ang, C. S., Farzin, D., & Chaiwut, N. (2015, August 17). Exploring the Internet of 'Educational Things'(IoT) in rural underprivileged areas. *ECTI-CON 2015 - 2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*. <https://doi.org/10.1109/ECTICon.2015.7207125>
- Pruet, P., Chee Siang Ang, & Deravi Farzin. (2015). Learning IoT without the " I " - Educational Internet of Things in a Developing Context. *DIYNetworking '15 Proceedings of the 2015 Workshop on Do-It-Yourself Networking: An Interdisciplinary Approach*, 11–13. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2753489>
- Publications, I. (2019). *Measuring digital development Facts and figures 2019*. <https://doi.org/978-92-61-29521-9>
- Quezada-Sarmiento, P. A., Enciso, L., Washizaki, H., & Hernandez, W. (2018). *Body of Knowledge on IoT Education*. *Webist*, 449–453. <https://doi.org/10.5220/0007232904490453>
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (1995). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (4th ed.). Gradiva.
- Ray, S., Yier, J., & Raychowdhury, A. (2016). The Changing Computing Paradigm With Internet of Things : A Tutorial Introduction. *IEEE Design & Test*, 33(February 2016), 76–96. <https://doi.org/10.1109/MDAT.2016.2526612>
- Rayes, A., & Samer, S. (2017). *Internet of Things From Hype to Reality*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44860-2>
- Reeves, T. (2006). Design research from a technology perspective. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (1st ed., pp. 64–78). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203088364-13>
- Reigeluth, C. M., & Frick, T. W. (n.d.). *Formative Research: A Methodology for Creating and Improving Design Theories*.
- Reuter, B. F., Alvarez, M. M., Gonzalez, G., & Durán, E. B. (2018). Multi-agent system model for tutor recommendation in ubiquitous learning environments. *Workshop on Advanced Virtual Environments and Education*, 1(1), 10. <https://doi.org/10.5753/wave.2018.10>
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2003). Development research: Studies of instructional design and development. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (2nd ed., pp. 1099–1130). Lawrence Erlbaum Associates.
- Richey, R. C., & Nelson, W. A. (1996). Developmental research. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (1st ed., pp. 1213– 1245). Macmillan.
- Roberson, D. A. (1976). A Microprocessor-Based Portable Computer: The IBM 5100. *Proceedings of the IEEE*, 64(6), 994–999. <https://doi.org/10.1109/PROC.1976.10253>
- Ruan, J., & Shi, Y. (2016). Monitoring and assessing fruit freshness in IOT-based e-commerce delivery using scenario analysis and interval number approaches. *Information Sciences*, 373, 557–570. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.07.014>
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing Second Edition - How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests* (2nd ed.). Wiley Publishing, Inc. <http://www.wiley.com/go/permissions>.

- SANCHEZ TURCIOS, R. A. (2015). t-Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 26 n.1, 59–61. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-21982015000100009
- Sandoval, W. A., Bell, P., Sandoval, W. A., & Bell, P. (2010). *Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context : Introduction Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context : Introduction*. 39, 199–201. <https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904>
- Sapounidis, T., & Demetriadis, S. (2011). Touch your program with hands: Qualities in tangible programming tools for novice. *Proceedings - 2011 Panhellenic Conference on Informatics, PCI 2011*. <https://doi.org/10.1109/PCI.2011.5>
- Sapounidis, T., & Demetriadis, S. N. (2012). Exploring children preferences regarding tangible and graphical tools for introductory programming: Evaluating the PROTEAS kit. *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2012*, 316–320. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2012.48>
- Satyanarayanan, M. (2001). Pervasive computing: Vision and challenges. In *IEEE Personal Communications* (Vol. 8, Issue 4, pp. 10–17). <https://doi.org/10.1109/98.943998>
- Schneider, B., Jermann, P., Zufferey, G., & Dillenbourg, P. (2011). Benefits of a tangible interface for collaborative learning and interaction. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(3), 222–232. <https://doi.org/10.1109/TLT.2010.36>
- Selinger, M., Sepulveda, A., & Buchan, J. (2013). *Education and the Internet of Everything How Ubiquitous Connectedness Can Help Transform Pedagogy*. http://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/education_internet.pdf
- Sharma, N., Shamkuwar, M., & Singh, I. (2018). The History , Present and Future with IoT. In K. M. (eds) Balas V., Solanki V., Kumar R. (Ed.), *Internet of Things and Big Data Analytics for Smart Generation* (Springer, pp. 27–51). Springer, Cham. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-04203-5_3
- Shin, D., & Wang, Z. (2015). The experimentation of matrix for product emotion. *Procedia Manufacturing*, 3, 2295–2302. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.375>
- Simons, R. W., Eng, C., & Mgt, M. I. (1996). Guglielmo Marconi and Early Systems of Wireless Communication. In *GEC REVIEW* (Vol. 11, Issue 1).
- Singh, S., & Singh, N. (2016). Internet of Things (IoT): Security challenges, business opportunities & reference architecture for E-commerce. *Proceedings of the 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things, ICGCIoT 2015*, 1577–1581. <https://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2015.7380718>
- Smith John, B., & Weiss Stephen, F. (1988). Hypertext. *Commun. ACM*, 31(7), 816–819. <https://doi.org/10.1145/48511.48512>
- Spector, J. M., & Allan, H. K. Y. (2016). *Educational Technology Program and Project Evaluation - J. Michael Spector, Allan H.K. Yuen - Google Livros* (1st ed., Vol. 1). Routledge. https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=1yLeCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=MzN7ti-wsS&sig=Cu_H-76yY7KZotXNQmNwj4jNxPI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Sundmaeker, H., & Saint-exupéry, A. De. (2010). *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things* (Issue March).
- Suresh, P., Daniel, J. V., Parthasarathy, V., & Aswathy, R. H. (2014). A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. *2014 International Conference on Science*

- Engineering and Management Research, ICSEMR 2014*, 1–8.
<https://doi.org/10.1109/ICSEMR.2014.7043637>
- Taylor, N., Hurley, U., & Connolly, P. (2016). Making community: The wider role of makerspaces in public life. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*.
<https://doi.org/10.1145/2858036.2858073>
- Temkar, P. R., Gupte, M., & Kalgaonkar, S. (2016). *Internet of Things for Smart Classrooms*. 203–207.
- Tsai, H. H., Hou, X. Y., Yong, Y. M., Chiou, K. C., & Yu, P. T. (2018). Develop the Interactive Feedback Portfolio System with iBeacon Technology Applied in Flipped Classroom Learning Activities. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10949 LNCS, 323–332. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94505-7_26
- Ullah, Z., Ahmad, S., Ahmad, M., & Junaid, M. (2019). *A Preview on Internet of Things (IOT) and its Applications Ata-ur-Rehman*.
- Vairinhos, M. (2014). *Artefactos tangíveis e adaptáveis no ambiente doméstico*.
- van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. In *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 1–14). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_1
- van Kranenburg, R., & Bassi, A. (2012). IoT Challenges. *Communications in Mobile Computing*, 1(1), 9.
<https://doi.org/10.1186/2192-1121-1-9>
- Viseu, A. (2004). Social dimensions of wearable computers: an overview. *Technoetic Arts*, 1(1), 77–82.
<https://doi.org/10.1386/tear.1.1.77/0>
- Vongsingthong, S., & Smachat, S. (2014). INTERNET OF THINGS: A REVIEW OF APPLICATIONS AND TECHNOLOGIES. In *Suranaree J. Sci. Technol* (Vol. 21, Issue 4).
- Walker, D. F. (1992). Methodological issues in curriculum research. In P. Jackson (Ed.), *Handbook of research on curriculum* (1st ed., pp. 98–118). Macmillan.
- Walker, M., Burton, B., & Cantara, M. (2016). *Hype Cycle for Emerging Technologies, 2016*.
<https://www.gartner.com/en/documents/3383817/hype-cycle-for-emerging-technologies-2016>
- Walter, A. (2013). Designing Emotional Experiences. *Delight 2013*.
https://www.youtube.com/watch?v=V4mVLToS_k
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *ETR&D*, 53, 5–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02504682>
- Wang, F., & Reeves, T. C. (2003). Why do teachers need to use technology in their classrooms? Issues, problems, and solutions. *Computers in the Schools*, 20(4), 49–65.
https://doi.org/10.1300/J025v20n04_05
- Weinberger, A., & Fischer, F. (2006). A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. *Computers and Education*, 46(1), 71–95.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.04.003>
- Weiser, M, Gold, R., Brown, J. S., Sprague, B., & Bruce, R. (1999). The origins of ubiquitous computing research at PARC. *IBM Systems Journal*, 38(4), 693–696. <https://doi.org/10.1147/sj.384.0693>

- Weiser, Mark. (1991). The Computer for the 21 st Century. *Scientific American*, 265, 94–105.
- Williams, A. (2009). User-centered design, activity-centered design, and goal-directed design. *Proceedings of the 27th ACM International Conference on Design of Communication - SIGDOC '09*, 1. <https://doi.org/10.1145/1621995.1621997>
- Williams, C. (2007). Research Methods. *Journal of Business & Economic Research*, 5(3), 65–72. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19030/jber.v5i3.2532>
- Wolcott, H. (1988). Mirrors, Modeis and Monitors - Educator Adaptations of the Ethnographic Innovation. In G. . Spindier (Ed.), *Doing the Ethnography of Schooling - Educational Anthropology in Action* (1st ed., pp. 68–91). Waveland Press, Stanford University.
- Xia, F., Yang, L. T., Wang, L., & Vinel, A. (2012). Internet of things. In *International Journal of Communication Systems* (Vol. 25, Issue 9, pp. 1101–1102). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/dac.2417>
- Xie, X.-F., & Wang, Z.-J. (2017). *Integrated In-Vehicle Decision Support System for Driving at Signalized Intersections: A Prototype of Smart IoT in Transportation*.
- Xu, D. (2005). Tangible User Interface for Children An Overview. *Computing, Weiser 1993*.
- Yang, K. J., Chu, H. C., & Yang, K. H. (2016). Using the Augmented Reality Technique to Develop Visualization Mindtools for Chemical Inquiry-Based Activities. *Proceedings - 2015 IIAI 4th International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2015*, 354–357. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2015.222>
- Yang, L., Yang, S. H., & Plotnick, L. (2013). How the internet of things technology enhances emergency response operations. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(9). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.07.011>
- Yu, H., & Zhang, X. (2017). Research on the Application of IoT in E-Commerce. *Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering and IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, CSE and EUC 2017*, 2, 434–436. <https://doi.org/10.1109/CSE-EUC.2017.269>
- Zantalis, F., Koulouras, G., Karabetsos, S., & Kandris, D. (2019). A review of machine learning and IoT in smart transportation. In *Future Internet* (Vol. 11, Issue 4, p. 94). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/FI11040094>
- Zheng, L. (2015). A systematic literature review of design--based research from 2004 to 2013. *Journal of Computers in Education*, 2, 399–420. <https://doi.org/DOI 10.1007/s40692---015---0036---z>
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2015*, 2147–2152. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>
- Zhou, L., Zhang, S., Win, F., & Sun, Y. U. (2015). *Research in the Development Trend of Chinese Higher Education Informatization*. 86–92. <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2015/Michigan/COEN/COEN-13.pdf>
- Zhu, C., Leung, V. C. M., Shu, L., & Ngai, E. C. H. (2015). Green Internet of Things for Smart World. *IEEE Access*, 3, 2151–2162. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2497312>

Apêndices

Apêndice 1 - Conteúdos programáticos por disciplina

Grupo	Dia	Tarefa	Conteúdos programáticos por disciplina			
			Ciências Físicas e Naturais		Geografia	Matemática
			Físico-química	Ciências Naturais		
1.2.1	1	1				
		2				
		3.1	Sustentabilidade na terra - Influência da atividade humana na atmosfera terrestre e no clima	Terra Um Planeta com vida - Condições na Terra que permitem a existência de vida Sustentabilidade na Terra - Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas - Mudança Global --Influência da atividade humana na atmosfera terrestre e no clima		
		3.2				
		3.3			Meio Natural - Riscos e Catástrofes -- Efeitos sobre o homem e sobre o ambiente	
		3.4				
		3.5				
	3.6					
		4.1		Sustentabilidade na Terra - Ecossistemas Causas e Consequências da Poluição - Influência dos agentes poluentes no equilíbrio dos ecossistemas	Fatores que condicionam a agricultura	
		4.2				
		5		Terra no Espaço - Terra -Um Planeta com vida -- Condições da Terra que permitem a existência da vida Sustentabilidade na Terra - Ecossistemas	Fatores que condicionam a agricultura	

		6	Sustentabilidade na terra - Som e Luz -- Propriedades e aplicações da luz		Fatores que condicionam a agricultura	
	2	1				
		2				
		3.1	Terra em Transformação	Sustentabilidade na terra	Meio Natural -Clima e Formações Vegetais -- Estado do Tempo e Clima	
		3.2	- Energia	- Ecossistemas		
		4	-- Transferências de energia	--Fluxo de energia e ciclo de matéria		
		5				
		6	Sustentabilidade na terra			
		7	- Mudança Global			
		8	-- Previsão e descrição do tempo atmosférico			
		9				
		10				
		11				Gráficos de funções afins
		12				Diagramas de Extremos e Quartis
	3	1.1	Terra em Transformação - Materiais -- Propriedades físicas e químicas dos materiais --Transformações físicas e transformações químicas	Sustentabilidade na Terra - Ecossistemas -- Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas		Ambiente e Sociedade - Ambiente e Desenvolvimento Sustentável -- Alterações do ambiente global
		1.2	Sustentabilidade na Terra - Reações Químicas			
		1.3				
		1.4				
		1.5				
		1.6				
		1.7				
		1.8				
1.2.2	1	1				
		2				
		3.1	Sustentabilidade na terra - Influência da atividade humana na atmosfera terrestre e no clima	Terra Um Planeta com vida - Condições na Terra que permitem a existência de vida Sustentabilidade na Terra - Perturbações n equilíbrio dos ecossistemas - Mudança Global --Influência da atividade humana na atmosfera		

			terrestre e no clima		
		3.2			
		3.3		Meio Natural - Riscos e Catástrofes -- Efeitos sobre o homem e sobre o ambiente	
		3.4			
		3.5			
		3.6			
		4.1	Sustentabilidade na Terra - Ecossistemas Causas e Consequências da Poluição - Influência dos agentes poluentes no equilíbrio dos ecossistemas	Fatores que condicionam a agricultura	
		4.2			
		5	Terra no Espaço - Terra -Um Planeta com vida -- Condições da Terra que permitem a existência da vida Sustentabilidade na Terra - Ecossistemas	Fatores que condicionam a agricultura	
		6	Sustentabilidade na terra - Som e Luz -- Propriedades e aplicações da luz	Fatores que condicionam a agricultura	
	2	1			
		2			
		3.1	Terra em Transformação - Energia -- Transferências de energia	Sustentabilidade na terra - Ecossistemas --Fluxo de energia e ciclo de matéria	Meio Natural -Clima e Formações Vegetais -- Estado do Tempo e Clima
		3.2			
		4			
		5			
		6	Sustentabilidade na terra		
		7	- Mudança Global		
		8	-- Previsão e descrição do tempo atmosférico		
		9			
		10			
		11			Gráficos de funções afins
		12			Diagramas de Extremos e Quartis
	3	1.1	Terra em Transformação - Materiais -- Propriedades físicas e químicas dos materiais	Ambiente e Sociedade - Ambiente e Desenvolvement	

			--Transformações físicas e transformações químicas		o Sustentável -- Alterações do ambiente global	
		1.2				
		1.3	Sustentabilidade na Terra	Sustentabilidade na Terra		
		1.4	- Reações Químicas	- Ecossistemas		
		1.5		-- Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas		
		1.6				
		1.7				
		1.8				
1.2.3	1	1.1	Sustentabilidade na terra		Fatores que condicionam a agricultura	
		1.2	- Mudança Global			
		1.3	-- Previsão e descrição do tempo atmosférico			
		1.4			Meio Natural -Clima e Formações Vegetais -- Estado do Tempo e Clima	
		2.1	Terra em Transformação			
		2.2	- Energia -- Transferências de energia			
		3.1	Terra em Transformação	Sustentabilidade na terra		
			- Energia -- Transferências de energia	- Ecossistemas --Fluxo de energia e ciclo de matéria		
		3.2				
	2	1.1	Sustentabilidade na terra		Meio Natural -Clima e Formações Vegetais -- Estado do Tempo e Clima	
		1.2	- Mudança Global			
		2	-- Previsão e descrição do tempo atmosférico			
		3	Sustentabilidade na terra			
		4	- Mudança Global		Meio Natural -Clima e Formações Vegetais -- Estado do Tempo e Clima	
		5	-- Previsão e descrição do tempo atmosférico			
		6				
		7			-Clima e Formações Vegetais -- Estado do Tempo e Clima	Gráficos de funções afins
		8				Diagramas de Extremos e Quartis
	3	1.1	Terra em Transformação	Sustentabilidade na Terra	Ambiente e Sociedade - Ambiente e Desenvolvimento o Sustentável	
			- Materiais -- Propriedades físicas e químicas dos materiais --Transformações físicas e transformações químicas	- Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas - Mudança Global --Influência da atividade humana na atmosfera terrestre e no clima		
		1.2				
		1.3				
		1.4				

			Sustentabilidade na Terra - Reações Químicas	Causas e Conseqüências da Poluição - Influência dos agentes poluentes no equilíbrio dos ecossistemas		
		1.5				

Apêndice 2 - Guião de análise documental

1. Dados da publicação

Título

Autor(es)

Ano de Publicação

Tipo de Publicação

Localização (URL)

Palavras ou conceitos chave

2. Ficha de Leitura

Objeto do estudo/documento

Finalidades do estudo/documento

Metodologia da investigação (se aplicável)

Resumo

Justificação da seleção do documento

Apêndice 3 - Guião de análise documental para projetos

1. Dados do projeto

Título

Autor(es)

--

Ano(s)

--

Publicações

Título	Data	Local

Localização (URL) do projeto

--

Palavras ou conceitos chave

Implicou desenvolvimento de artefacto ->

Público alvo ->

Como recurso Didático/Gestão ou administração de recursos

Resumo

Apêndice 4 - Guião focus group

Guião/Roteiro *focus group*

Este *focus group* tem como objetivos:

- aferir opiniões de professores das áreas de físico-química, ciências naturais, matemática e geografia relativamente às tarefas propostas e o seu contributo para a abordagem a conteúdos das referidas áreas, assim como para a promoção de interdisciplinaridade;
- obter contributos dos professores para a obtenção de uma versão melhorada das tarefas propostas.

Na constituição do grupo estarão no mínimo 5 professores do 3º Ciclo do Ensino Básico, sendo pelo menos um de cada uma das áreas: físico-química; ciências naturais; geografia; e matemática.

A duração máxima prevista para a realização do *focus group* é de 2 horas, estando este tempo, previamente, distribuído por cada um dos 4 momentos descritos de seguida.

Ressalva-se para o facto de que a atividade será alvo de gravação áudio e de registos livres por parte do investigador.

Momento 1 – Introdução (20 min)

Numa primeira fase será contextualizada a realização do *focus group* – > integrado na investigação desenvolvida com vista à obtenção do grau de Doutor em Multimédia em Educação pela Universidade de Aveiro.

Subsequentemente apresentar o projeto de investigação contextualizando com o que é a Internet das Coisas (IdC) e as suas potencialidades e desafios elencados na literatura académica.

Para finalizar o primeiro momento dar-se-á espaço para o esclarecimento de eventuais dúvidas relativas ao projeto, seus objetivos e resultados esperados.

Momento 2 – Opiniões sobre IdC em contextos educativos (30 min)

Neste momento serão dadas indicações de participação aos participantes, de forma a que a sessão decorra de forma organizada, que todos tenham oportunidade de participar e seja possível obter dados.

Indicações:

- Falar uma pessoa de cada vez (de forma a não perturbar a linha de pensamento e ser possível efetuar gravações);
- Evitar discussões paralelas;
- Todos os participantes devem participar expressando a sua opinião.

Questões orientadoras de discussão (salienta-se que estas questões serão introduzidas de forma a gerar debate, sendo a sua ordem de acordo com o seguimento da discussão):

- De que forma a IdC poderá promover aprendizagens ou facilitar o ensino nas vossas disciplinas?
- Qual a vossa opinião relativamente ao potencial da IdC para a promoção de abordagens interdisciplinares entre as disciplinas de Físico-química, Ciências Naturais, Matemática e Geografia?
- Qual poderá ser o impacto da IdC na Educação?
- Que constrangimentos identificam para o uso da IdC em contextos educativos?

Momento 3 – Análise das tarefas desenvolvidas (20 min)

Neste momento serão distribuídas pelos participantes as tarefas desenvolvidas e planificações das sessões, assim como as grelhas onde se refere, para cada momento da tarefa, o(s) conteúdo(s) abordados por disciplina.

Momento 4 – Discussão sobre as tarefas desenvolvidas (50 min)

Neste momento pretende-se uma discussão sobre as tarefas, a sua potencialidade para abordagem dos conteúdos referidos e contributos do grupo para adaptação/melhoria das planificações e tarefas de forma a se potenciar uma abordagem interdisciplinar.

- Qual a vossa opinião geral sobre as tarefas?
- Ainda relativamente às tarefas qual a relação entre elas e os conteúdos mencionados?
- Que sugestões de melhoria das atividades e tarefas têm?
- Caso exista, refiram que outros conteúdos poderão ser abordados nas tarefas apresentadas?
- Na vossa opinião de que forma se poderá potenciar a interdisciplinaridade com estas tarefas?
- Que alterações efetuavam nas tarefas, nomeadamente na ordem de apresentação, texto, forma de apresentação e organização?

Registo de observação – Focus group

Momento	
Professor	
Momento	
Professor	
Momento	

Professor	
Momento	
Professor	

Apêndice 5 - Guião análise tecnologias IdC

Data: _____

Local: _____

1) Microprocessador: _____

Observações	Alternativas

2) Sensores

Sensor	Desempenho	Observações	Alternativa

3) Assemblagem

Alterações necessárias

Desenho esquemático



4) Alimentação: _____

Duração	Observações	Alternativas

5) Plataforma: _____

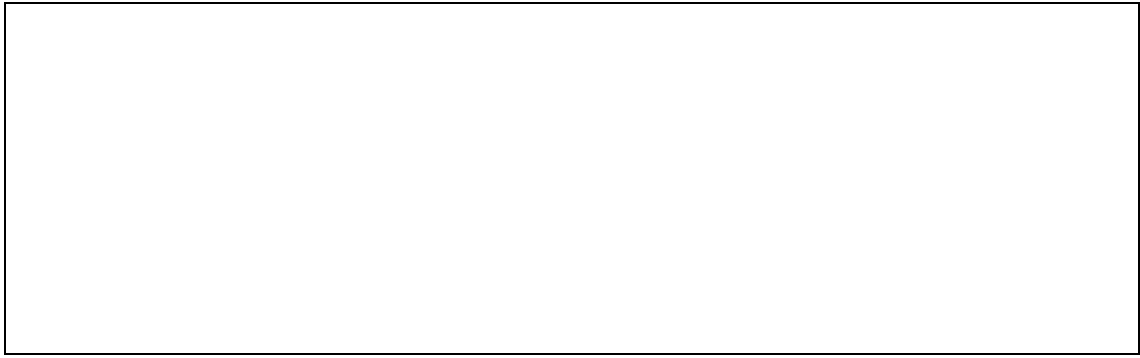
Aberta: _____

Desempenho	Observações	Alternativas

6) Corpo do artefacto (exterior)

Alterações necessárias

Desenho esquemático

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the upper portion of the page.

7) Outras observações

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the middle portion of the page, intended for additional observations.

Apêndice 6 - Guião construção sistemas IdC e estufas (DVD ROM)
Anexado em memória externa.

Apêndice 7 - Guião didático para professores e alunos (DVD ROM)
Anexado em memória externa.

Apêndice 8 - Questionários iniciais para professores e alunos

Questionário inicial – Professores

O projeto PAprlCa – Potenciar Aprendizagens com a Internet das Coisas (paprica.web.ua.pt) visa analisar de que formas se poderá integrar a Internet das Coisas em ambientes educativos. Este projeto está a ser desenvolvido no âmbito de um projeto de tese do Programa Doutoral em Multimédia em Educação, dos Departamentos de Educação e Psicologia e Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro. Tem ainda como parceiro a Fábrica Centro de Ciência Viva.

Como forma de garantir a recolha eficiente de dados, os participantes serão convidados a responder a questionários relativos ao conhecimento e opiniões sobre as tecnologias de Internet das Coisas. Numa fase final do projeto serão inquiridos sobre opiniões e perceções relativamente ao projeto e ao seu possível impacto. No respeitante a dados pessoais, apenas será solicitada a idade, ano de escolaridade e sexo. Em todos os questionários garantir-se-á o anonimato dos sujeitos, de acordo com o disposto na Lei N.º67/98, zelando-se pela confidencialidade, proteção e segurança dos dados. A participação dos intervenientes inquiridos, no âmbito deste estudo, será voluntária e anónima, mediante o consentimento informado e esclarecido dos titulares dos dados. Todo o material recolhido será codificado e tratado de forma anónima e confidencial, respeitando-se o disposto no n.º 2 do artigo 7.º da LPDP, da referida Lei N.º67/98.

Escola: _____

Especialidade: _____

Idade: _____

Anos de serviço: _____

Situação profissional: _____

1. Está familiarizado(a) com o termo Internet das Coisas?

Sim

Não

Se respondeu SIM avance para a questão "2", se respondeu "Não" responda apenas à questão 3

2. Onde ouviu o termo Internet das Coisas pela primeira vez?

3. O que entende por Internet das Coisas?

4. Que possibilidade de aplicação consegue descrever para a Internet das Coisas?

5. Exemplifique que potencialidades poderá ter a Internet das Coisas?

6. Exemplifique que desafios poderá apresentar a Internet das Coisas?

7. Exemplifique que desafios poderá apresentar a Internet das Coisas? (Focando-se na área da Educação)

Questionário inicial - Alunos

O projeto PApriCa – Potenciar Aprendizagens com a Internet das Coisas (paprica.web.ua.pt) visa analisar de que formas se poderá integrar a Internet das Coisas em ambientes educativos. Este projeto está a ser desenvolvido no âmbito de um projeto de tese do Programa Doutoral em Multimédia em Educação, dos Departamentos de Educação e Psicologia e Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro. Tem ainda como parceiro a Fábrica Centro de Ciência Viva.

Como forma de garantir a recolha eficiente de dados, os participantes serão convidados a responder a questionários relativos ao conhecimento sobre as tecnologias de Internet das Coisas, que dispositivos utilizam para aceder à internet e em média quanto tempo estão online (numa fase inicial). Numa fase final do projeto serão inquiridos sobre opiniões e perceções relativamente ao projeto e ao seu possível impacto. No respeitante a dados pessoais, apenas será solicitada a idade, ano de escolaridade e sexo. Em todos os questionários garantir-se-á o anonimato dos sujeitos, de acordo com o disposto na Lei N.º67/98, zelando-se pela confidencialidade, proteção e segurança dos dados. A participação dos intervenientes inquiridos, no âmbito deste estudo, será voluntária e anónima, mediante o consentimento informado e esclarecido dos titulares dos dados. Todo o material recolhido será codificado e tratado de forma anónima e confidencial, respeitando-se o disposto no n.º 2 do artigo 7.º da LPDP, da referida Lei N.º67/98.

Escola: _____

Ano de escolaridade: _____

Idade: _____

1. Quais destes equipamentos possui (tem em sua casa e pode utilizar)? Assinale todos os que se aplicarem

Smartphone	
------------	--

Tablet	
Computador portátil	
Computador de secretária	
Smartwatch	
Consola de videojogos	

2. Como costuma aceder à internet

Não uso	
Através do telemóvel - com dados móveis	
Através do telemóvel - redes wifi	
No computador - redes wifi	
No computador - por cabo	
Outro	

3. Mais ou menos quanto tempo costuma estar na internet?

	Num dia normal de aulas	Num dia normal sem aulas (p.e. fim de semana ou feriados)
Apenas alguns minutos		
Cerca de meia hora		
Cerca de uma hora		
Cerca de uma hora e meia		
Cerca de duas horas		
Cerca de duas horas e meia		
Cerca de três horas		
Cerca de três horas e meia		
Cerca de quatro horas		
Mais de quatro horas		
Nenhum		
Não sei		

4. Tem contas em redes sociais?

Sim_ Não_

5. Está familiarizado(a) com o termo Internet das Coisas?

Sim	
-----	--

Não	
-----	--

Se respondeu SIM avance para a questão "6", se respondeu "Não" avance para a questão "7"

6. Já antes tinha ouvido o termo Internet das Coisas?

Sim_ Não_

7. Se respondeu afirmativamente, indique em que contexto:

Através de familiares	
Através de amigos	
Na escola (professores, clubes, etc...)	
Na televisão (notícias, programas de especialidade, debates, etc...)	
Centros de Ciência	
Internet (redes sociais, artigos, notícias, blogues,	

etc...)	
Outro (Qual?):	

7.1. Se selecionou “Escola”, “Televisão” ou “Internet”, consegue especificar o contexto?

8. Tente explicar o que entende por Internet das Coisas?

9. No mundo que nos rodeia, em que situações acha que a aplicação da IdC é útil?

10. Em que situações do dia-a-dia gostava de utilizar a IdC?

11. Exemplifique que potencialidades poderá ter a Internet das Coisas?

12. Exemplifique que desafios poderá apresentar a Internet das Coisas?

13.1 Já usou alguma aplicação informática durante uma aula de Ciências Naturais, Física, Matemática ou Geografia?

Sim_ Não_

13.2 Se respondeu SIM, consegue identificar qual o nome da aplicação?

Apêndice 9 - Questionários final para professores

Questionário final – Professores

Este Inquérito por questionário visa aferir a opinião/representação dos professores que participaram no estudo relativamente a:

Dispositivo IoT	Nº	Tarefas	Nº	Contexto	Nº
Usabilidade - técnica -pedagógica	1: 1,2,3,6,7, 8,9,11,12	Qualidade (promoção de interdisciplinaridade, de conhecimentos científicos e colaboração)	11.5		11: 8,9,10,11, 12,13,14,15; 13
	1:10, 13		9;10; 11: 1,2,4		
			11.3,7		
Aplicabilidade	1.15	Exequibilidade	11.3;11.8		
Aspeto (estética)					
Dimensões e Portabilidade	1.4;1.5				

Após a dinamização desta atividade em que se recorreu ao uso da Internet das Coisas, solicitamos que responda a este breve questionário de forma a poder avaliar o recurso educativo e o seu potencial para o uso em contextos formais e não-formais de educação com vista à promoção de abordagens interdisciplinares envolvendo as Áreas de Ciências Naturais e Físicas e Matemática.

Escola: ____

Especialidade: ____

Idade: ____

Situação profissional: ____

Dispositivo IoT

Relativamente ao dispositivo de Internet das Coisas:

1) Selecione a opção que melhor se adequa:

	1 Discordo Totalmente	2 Discordo Parcialmente	3 Indeciso	4 Concordo Parcialmente	5 Concordo Totalmente
1.1 A conexão dos vários componentes do dispositivo é intuitiva.					
1.2 O dispositivo é fácil de ligar.					
1.3 O dispositivo é fácil de desligar					
1.4 Relativamente à portabilidade do dispositivo estou satisfeito.					
1.5 Relativamente às dimensões do dispositivo estou satisfeito.					
1.6 É fácil conectar o dispositivo à internet					
1.7 É fácil aceder à plataforma					
1.8 Os dados apresentados no <i>dashboard</i> estão bem organizados					
1.9 Os dados apresentados no <i>dashboard</i> estão apresentados de					

forma clara					
1.10 O modo como os dados são apresentados no <i>dashboard</i> está cientificamente adequado.					
1.11 É fácil aceder ao histórico de dados.					
1.12 Na sua opinião a aplicação para aceder aos dados coletados pelos dispositivos é intuitiva.					
1.13 Este dispositivo facilita o ensino de conteúdos com dados reais obtidos do ambiente próximo.					
1.14 Este dispositivo facilita o ensino de conteúdos de forma contextualizada					
1.15 Penso que este dispositivo será uma mais-valia nas aulas de Ciências					
1.16 Penso que este dispositivo será uma mais-valia na promoção das Ciências					

2) Selecione a opção que melhor se adequa:

	Muito difícil	Difícil	Relativamente Fácil	Fácil	Muito fácil
2.1 Relativamente à utilização do dispositivo IdC por si, na sua					

opinião foi					
2.2 Relativamente à utilização do dispositivo IdC pelos alunos, na sua opinião foi					

3) Relativamente ao dispositivo de Internet das Coisas que aspeto alterava/melhorava?

4) O que acrescentava ao dispositivo?

5) O que retirava do dispositivo?

6) Relativamente às dimensões físicas do dispositivo, qual a sua opinião:

--

7) Face às características do dispositivo e à sua função, qual o seu grau de satisfação?

Muito insatisfeito	Insatisfeito	Satisfeito	Moderadamente satisfeito	Muito satisfeito
--------------------	--------------	------------	--------------------------	------------------

8) De entre os valores abaixo indicados, selecione o intervalo máximo de dinheiro que estaria disponível para dispensar na compra de um dispositivo idêntico:

0 a 50 eur

50 a 100 eur

100 a 150 eur

Mais de 150 eur

Tarefas

9) Na sua opinião os recursos utilizados nestas atividades são promotores de abordagens de conteúdos de:

Disciplina	Assinalar
Ciências Naturais	
Ciências Físicas	
Química	
Matemática	
Geografia	

Outra (qual)	
--------------	--

10) De entre os conteúdos indicados abaixo, selecione aqueles de lhe parecem ter sido abordados com os recursos desta atividade:

Ciências Naturais e Físicas		Matemática	Geografia (eventualmente)
Ciências Naturais	Físico-Química		
Equilíbrio dinâmicos dos ecossistemas	Pressão de um gás	Gráficos de funções e afins	Fatores que condicionam a agricultura
Causas e Consequências da Poluição	Soluções ácidas, básicas e neutras	Diagramas de extremos e quartis	Agricultura sustentável
Influência dos agentes poluentes no equilíbrio dos ecossistemas			

Outros: _____

11) Selecione a opção que melhor se adequa:

	1 Discordo Totalmente	2 Discordo Parcialmente	3 Indeciso	4 Concordo Parcialmente	5 Concordo Totalmente
11.1 As tarefas propostas apresentam tópicos cientificamente corretos.					
11. 2 As tarefas propostas apresentam vocabulário cientificamente correto					
11. 3 O tempo disponibilizado para					

cada tarefa é adequado.					
11. 4 As tarefas mobilizam conhecimentos científicos.					
11. 5 As tarefas promovem uma abordagem interdisciplinar das temáticas.					
11. 6 As tarefas permitem o trabalho colaborativo.					
11. 7 As tarefas permitem o trabalho em grupo.					
11. 8 As tarefas poderiam ser aplicadas em contexto formal de educação.					
11. 9 Utilizaria estas tarefas nas minhas aulas.					
11. 10 Utilizaria estas tarefas em ambientes de educação não formal (por exemplo clubes de ciência)					
11. 11 Recomendo estas tarefas a colegas professores para dinamização com alunos.					
11. 12 Os meus colegas estariam interessados em utilizar este tipo de recursos em ambientes não-formais de educação.					
11. 13 Os meus colegas estariam interessados em utilizar este tipo de recursos em ambientes formais de educação.					

11. 14 Os meus colegas NÃO estão interessados em utilizar este tipo de recursos em ambientes de educação.					
11. 15 Se tivesse oportunidade, traria outras turmas a este espaço para a utilização deste recurso?					

12) Relativamente às tarefas, tem algum comentário a realizar?

Contexto

13) Selecione a opção que melhor se adequa:

	1	2	3	4	5
	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Indeciso	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
13.1 Estive motivado(a) no acompanhamento da realização das tarefas por parte dos alunos.					
13.2 Os alunos mostraram-se					

motivados na realização das tarefas.					
13.3 Os alunos mostraram-se mais motivados para estas atividades do que para as realizadas com o manual escolar.					
13.4 Os alunos mostraram-se motivados na utilização do dispositivo IdC.					
13.5 Gostava que a instituição onde trabalho adquirisse um dispositivo idêntico.					
13.6 Caso tivesse acesso, utilizaria este dispositivo nas minhas aulas.					
13.7 Estas atividades só funcionam em contextos não-formais.					

Apêndice 10 - Questionário final para alunos

Questionário final – alunos

Este Inquérito por questionário visa aferir a opinião/representação dos alunos que participaram no estudo relativamente a:

Dispositivo IoT	Nº	Tarefas	Nº	Contexto	Nº
Usabilidade - técnica	1: 1,2,6,7, 8,11,12; 3;4;5	Qualidade (promoção de interdisciplinaridade, de conhecimentos científicos e colaboração)	8; 9: 1,2,4,5, 6,7.		11
	-pedagógica				
Aplicabilidade	1.15	Exequibilidade	8; 9: 3,8.		
Aspeto (estética)	3;4;5				
Dimensão e Portabilidade	1:4,5; 3;4;5;6				

Após a dinamização das atividades em que se recorreu ao uso da Internet das Coisas, solicitamos que responda a este breve questionário de forma a poder avaliar o recurso educativo e o seu potencial para o uso em contextos formais e não-formais de educação com vista à promoção de abordagens interdisciplinares envolvendo as Áreas de Ciências Naturais e Físicas e Matemática e Geografia.

Escola: ____

Ano de escolaridade: ____

Idade: ____

Dispositivo IoT

Relativamente ao dispositivo de Internet das Coisas:

1) Selecione a opção que melhor se adequa:

	1	2	3	4	5
	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Indeciso	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1.1 A conexão dos vários componentes do dispositivo é intuitiva.					
1.2 O dispositivo é fácil de ligar.					
1.3 O dispositivo é fácil de desligar					
1.4 Relativamente à portabilidade do dispositivo estou satisfeito.					
1.5 Relativamente às dimensões do dispositivo estou satisfeito.					

1.6 É fácil conectar o dispositivo à internet					
1.7 É fácil aceder à plataforma					
1.8 Os dados apresentados no <i>dashboard</i> estão bem organizados					
1.9 Os dados apresentados no <i>dashboard</i> estão apresentados de forma clara					
1.10 O modo como os dados são apresentados no <i>dashboard</i> está cientificamente adequado.					
1.11 É fácil aceder ao histórico de dados.					
1.12 Na sua opinião a aplicação para aceder aos dados coletados pelos dispositivos é intuitiva.					
1.13 Este dispositivo facilita a aprendizagem de conteúdos com dados reais obtidos do					

ambiente próximo.					
1.14 Este dispositivo facilita a aprendizagem de conteúdos de forma contextualizada com o meio envolvente					
1.15 Gostava de continuar a utilizar este dispositivo nas aulas					
1.16 Gostava de saber mais sobre IdC					
1.17 Este dispositivo estimulou-me a saber mais sobre os conteúdos científicos abordados					

2) Selecione a opção que melhor se adequa:

	Muito difícil	Difícil	Relativamente Fácil	Fácil	Muito fácil
2.1 Relativamente à utilização do dispositivo IdC por ti, na sua opinião foi					
2.2 Relativamente a aceder à plataforma foi...					

3) Relativamente ao dispositivo de Internet das Coisas que aspeto alterava/melhorava?

--

4) O que acrescentava ao dispositivo?

--

5) O que retirava do dispositivo?

--

6) Relativamente às dimensões físicas do dispositivo, qual a sua opinião:

--

7) Face às características do dispositivo e à sua função, qual o seu grau de satisfação?

Muito insatisfeito	Insatisfeito	Satisfeito	Moderadamente satisfeito	Muito satisfeito
--------------------	--------------	------------	--------------------------	------------------

Tarefas

8) Relativamente às atividades realizadas, qual o teu grau de satisfação?

Muito insatisfeito	Insatisfeito	Satisfeito	Moderadamente satisfeito	Muito satisfeito
--------------------	--------------	------------	--------------------------	------------------

9) Selecione a opção que melhor se adequa:

	1	2	3	4	5
	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Indeciso	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
9.1 As tarefas propostas apresentam tópicos cientificamente corretos.					
9.2 As tarefas propostas apresentam vocabulário cientificamente correto					
9.3 O tempo disponibilizado para cada tarefa é adequado.					
9.4 As tarefas mobilizam conhecimentos científicos.					
9.5 As tarefas promovem uma abordagem interdisciplinar das temáticas.					
9.6 As tarefas permitem o trabalho colaborativo.					
9.7 As tarefas permitem o trabalho em grupo.					
9.8 As tarefas poderiam ser					

aplicadas em contexto formal de educação.					
9.9 Gostava de utilizar estas tarefas nas minhas aulas.					
9.10 Gostava de utilizar estas tarefas em ambientes de educação não formal (por exemplo clubes de ciência)					

10) Relativamente às tarefas, tem algum comentário a realizar?

Contexto

11) Seleccione a opção que melhor se adequa:

	1	2	3	4	5
	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Indeciso	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente

11.1 Estive motivado(a) na realização das tarefas					
11.2 Estive mais motivado para estas atividades do que para as realizadas com o manual escolar.					
11.3 Estive motivado na utilização do dispositivo IdC.					
11.4 Gostava que a instituição onde estudo adquirisse um dispositivo IdC idêntico.					
11.5 Caso tivesse acesso, gostava de utilizar um dispositivo IdC nas aulas					
11.6 Estas atividades só funcionam em contextos não formais de educação.					

Apêndice 11 - Guião de observação
Guião de observação livre – Estudo empírico

Turma:	Sessão:	Data:	
Objetivos da sessão (preenchido previamente)			
a)			
b)			
c)			
...			

Objetivos da Sessão (Não cumpriu, cumpriu parcialmente, cumpriu totalmente) Porquê?			
a)			
b)			
c)			

Notas gerais sobre a sessão (investigador)

Observações sobre a sessão (por parte dos professores acompanhantes)

Incidentes a registar com alunos, professores e/ou equipamentos

Apêndice 12 - Conteúdos passíveis de serem abordados com IdC (DVD ROM)

Apêndice 13 - Documento para autorização de participação nos questionários



Autorização para participação em questionário

O projeto **PAPRICA** – Potenciar Aprendizagens com a Internet das Coisas (paprica.web.ua.pt) visa analisar de que formas se poderá integrar a Internet das Coisas em ambientes educativos. Este projeto está a ser desenvolvido no âmbito de um projeto de tese do Programa Doutoral em Multimédia em Educação, dos Departamentos de Educação e Psicologia e Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro. Tem ainda como parceiro a Fábrica Centro de Ciência Viva.

Como forma de garantir a recolha eficiente de dados, os participantes serão convidados a responder a questionários relativos ao conhecimento sobre as tecnologias de Internet das Coisas (numa fase inicial) e sobre opiniões e perceções relativamente ao projeto e ao seu possível impacto. No respeitante a dados pessoais, apenas será solicitada a idade, ano de escolaridade e sexo. Em todos os questionários garantir-se-á o anonimato dos sujeitos, de acordo com o disposto na Lei N.º 967/98, zelando-se pela confidencialidade, proteção e segurança dos dados. A participação dos intervenientes inquiridos, no âmbito deste estudo, será voluntária e anónima, mediante o consentimento informado e esclarecido dos titulares dos dados. Todo o material recolhido será codificado e tratado de forma anónima e confidencial, respeitando-se o disposto no n.º 2 do artigo 7.º da LPDP, da referida Lei N.º 967/98.

Face ao exposto, eu _____ (Encarregado de Educação) tomei conhecimento e declaro que autorizo o meu educando _____ (nome do educando) com o Cartão de Cidadão número _____ a participar nos questionários relativos ao projeto **PAPRICA** que decorrerá no presente ano letivo 2018-2019.

_____ de _____ de 201__.

O encarregado de educação

Apêndice 14 - Quadros relativos aos resultados

Neste Apêndice apresentam-se os quadros relativos aos gráficos apresentados no Capítulo 5 – Resultados – Dos recursos desenvolvidos à IdC em Educação.

QUADRO 16- NÍVEL DE SATISFAÇÃO COM O SISTEMA IDC

			Alunos			Professores (n=6)
			Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Nada satisfeito	1		0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
Insatisfeito	2		0% (n=0)	7,69% (n=1)	2,70% (n=1)	0% (n=0)
Indeciso	3		16,67% (n=4)	23,08% (n=3)	18,92% (n=7)	0% (n=0)
Satisfeito	4		50% (n=12)	61,54% (n=8)	54,05% (n=20)	16,67% (n=1)
Muito satisfeito	5		25% (n=6)	7,69% (n=1)	18,92% (n=7)	83,33% (n=5)
Média			4,04	3,69	3,95	4,83
Desvio padrão			0,74	0,72	0,70	0,4
(4+5)			75%	69,23%	72,97%	100%

QUADRO 17 - MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS PARA A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA IDC

			Alunos		
			Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)
Discordo totalmente	1		0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2		0% (n=0)	7,7% (n=1)	2,70% (n=1)
Indeciso	3		8,3% (n=2)	30,8% (n=4)	16,22% (n=6)
Concordo parcialmente	4		70,8% (n=17)	30,8% (n=4)	56,76% (n=21)
Concordo totalmente	5		20,8% (n=5)	30,8% (n=4)	24,3% (n=9)
Média			4,1	3,8	4,0
Desvio padrão			0,525	0,948	0,716

QUADRO 18 - UTILIZAÇÃO FUTURA DO SISTEMA IDC

			Alunos			Professores (n=6)
			Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
1.5 – Gostava de continuar a utilizar este dispositivo	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	7,69% (n=1)	2,70% (n=1)	
	Discordo parcialmente	2	4,17% (n=1)	0% (n=0)	2,70% (n=1)	
	Indeciso	3	8,33%	7,69%	8,11%	

			(n=2)	(n=1)	(n=3)	
	Concordo parcialmente	4	29,17% (n=7)	30,77% (n=4)	29,73% (n=11)	
	Concordo totalmente	5	58,33% (n=14)	53,85% (n=7)	56,76% (n=21)	
	Média		4,4	4,2	4,35	
	Desvio padrão		0,81	1,12	0,94	
11.5 Se eu tivesse acesso, eu gostaria de usar um dispositivo IoT nas aulas	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	7,7% (n=1)	2,70% (n=1)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	8,3% (n=2)	30,8% (n=4)	16,22% (n=6)	16,67% (n=1)
	Concordo parcialmente	4	41,7% (n=9)	15,4% (n=2)	29,73% (n=11)	66,68% (n=4)
	Concordo totalmente	5	50% (n=13)	46,2% (n=6)	51,35% (n=19)	16,67% (n=1)
	Média		4,33	3,90	4,19	4,00
	Desvio padrão		0,62	1,21	0,89	0,58
11.4 Gostava que a instituição onde estudo/trabalho adquirisse um dispositivo IdC idêntico.	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	7,7% (n=1)	2,70% (n=1)	0% (n=0)
	Indeciso	3	20,8% (n=5)	15,4% (n=2)	18,92% (n=7)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	37,5% (n=9)	15,4% (n=2)	29,73% (n=11)	33,34% (n=2)
	Concordo totalmente	5	41,7% (n=10)	61,5% (n=8)	48,65% (n=18)	66,68% (n=4)
	Média		4,20	4,30	4,20	4,67
	Desvio padrão		0,76	0,99	0,85	0,47

QUADRO 19 -SISTEMA IdC PARA A PROMOÇÃO DE CIÊNCIAS

			Alunos			Professores (n=6)
			Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
1.13 Este dispositivo facilita a aprendizagem de conteúdos com dados reais obtidos do ambiente circundante.	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	4,17 % (n=1)	7,69% (n=1)	5,41% (n=2)	0% (n=0)
	Indeciso	3	20,83% (n=5)	15,38% (n=2)	18,92% (n=7)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	41,67 % (n=10)	30,77% (n=4)	37,84% (n=14)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	33,33% (n=8)	46,15 % (n=6)	37,84% (n=14)	100% (n=6)
	Média		4,04	4,15	4,08	5
	Desvio Padrão		0,84	0,95	0,88	0
1.14 Este dispositivo	Discordo totalmente	1	0%	7,69%	2,70%	0%

facilita a aprendizagem de conteúdos de forma contextualizada com o meio envolvente			(n=0)	(n=1)	(n=1)	(n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	25,00% (n=6)	15,38% (n=2)	21,62% (n=8)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	37,50% (n=9)	30,77% (n=4)	35,14% (n=13)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	37,50% (n=9)	46,15% (n=6)	40,54% (n=15)	100% (n=6)
	Média Desvio Padrão		4,13 0,78	4,0 1,11	4,08 0,91	5 0
1.17 - Este dispositivo estimulou a sua curiosidade para aprofundar os conteúdos científicos abordados	Discordo totalmente	1	4,17% (n=1)	7,69% (n=1)	5,41% (n=2)	
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	
	Indeciso	3	33,33% (n=8)	23,08% (n=3)	29,73% (n=11)	
	Concordo parcialmente	4	45,83% (n=11)	38,46% (n=5)	43,24% (n=16)	
	Concordo totalmente	5	16,67% (n=4)	30,77% (n=4)	21,62% (n=8)	
	Média Desvio Padrão		4,2 0,76	4,3 0,99	3,8 0,97	

QUADRO 20- OPINIÕES DOS ALUNOS SOBRE A INTUITIVIDADE DA LIGAÇÃO DOS VÁRIOS COMPONENTES DO DISPOSITIVO

Discordo totalmente	1	12,5% (n=3)
Discordo parcialmente	2	8,33% (n=2)
Indeciso	3	20,83% (n=5)
Concordo parcialmente	4	54,17% (n=13)
Concordo totalmente	5	4,17% (n=1)
Média		3,25
Desvio Padrão		1,13

QUADRO 21 - FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO DO DISPOSITIVO - ALUNOS E DOCENTES

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Muito difícil	1	8,33% (n=2)	0% (n=0)	5,405% (n=2)	16,67% (n=1)
Difícil	2	8,33%	0%	5,405%	83,33%

		(n=2)	(n=0)	(n=2)	(n=5)
Relativamente fácil	3	25% (n=6)	30,77% (n=4)	27,03% (n=10)	0% (n=0)
Fácil	4	50% (n=12)	53,85% (n=7)	51,35% (n=19)	0% (n=0)
Muito fácil	5	8,33% (n=2)	15,3846% (n=2)	10,81% (n=4)	0% (n=0)
Média		3,42	3,85	3,57	1,83
Desvio padrão		1,03	0,66	0,95	0,37
(4+5)		58,33%	69,23%	64,16%	0%

QUADRO 22 - PERCEÇÃO DOS DOCENTES RELATIVAMENTE À UTILIZAÇÃO DO DISPOSITIVO IDC PELOS ALUNOS

		Professores (n=6)
Muito difícil	1	0% (n=0)
Difícil	2	0% (n=0)
Relativamente fácil	3	0% (n=0)
Fácil	4	66,67% (n=4)
Muito fácil	5	33,33% (n=2)
Média		4,33
Desvio padrão		0,47

QUADRO 23 – DIFICULDADE EM LIGAR O DISPOSITIVO

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	12,5% (n=3)	0% (n=0)	8,11% (n=3)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	16,7% (n=4)	30,77% (n=4)	21,62% (n=8)	0% (n=0)
Indeciso	3	25% (n=6)	38,46% (n=5)	29,729% (n=11)	33,33% (n=2)
Concordo parcialmente	4	29,2% (n=7)	15,38% (n=2)	24,32% (n=9)	66,66% (n=4)
Concordo totalmente	5	16,7% (n=4)	15,38% (n=2)	16,216% (n=6)	0% (n=0)
Média		3,21	3,15	3,19	3,67
Desvio padrão		1,26	1,03	1,18	0,47
(4+5)		45,9%	30,76%	40,54%	66,66%

QUADRO 24 - FACILIDADE DE DESLIGAR O DISPOSITIVO

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	0 (n=0)	7,69% (n=1)	2,70% (n=1)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	4,17% (n=1)	7,69% (n=1)	5,41% (n=2)	0% (n=0)
Indeciso	3	12,5% (n=3)	15,38% (n=2)	16,22% (n=6)	0% (n=0)
Concordo parcialmente	4	29,17% (n=8)	23,08% (n=3)	27,03% (n=11)	0% (n=0)
Muito fácil	5	50% (n=12)	46,16% (n=6)	48,65% (n=18)	100% (n=6)
Média		4,25	3,92	4,14	5
Desvio padrão		0,88	1,27	1,04	0
(4+5)		79,17%	69,23%	75,68%	100%

QUADRO 25 – DIFICULDADE EM CONECTAR O DISPOSITIVO À INTERNET

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	4,17% (n=1)	38,46% (n=5)	16,22% (n=6)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	33,33% (n=8)	30,77% (n=4)	32,43% (n=12)	0% (n=0)
Indeciso	3	33,33% (n=8)	7,69% (n=1)	24,32% (n=9)	33,33% (n=2)
Concordo parcialmente	4	29,17% (n=7)	23,08% (n=3)	27,03% (n=10)	66,66% (n=4)
Concordo totalmente	5	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
Média		2,88	2,15	2,62	3,67
Desvio padrão		0,88	1,17	1,05	0,47
(4+5)		29,17%	23,08%	27,03%	66,66%

QUADRO 26 - FACILIDADE EM ACEDER À PLATAFORMA DE DADOS

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	4,167% (n=1)	15,38% (n=2)	8,11% (n=3)	0% (n=0)
Indeciso	3	20,83% (n=5)	30,77% (n=4)	24,32% (n=9)	0% (n=0)
Concordo parcialmente	4	41,67% (n=10)	15,38% (n=2)	32,43% (n=12)	66,66% (n=4)
Concordo totalmente	5	33,33% (n=8)	38,46% (n=5)	35,14% (n=13)	33,33% (n=2)
Média		4,04	3,77	4,00	4,33
Desvio padrão		0,84	1,12	0,96	0,47
(4+5)		75%	53,85%	67,57%	100%

QUADRO 27 - INTUITIVIDADE DA PLATAFORMA PARA VISUALIZAÇÃO DOS DADOS

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	0% (n=0)	7,69% (n=1)	2,70% (n=1)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	4,17% (n=1)	7,69% (n=1)	5,41% (n=2)	0% (n=0)
Indeciso	3	54,17% (n=13)	38,46% (n=5)	48,65% (n=18)	83,33% (n=5)
Concordo parcialmente	4	29,17% (n=7)	15,38% (n=2)	24,32% (n=9)	16,67% (n=1)
Concordo totalmente	5	12,50% (n=3)	30,77% (n=4)	18,92% (n=7)	0% (n=0)
Média		3,5	3,54	3,51	3,17
Desvio padrão		0,76	1,22	0,95	0,37
(4+5)		41,67%	44,55%	43,24%	16,67%

QUADRO 28 - ACESSO AO HISTÓRICO DE DADOS NA PLATAFORMA (DIFICULDADE)

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	12,50%	7,69%	10,81%	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	25,00%	15,38%	21,62%	0% (n=0)
Indeciso	3	29,17%	38,46%	32,43%	0% (n=0)
Concordo parcialmente	4	29,17%	15,38%	24,32%	83,33% (n=5)
Concordo totalmente	5	4,17%	23,08%	10,81%	16,67% (n=1)
Média		2,88	3,31	3,33	4,33
Desvio padrão		1,09	1,20	1,15	0,47
(4+5)		33,33%	38,46%	35,14%	100%

QUADRO 29 - QUALIDADE DOS DADOS APRESENTADOS NO DASHBOARD

Questão			Grupo 1	Grupo 2	Total	Professores
			(n=24)	(n=13)	(n=37)	(n=6)
Os dados apresentados no dashboard estão bem organizados	Discordo totalmente	1	4,17% (n=1)	0% (n=0)	2,70% (n=1)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	8,33% (n=2)	30,77% (n=4)	16,22% (n=6)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	62,5% (n=15)	7,69% (n=1)	43,24% (n=16)	100% (n=6)
	Concordo totalmente	5	25% (n=6)	61,58% (n=8)	37,87% (n=14)	0% (n=0)
	Média		4,04	4,31	4	4
	Desvio padrão		0,84	0,91	0,87	0
(4+5)		87,5%	69,23%	81,08%	100%	
Os dados apresentados no dashboard são apresentados de forma clara	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	4,17% (n=1)	7,69% (n=1)	5,41% (n=2)	0% (n=0)
	Indeciso	3	25% (n=6)	23,08% (n=3)	24,32% (n=9)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	54,17% (n=13)	46,15% (n=6)	51,35% (n=19)	100% (n=6)
	Concordo totalmente	5	16,67% (n=4)	23,08% (n=3)	18,92% (n=7)	0% (n=0)
	Média		3,83	3,85	4	4
	Desvio padrão		0,75	0,86	0,79	0
(4+5)		70,83%	69,23%	70,27%	100%	

O modo como os dados são apresentados no dashboard é cientificamente adequado.	Discordo totalmente	1	4,17% (n=1)	0% (n=0)	2,70% (n=1)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	16,67% (n=4)	46,15% (n=6)	27,03% (n=10)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	58,33% (n=14)	30,77% (n=4)	45,95% (n=18)	100% (n=6)
	Concordo totalmente	5	20,83% (n=5)	23,08% (n=3)	21,62% (n=8)	0% (n=0)
	Média		3,83	3,77	4	4
	Desvio padrão		0,94	0,80	0,90	0
	(4+5)		79,16%	53,85%	67,57%	100%

QUADRO 30 - SATISFAÇÃO RELATIVAMENTE ÀS DIMENSÕES FÍSICAS DO DISPOSITIVO

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	4,17% (n=1)	7,69% (n=1)	5,41% (n=2)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
Indeciso	3	0% (n=0)	30,77% (n=4)	10,81% (n=4)	0% (n=0)
Concordo parcialmente	4	66,67% (n=16)	30,77% (n=4)	54,05% (n=20)	0 (n=0)
Concordo totalmente	5	29,17% (n=7)	30,77% (n=4)	29,73% (n=11)	100% (n=6)
Média		4,17	3,77	4,03	5
Desvio padrão		0,80	1,12	0,94	0
	(4+5)	95,83%	61,54%	83,78%	100%

QUADRO 31 - SATISFAÇÃO RELATIVAMENTE À PORTABILIDADE DO DISPOSITIVO

		Alunos			Professores (n=6)
		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Dois grupos (n=37)	
Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
Discordo parcialmente	2	8,33 % (n=2)	0% (n=0)	5,41% (n=1)	0% (n=0)
Indeciso	3	8,33% (n=2)	38,46% (n=5)	18,92% (n=7)	0% (n=0)
Concordo parcialmente	4	54,17% (n=13)	38,46% (n=5)	48,65% (n=18)	66,67% (n=4)
Concordo totalmente	5	29,17% (n=7)	23,08% (n=3)	27,03% (n=10)	33,33% (n=2)
Média		4,04	3,85	3,97	4,33
Desvio padrão		0,84	0,77	0,82	0,47
(4+5)		83,33%	61,54%	75,68%	100%

QUADRO 32 - GRAU DE SATISFAÇÃO COM AS TAREFAS REALIZADAS COM OS DADOS DA IDC NA SALA DE AULA

		Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Grupo 3 (n=40)	Total (n=77)
Nada satisfeito	1	0% (n=0)	0% (n=0)	2,5% (n=1)	1,3% (n=1)
Insatisfeito	2	0% (n=0)	7,70% (n=1)	5% (n=2)	3,9% (n=3)
Indeciso	3	12,5% (n=3)	15,4% (n=2)	10% (n=4)	11,7% (n=9)
Satisfeito	4	54,2% (n=13)	38,5% (n=5)	60% (n=24)	54,6% (n=42)
Muito satisfeito	5	33,3% (n=8)	38,5% (n=5)	22,5% (n=9)	28,6% (n=22)
Média		4,21	4,08	4,0	4,1
Desvio padrão		0,64	0,92	0,87	0,82
(4+5)		87.5%	76.9%	82.5%	83.2%

QUADRO 33 - OPINIÕES DOS ALUNOS SOBRE AS TAREFAS REALIZADAS COM OS DADOS DA IDC NA SALA DE AULA

Questão			Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Grupo 3 (n=40)	Total (n=77)	Professores (n=6)
As tarefas propostas apresentam tópicos cientificamente corretos	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	2,5% (n=1)	1,3% (n=1)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	20,8% (n=5)	30,8% (n=4)	12,5% (n=5)	18,2% (n=14)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	66,7% (n=16)	23,1% (n=3)	50% (n=20)	50,6% (n=39)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	12,5% (n=3)	46,2% (n=6)	35% (n=14)	29,9% (n=23)	100% (n=6)
	Média Mediana Desvio padrão		3,9 4,0 0,57	4,2 4,0 0,86	4,2 4,0 0,82	4,1 4,0 0,77	5 5 0
9.2 As tarefas propostas apresentam um vocabulário cientificamente correto	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	2,5% (n=1)	1,3% (n=1)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	4,2% (n=1)	0% (n=0)	0% (n=0)	1,3% (n=1)	0% (n=0)
	Indeciso	3	29,2% (n=6)	46,2% (n=6)	15% (n=6)	23,4% (n=18)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	37,5% (n=9)	23,1% (n=3)	42,5% (n=17)	37,7% (n=29)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	29,2% (n=7)	30,8% (n=4)	40% (n=16)	35,1% (n=27)	100% (n=6)
	Média Mediana Desvio padrão		3,9 4,0 0,86	3,8 4,0 0,86	4,2 4,0 0,78	4,1 4,0 0,84	5 5 0
9.3 O tempo disponível para cada tarefa é adequado	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	2,5% (n=1)	1,3% (n=1)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	16,7% (n=4)	23,1% (n=3)	10% (n=4)	14,3% (n=11)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	50% (n=12)	23,1% (n=3)	50% (n=20)	45,5% (n=35)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	33,3% (n=8)	53,8% (n=7)	37,5% (n=15)	39% (n=30)	100% (n=6)
	Média Mediana Desvio padrão		4,2 4,0 0,69	4,3 5,0 0,821	4,2 4,0 0,81	4,2 4,0 0,78	5 5 0
9.4 As tarefas mobilizam o conhecimento científico	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	2,5% (n=1)	1,3% (n=1)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	25% (n=6)	38,5% (n=5)	7,5% (n=3)	18,2% (n=14)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	45,8% (n=11)	46,2% (n=6)	70% (n=28)	58,4% (n=45)	0% (n=0)
	Concordo	5	29,2% (n=7)	15,4% (n=2)	20% (n=8)	22,1% (n=17)	100% (n=6)

	totalmente		(n=7)	(n=2)	(n=8)	(n=17)	(n=6)
	Média		4,0	3,8	4,1	4,0	5
	Mediana		4,0	4,0	4,0	4,0	5
	Desvio padrão		0,74	0,69	0,70	0,72	0
9.5 As tarefas promovem uma abordagem interdisciplinar das questões	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	5% (n=2)	2,6% (n=2)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	2,5% (n=1)	1,3% (n=1)	0% (n=0)
	Indeciso	3	16,7% (n=4)	53,8% (n=7)	17,5% (n=7)	23,4% (n=18)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	54,2% (n=13)	15,4% (n=2)	57,5% (n=24)	50,6% (n=39)	33,33% (n=2)
	Concordo totalmente	5	29,2% (n=7)	30,8% (n=4)	17,5% (n=7)	23,4% (n=18)	66,66% (n=4)
	Média		4,1	3,8	3,8	3,9	4,67
Mediana		4,0	3,0	4,0	4,0	5	
Desvio padrão		0,67	0,89	0,93	0,86	0,47	
9.6 As tarefas permitem o trabalho colaborativo (todo o trabalho é feito por todos juntos)	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	7,5% (n=3)	3,9% (n=3)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	4,2% (n=1)	0% (n=0)	7,5% (n=3)	5,2% (n=4)	0% (n=0)
	Indeciso	3	8,3% (n=2)	23,1% (n=3)	7,5% (n=3)	10,4% (n=8)	16,66% (n=1)
	Concordo parcialmente	4	41,7% (n=10)	7,7% (n=1)	37,5% (n=15)	33,8% (n=26)	66,66% (n=4)
	Concordo totalmente	5	45,9% (n=11)	69,2% (n=9)	40% (n=16)	46,8% (n=36)	16,66% (n=1)
	Média		4,3	4,5	4,0	4,1	4
Mediana		4,0	5,0	4,0	4,0	4	
Desvio padrão		0,79	0,84	1,20	1,05	0,58	
9.7 As tarefas permitem o trabalho cooperativo (o trabalho é realizado por todos, cada um desenvolvendo apenas a parte que lhe foi atribuída)	Discordo totalmente	1	4,2% (n=1)	0% (n=0)	10% (n=4)	6,5% (n=5)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	7,7% (n=1)	2,5% (n=1)	2,6% (n=2)	0% (n=0)
	Indeciso	3	16,7% (n=4)	23,1% (n=3)	20% (n=8)	19,5% (n=15)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	41,7% (n=10)	7,7% (n=1)	30% (n=12)	29,9% (n=23)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	37,5% (n=9)	61,5% (n=8)	37,5% (n=15)	41,6% (n=32)	100% (n=6)
	Média		4,1	4,2	3,8	4,0	5
Mediana		4,0	5,0	4,0	4,0	5	
Desvio padrão		0,95	1,05	1,243	1,14	0	

QUADRO 34 - OPINIÕES DOS ALUNOS SOBRE A MOTIVAÇÃO PARA REALIZAR AS TAREFAS COM OS DADOS DA IdC NA SALA DE AULA

Questão			Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Grupo 3 (n=40)	Total (n=77)
11.1 Eu estava motivado a realizar as tarefas	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	5% (n=2)	2,6% (n=2)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	7,7% (n=1)	7,5% (n=3)	5,2% (n=4)
	Indeciso	3	8,3% (n=2)	15,4% (n=2)	17,5% (n=7)	14,3% (n=11)
	Concordo parcialmente	4	37,5% (n=9)	38,5% (n=5)	37,5% (n=15)	37,7% (n=29)
	Concordo totalmente	5	54,1% (n=13)	38,5% (n=5)	32,5% (n=13)	40,3% (n=31)
	Média Mediana Desvio padrão		4,5 5,0 0,64	4,1 4,0 0,98	3,9 4,0 1,10	4,1 4,0 0,99
11.2 Tenho estado mais motivado para estas actividades do que para as realizadas com os livros escolares.	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	7,7% (n=1)	12,5% (n=5)	7,8% (n=6)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	5% (n=2)	2,6% (n=2)
	Indeciso	3	12,5% (n=3)	15,4% (n=2)	7,5% (n=3)	10,4% (n=8)
	Concordo parcialmente	4	29,1% (n=7)	23,1% (n=3)	37,5% (n=15)	32,5% (n=25)
	Concordo totalmente	5	58,3% (n=14)	53,4% (n=7)	37,5% (n=15)	46,8% (n=36)
	Média Mediana Desvio padrão		4,5 5,0 0,71	4,2 5,0 1,17	3,8 4,0 1,32	4,1 4,0 1,17
11.3 Estive motivado(a) na utilização do dispositivo IdC.	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	5% (n=2)	2,6% (n=2)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	7,7% (n=1)	0% (n=0)	1,3% (n=1)
	Indeciso	3	8,3% (n=2)	30,8% (n=4)	17,5% (n=7)	16,9% (n=13)
	Concordo parcialmente	4	70,8% (n=17)	30,8% (n=4)	37,5% (n=15)	46,8% (n=36)
	Concordo totalmente	5	20,8% (n=5)	30,8% (n=4)	40% (n=16)	32,5% (n=25)
	Média Mediana Desvio padrão		4,1 4,0 0,53	3,8 4,0 0,95	4,1 4,0 1,01	4,1 4,0 0,88

QUADRO 35 - OPINIÕES DOS ALUNOS SOBRE OS CONTEXTOS EDUCATIVOS

Questão			Grupo 1 (n=24)	Grupo 2 (n=13)	Grupo 3 (n=40)	Total (n=77)	Professores (n=6)
9.8 As tarefas poderiam ser aplicadas em um contexto formal de educação	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	5% (n=2)	2,6% (n=2)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	4,2% (n=1)	0% (n=0)	2,5% (n=1)	2,6% (n=2)	0% (n=0)
	Indeciso	3	37,5% (n=9)	23,1% (n=3)	15% (n=6)	23,4% (n=18)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	41,7% (n=10)	46,2% (n=6)	50% (n=20)	46,8% (n=36)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	16,7% (n=4)	30,8% (n=4)	27,5% (n=11)	24,7% (n=19)	100% (n=6)
	Média Mediana Desvio padrão			3,7 4,0 0,79	4,1 4,0 0,73	3,9 4,0 0,99	3,9 4,0 0,89
9.9 Eu gostaria de resolver estas tarefas nas minhas aulas.	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	7,7% (n=1)	10% (n=4)	6,5% (n=5)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
	Indeciso	3	12,5% (n=3)	7,7% (n=1)	12,5% (n=5)	11,7% (n=9)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	45,9% (n=11)	15,4% (n=2)	45% (n=18)	40,3% (n=31)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	41,7% (n=10)	69,2% (n=9)	32,5% (n=13)	42,6% (n=32)	100% (n=6)
	Média Mediana Desvio padrão			4,3 4,0 0,68	4,4 5,0 1,15	3,9 4,0 1,16	4,1 4,0 1,05
9.10 Eu gostaria de resolver estas tarefas em ambientes de educação não formal (por exemplo, clubes científicos)	Discordo totalmente	1	0% (n=0)	0% (n=0)	10% (n=4)	5,2% (n=4)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	8,3% (n=2)	7,7% (n=1)	0% (n=0)	3,9% (n=3)	0% (n=0)
	Indeciso	3	33,3% (n=8)	30,8% (n=4)	22,5% (n=9)	27,3% (n=21)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	37,5% (n=9)	15,4% (n=2)	50% (n=20)	40,3% (n=31)	0% (n=0)
	Concordo totalmente	5	20,8% (n=5)	46,2% (n=6)	17,5% (n=7)	23,4% (n=18)	100% (n=6)
	Média Mediana Desvio padrão			3,7 4,0 0,89	4,0 4,0 1,04	3,7 4,0 1,09	3,7 4,0 1,03
11.6 Estas atividades funcionam melhor em contextos não formais de educação	Discordo totalmente	1	8,3% (n=2)	0% (n=0)	5% (n=2)	5,2% (n=4)	0% (n=0)
	Discordo parcialmente	2	4,2% (n=1)	7,7% (n=1)	2,5% (n=1)	3,9% (n=3)	0% (n=0)
	Indeciso	3	25% (n=6)	38,5% (n=5)	25% (n=10)	27,27% (n=21)	0% (n=0)
	Concordo parcialmente	4	45,8% (n=11)	15,4% (n=2)	42,5% (n=17)	38,96% (n=30)	100% (n=6)

	Concordo totalmente	5	16,7% (n=4)	38,5% (n=5)	25% (n=10)	24,7% (n=19)	0% (n=0)
	Média		3,6	3,8	3,8	3,8	4
	Mediana		4,0	4,0	4,0	4,0	4
	Desvio padrão		1,08	1,03	1,01	1,03	0

Anexos

Anexo 1 - Condições para produção do cebolo

Cebola (*Allium cepa*)

Classificação científica

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Liliopsida

Ordem: Asparagales

Família: Alliaceae

Gênero: *Allium*

Espécie *A. cepa*

Porquê a escolha de *Allium cepa*

- das hortícolas mais produzidas no mundo (acrescentar dados oficiais)
- das hortícolas mais produzidas no país (acrescentar dados oficiais)
- de rápida germinação
- planta comum no meio de desenvolvimento do estudo

Características de germinação

- Ocorre entre uma e duas semanas
- Temperatura ideal entre 1°C e 25°C - sendo que se regista maior germinação e velocidade de germinação em temperaturas de 25°C²²(<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/936060/1/Fran2.pdf>)
- A uma temperatura de 25°C a germinação ocorre ao 5.º dia.
- No intervalo de temperatura entre 5°C e 25°C, tem-se verificado o aumento quase linear da germinação da semente com o aumento da temperatura

²² PINHEIRO GS; ANGELOTTI F; COSTA ND; DANTAS BF; SANTANA CVS; RODRIGUES DR; SILVA LBF; FERREIRA LCA. 2012. Germinação de sementes de cebola sob diferentes temperaturas. Horticultura Brasileira 30: S7961-S7966.

- A partir de 25°C regista-se uma quebra na germinação

Características de crescimento

- Temperatura ideais para a bulbificação entre 15 e 25°C
- pode atingir cerca de 60cm
- Temperatura do solo amena e moderada
- temperatura do ar ideal entre 10º e 35º (RESENDE et al., 2007)

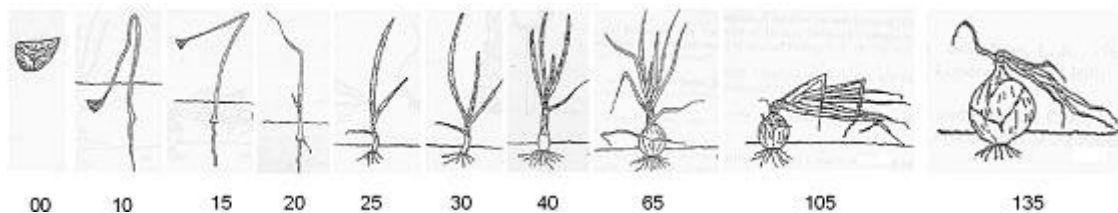
Características do solo

Fértil e rico em matéria orgânica, todavia não carece de disponibilidade de nitrogênio.

O pH ideal varia entre 5,5 e 6,8.

Irrigação

Solo deve manter-se húmido durante a fase de crescimento, assim que os bulbos estão formados deve diminuir-se a quantidade de água (de forma a que o solo não fique encharcado para não apodrecer os bolbos) e cessar a rega na altura da colheita.



Fonte: UPOV. *Guidelines for conduct of test for distinctness, uniformity and stability of Allium cepa and Allium ascalonicum*. Genebra: UPOV, 1999. 40 p.

(http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg046_06.pdf)

Segundo a FAO (2011), China, Índia e os EUA são os principais produtores mundiais de cebola, representando 51,6% da produção mundial.