

# **O SIMULADOR *PHOTOLAB* NUM ESPAÇO DE APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DO PROCESSO CIENTÍFICO**

Relatório de projeto

Rita Sofia Ramalho dos Santos

Trabalho realizado sob a orientação de

Professor Doutor Filipe Santos, Instituto Politécnico de Leiria

Leiria, maio de 2018

Mestrado em Utilização Pedagógica das TIC

ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS SOCIAIS

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA

À Maria, ao bebé, ao Francisco e à minha mãe

## AGRADECIMENTOS

À direção do agrupamento, colegas, alunos e encarregados de educação por me permitirem desenvolver este estudo.

Ao meu orientador, Professor Filipe Santos, que tão bem fez o seu papel de me orientar, de me mostrar um rumo quando estava perdida e por tanto me incentivar a progredir.

À Marília por me ter acompanhado e apoiado nesta aventura.

À Dina, Nelson e Sílvia por me terem ajudado quando precisei deles.

Às madrinhas da minha filha e aos seus avós por me terem ajudado com ela sempre que precisei.

Ao meu pai por dele ter herdado a determinação, a resiliência e o não virar as costas a uma luta.

À minha irmã que, por ser o oposto de mim, sempre me ajudou a evoluir enquanto pessoa e por sempre ter acreditado em mim e nas minhas capacidades.

Ao Francisco por todo apoio, compreensão e incentivo e por ter feito de pai e mãe tantas vezes.

À minha querida filha Maria que, só por existir já enche a minha vida de sentido e sempre aceitou a dedicação da mãe a este trabalho.

À minha mãe que sempre foi a pessoa que mais me incentivou na vida académica, que acreditava nas minhas capacidades e esperava sempre grandes resultados, mesmo quando eu me sentia insegura e incapaz. *Um dia terminei a licenciatura e ofereci-te um ramo de flores com um cartão que dizia que acabámos a nossa licenciatura. Em breve espero poder “dizer-te” que já somos mestres. Foi com a tua força que consegui! O meu amor por ti é eterno e nem a morte impede que te sinta presente.*

## RESUMO

No âmbito das Ciências Naturais, o desenvolvimento de competências do processo científico é fundamental para uma aprendizagem plena da disciplina. O trabalho laboratorial é muitas vezes a estratégia privilegiada para promover uma investigação de cariz experimental, mas podem existir alguns constrangimentos à sua realização. Assim, além de estratégias de ensino mais tradicional, o recurso às tecnologias da informação e comunicação pode operacionalizar estratégias diferentes para a aprendizagem dessas competências.

O objetivo deste estudo é verificar se a utilização de um simulador inserido num espaço de aprendizagem por *Inquiry Based Learning*, poderá facilitar a aprendizagem dos alunos relativamente às competências integradas do processo científico. Por um lado, pretende-se averiguar a importância da utilização das ferramentas digitais aprendizagem (simulador e ferramentas de apoio) e, por outro, pretende-se constatar a importância da metodologia de aprendizagem por investigação no desenvolvimento dessas competências. A importância do papel do professor neste processo de ensino-aprendizagem também é alvo de análise, bem como a perceção dos alunos relativamente a este tipo de recurso e estratégia. A investigação seguiu uma metodologia de cariz qualitativo, operacionalizada num estudo de caso, com alunos de duas turmas do 8º ano de escolaridade, da Escola Básica de Santa Catarina da Serra.

Os resultados evidenciaram que a estratégia pedagógica em estudo foi eficaz para promover o desenvolvimento de competências científicas e que, quer as ferramentas TIC, quer a metodologia utilizada, quer o papel do professor tiveram a sua importância nesse processo de aprendizagem.

### **Palavras chave**

Ciências Naturais, Competências do processo científico, Espaço de aprendizagem por investigação (ILS), *Inquiry Based Learning* (IBL), Projeto Go-Lab, Simulador *Photolab*.

## ABSTRACT

In the field of Natural Sciences, developing skills related to the scientific process is key for fully learning a subject. Laboratory work is often the preferred strategy for conducting experimental research; however there may be some constraints to it. Thus, in addition to more traditional teaching strategies, the use of information and communication technologies (ICT) can help put in place different strategies for learning these skills.

The aim of this study is to verify whether using a simulator integrated in a learning space through Inquiry Based Learning can help easing the students' learning process regarding the integrated scientific process skills. The intention is, on the one hand, to analyse the importance of using digital learning tools (simulator and support tools) and, on the other hand, to demonstrate the importance of the Inquiry Based Learning methodology in the development of these skills. The importance of the teacher's role in this learning process is also examined, as well as the students' perception of this kind of resources and strategies. This investigation followed a qualitative methodology, which materialized in a case study involving students of two 8th grade classes from the Basic School of Santa Catarina da Serra.

The results have shown that the pedagogical strategy under study was effective in promoting the development of scientific skills and that both the ICT tools and the methodology, as well as the teacher's role, had an impact in this learning process.

### **Keywords**

Natural Sciences, Science Process Skills, Inquiry Learning Space (ILS), Inquiry Based Learning (IBL), Go-Lab Project, *Photolab* Simulator.

# ÍNDICE GERAL

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract.....	v
Índice Geral .....	vi
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Tabelas .....	x
Índice de Gráficos.....	xi
Abreviaturas.....	xii
Capítulo I - Introdução .....	1
1.Contextualização do estudo .....	1
2.Questões e objetivos de investigação .....	3
3. Estrutura do relatório do projeto.....	4
Capítulo II - Enquadramento contextual .....	6
1.Educação na sociedade atual .....	6
1.1 Potencialidades pedagógicas da utilização das TIC .....	7
1.2 Desafios à utilização pedagógicas das TIC .....	8
1.3 Papel do professor e do aluno.....	10
Capítulo III - Ensino e aprendizagem de Ciências .....	12
1.Literacia científica.....	12
1.1.Níveis de literacia científica em Portugal.....	14
2.Enquadramento Normativo e orientações curriculares para o ensino de Ciências Naturais.....	15
3. Metodologias de ensino em ciências .....	17
3.1 Atividades práticas, laboratoriais, de campo e experimentais.....	19

4. Desenvolvimento de Competências do Processo Científico .....	20
Capítulo IV - Simuladores educativos .....	25
1. Definição de simuladores educativos .....	25
2. Potencialidades da utilização de simuladores educativos .....	26
Capítulo V - Aprendizagem por investigação - <i>Inquiry Based Learning</i> (IBL).....	31
Capítulo VI - Projeto de implementação .....	34
1. Caracterização do contexto .....	34
2. Recursos .....	35
2.1 Fichas de trabalho de pré e pós-intervenção.....	35
2.2 ILS com o simulador educativo e ferramentas de apoio à aprendizagem por investigação .....	36
3. Realização da atividade prática do tipo experimental no ILS com o simulador <i>Photolab</i> .....	39
Capítulo VII - Metodologia do projeto.....	40
1. Paradigma Interpretativo (Qualitativo) e metodologia.....	40
1.1. Métodos qualitativos .....	41
1.2. Estudo de Caso .....	41
2. Seleção da amostra .....	42
3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	43
4. Técnicas de análise e tratamento de dados .....	47
5. Credibilidade da Investigação .....	47
6. Princípios éticos .....	48
Capítulo VIII – Apresentação e análise de dados e discussão de resultados.....	49
Parte I – Mobilização de competências relacionadas com o processo científico .....	49
Parte II – Processos de intervenção/dinâmica para mobilização da competência «Controlo e manipulação de variáveis» durante a atividade experimental no ILS utilizando o simulador e as ferramentas de apoio à aprendizagem .....	68
Parte III – Análise da perceção dos alunos.....	77

Capítulo IX – Conclusões.....	82
1. Conclusões do estudo .....	82
2. Limitações do estudo .....	87
3. Trabalho futuro .....	88
Bibliografia.....	90
Anexos.....	i
Anexo 1 – Fases e sub-fases de uma estrutura de aprendizagem baseada em investigação .....	ii
Anexo 2 – Ficha de trabalho (Pré-intervenção).....	iii
Anexo 3 – Ficha de trabalho (Pós-intervenção) .....	xii
Anexo 4 – Descrição do ciclo de investigação e das ferramentas de apoio à aprendizagem existentes no ILS .....	xviii
Anexo 5 – Questionário.....	xxiii
Anexo 6 – Pedido de autorização à direção do agrupamento.....	xxv
Anexo 7 – Pedido de autorização aos encarregados de educação .....	xxvi
Anexo 8 – Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo E.....	xxvii
Anexo 9 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo E .....	xxvii
Anexo10 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I.....	xxix
Anexo 11 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I.....	xxx
Anexo 12 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I.....	xxxii
Anexo 13 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I.....	xxxii
Anexo 14 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I.....	xxxiii
Anexo 15 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I.....	xxxiv
Anexo 16 - Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I.....	xxxv

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1– Categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom (Adaptado de Rondonotícias, 2017).....	13
Figura 2 – Relação entre o trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (adaptado de Leite, 2001, p.79).....	20
Figura 3 – Exemplo de um simulador educativo – “Movimento de Projétil” (PhET: Free online physics, chemistry, biology, n.d.).....	26
Figura 4 – Estrutura de aprendizagem baseada em investigação (Fases gerais, sub-fases e suas relações). “Pedaste et al. (2015) – Tradução livre” .....	33
Figura 5 – Simulador Phetolab.....	37
Figura 6 – Página de abertura do ILS criado para a atividade experimental, representando as etapas do “ciclo de investigação”.....	38
Figura 7- Recorte de ecrã relativo ao arquivo de ensaios experimentais definidos na ferramenta EDT pelo Grupo E. ....	58
Figura 8 – Recorte de ecrã relativo ao arquivo de ensaios experimentais definidos na ferramenta EDT pelo Grupo I. ....	60

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Potencialidades dos simuladores educativos <b>ao nível das estratégias didáticas</b> .....	27
Tabela 2 - Potencialidades dos simuladores educativos na <b>promoção do desenvolvimento de competências científicas</b> .....	28
Tabela 3 – Potencialidades dos simuladores educativos na <b>promoção da aprendizagem dos conteúdos</b> . ....	29
Tabela 4 – Instrumentos de recolha de dados relativos a cada competência do processo científico estudada.....	46
Tabela 5 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência « <b>Identificação da variável dependente</b> ».....	50
Tabela 6 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência « <b>Identificação de variáveis independentes</b> ». ....	52
Tabela 7 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência « <b>Formulação de hipóteses de acordo com a questão-problema</b> ».....	53
Tabela 8 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência « <b>Controlo e manipulação de variáveis</b> ».....	55
Tabela 9 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência « <b>Desenho da investigação adequado para responder à questão-problema e testar as hipóteses elaboradas</b> ».....	57
Tabela 10 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência « <b>Comparação dos resultados com as hipóteses elaboradas e interpretação dos mesmos</b> ». ....	61
Tabela 11 – Presença de evidências relativas à mobilização de competências do processo científico no <b>Grupo E</b> .....	65
Tabela 12 – Presença de evidências relativas à mobilização de competências do processo científico no <b>Grupo I</b> . ....	66
Tabela 13 – Questões existentes no questionário aos alunos e respetivas secções. ....	77

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Respostas dos alunos às questões de 1 até 7, relacionadas com a utilização do simulador.....	78
Gráfico 2 - Respostas dos alunos às questões de 8 até 11, relacionadas com a atividade por IBL. ....	79
Gráfico 3 - Respostas dos alunos à questão 13.....	80
Gráfico 4 - Respostas dos alunos à questão 12.....	80

## ABREVIATURAS

**CT** – *Conclusion Tool*

**EDT** - *Experiment Design Tool*

**HS** - *Hypothesis Scratchpad*

**IBL** - *Inquiry Based Learning*

**ILS** - *Inquiry Learning Space*

**OCDE** - Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico

**OT** - *Observation Tool*

**PISA** - *Programme for International Student Assessment*

**TIC** - Tecnologias de Informação e Comunicação

**UNESCO** - *United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization*

# CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

O ensino de Ciências Naturais não se deve focar apenas na transmissão e aprendizagem de conceitos, fenômenos, princípios e leis científicas, mas deve também promover nos alunos o aprender a “ser cientista”, isto é, a problematizarem e a raciocinarem como um cientista.

Na minha prática profissional, tenho sentido necessidade de realizar mais atividades ajustadas à prática de um cientista, como as atividades laboratoriais e outras que possibilitem o desenvolvimento de competências relacionadas com o processo científico. Isto, porque a experiência enquanto docente, tem-me revelado que os alunos, principalmente no 3º ciclo, têm grandes lacunas ao nível da aprendizagem destas competências. Assim, um grande desafio para o ensino de ciências é a necessidade de mudança de práticas pedagógicas, abandonar o recurso predominante a um ensino dito tradicional, em que o professor expõe os conteúdos e os alunos adotam uma postura passiva perante essa transmissão e que não dá oportunidade aos alunos de usarem ou desenvolverem habilidades do processo científico e de se envolverem com o propósito cognitivo da atividade. Como a aprendizagem do método científico não é favorecida com as estratégias de ensino centrado no professor, esta componente tão importante das ciências é, muitas vezes, negligenciada. Deste modo, a deficiente realização de atividades que promovam o desenvolvimento de competências relacionadas com o método científico é fundamental para a aprendizagem de ciências no 3º ciclo.

Esta lacuna ao nível do ensino de ciências é claramente apontada por Morais et al. (2015), ao alertarem para a existência de vários estudos que evidenciam que no ensino nacional predomina um baixo nível de exigência conceptual. Estes autores apelam à mudança, considerando importante a conceção de atividades práticas que permitam uma aprendizagem conceptualizada quanto a capacidades de processos científicos. Esta mudança faz ainda mais sentido, uma vez, que no ensino secundário, os alunos que optem pelo curso de Ciências e Tecnologias são sujeitos a exame nacional de Biologia e Geologia no final do 11º ano. E tem sido regra a prova apresentar um grupo de questões de interpretação de atividades experimentais, para as quais os alunos precisam mobilizar

competências do processo científico. Deste modo, os alunos não devem chegar ao 10º ano sem terem trabalhado previamente estas competências.

Por outro lado, algumas atividades experimentais são idealizadas para serem desenvolvidas em laboratório mas, nem sempre, os laboratórios escolares apresentam as condições e materiais necessários. Também nem todas as escolas têm laboratórios em quantidade suficiente para garantir o acesso a todas as turmas. E há ainda atividades laboratoriais cuja complexidade dificulta a sua realização nas escolas. Perante estes constrangimentos, a utilização de simuladores educativos poderá revelar-se uma estratégia alternativa ao trabalho laboratorial para promover o desenvolvimento de competências investigativas nos alunos quando este não puder ser realizado.

No ensino de Ciências há ainda fenómenos científicos complexos e difíceis de aprender, a fotossíntese é um deles. O simulador *Photolab* representa virtualmente a fotossíntese e a sua utilização poderá resolver vários constrangimentos comparativamente à realização de atividades laboratoriais, pois permite resultados mais rápidos, facilmente observáveis e mensuráveis, não tem custos e ainda oferece um ambiente controlado, sem perigos para os alunos inerentes de uma atividade laboratorial. Na realidade, não seria possível numa única atividade laboratorial testar todas as variáveis experimentais que este simulador permite manipular, nem aferir quais as condições que permitem uma maior ou menor taxa fotossintética. Apenas se poderia averiguar se tinha decorrido ou não a fotossíntese, a não ser que a escola tenha sensores digitais para avaliar a quantidade dos gases oxigénio ou dióxido de carbono na água.

O uso de um simulador *Photolab*, pelas características que apresenta, poderá também ser um recurso que potencia o desenvolvimento de competências do próprio processo científico. E esta aprendizagem poderá ainda ser beneficiada pela metodologia de ensino promovida na atividade em que a utilização do simulador for inserida. Diz-nos Sahin (2006) que a utilização de simuladores pode ativar competências básicas relacionadas com processo científico, como observar, inferir, medir, comunicar, prever e ainda competências de processo científico integrado como a formulação de hipóteses, manipulação de variáveis, definição operacional, observação, registo e interpretação de dados, experimentação e tirar conclusões. No entanto, este autor alerta que o sucesso deste tipo de recurso depende de como é usado pelo professor, isto é, o tipo de atividade em que é inserido. Um ambiente de aprendizagem que parece ser promissor para suportar a

simulação num ambiente construtivista da aprendizagem e contribuir para fomentar o método científico durante a atividade é o recurso a uma metodologia por *Inquiry Based Learning* (IBL). A aprendizagem por investigação também é vista como uma estratégia educacional em que os alunos seguem métodos e práticas semelhantes às dos cientistas profissionais para construir conhecimento.

Este caso de estudo centra-se então na utilização do simulador educativo online *Photolab*, que permite simular a influência de determinados fatores abióticos (variáveis) na taxa fotossintética de uma planta aquática (*Elodea sp.*) e a sua manipulação, bem como a atividade que integra a sua utilização exige a mobilização de habilidades do processo científico. Como estas habilidades devem ser usadas em relação a algum conteúdo (Harlen, 1999), a utilização do simulador ocorre no contexto de duas das metas de aprendizagem definidas pelo Ministério da Educação (Bonito et al., 2013), para o 8º ano de escolaridade, na disciplina de Ciências Naturais, as quais referem que os alunos devem:

- Testar variáveis que permitam estudar, em laboratório, a influência dos fatores abióticos nos ecossistemas;
- Concluir acerca do modo como as diferentes variáveis do meio influenciam os ecossistemas.

## 2. QUESTÕES E OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO

Se por variados motivos, não for possível ao professor realizar atividades laboratoriais que promovam nos alunos competências relacionadas com o próprio método científico e consolidem conteúdos, a utilização de um simulador poderá ser uma alternativa viável. Neste sentido, estudar a pertinência da utilização do simulador *Photolab* nas aulas de Ciências Naturais de 8º ano, enquadrado num cenário de aprendizagem construtivista usando a estratégia de aprendizagem por investigação, relativamente às suas potencialidades para promover o desenvolvimento de competências do processo científico nos alunos, poderá ser importante para a prática docente.

Assim, colocou-se como questão de investigação: **Poderá a realização de uma atividade prática do tipo experimental com recurso ao simulador *Photolab*, inserida num espaço de aprendizagem por IBL, facilitar o desenvolvimento de competências do processo científico?**

### **Objetivos principais:**

Em conformidade com esta questão de investigação definiram-se os seguintes objetivos:

1. Conhecer as potencialidades de uma atividade com metodologia por IBL ao nível da identificação de variáveis dependentes e independentes, da formulação de hipóteses experimentais, da manipulação e controlo de variáveis, do planeamento e *design* de uma investigação do tipo experimental, da interpretação de resultados e da capacidade para tirar conclusões.
2. Verificar de que modo a utilização do simulador *Photolab* poderá facilitar a fase de investigação de uma atividade prática do tipo experimental.
3. Descrever o processo de aprendizagem relativo à competência «Controlo e manipulação e variáveis» numa atividade com recurso ao simulador *Photolab* e ferramentas de apoio, de acordo com uma metodologia por IBL.

### **Objetivo secundário:**

- Conhecer as perceções dos alunos acerca da estratégia/metodologia utilizada (simulador num espaço de aprendizagem por *Inquiry Based Learning*).

## **3. ESTRUTURA DO RELATÓRIO DO PROJETO**

Considerando o tema em estudo e a investigação realizada, o presente relatório foi organizado em nove capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se a contextualização do estudo com definição do problema e da sua pertinência, questão e objetivos da investigação e, por fim, a estrutura do presente relatório.

No segundo capítulo, “Enquadramento contextual” procede-se a uma caracterização da educação na sociedade atual, abordando as potencialidades das TIC, alguns desafios inerentes à sua utilização e o papel do professor e do aluno neste contexto.

No terceiro capítulo, a literacia científica é abordada como um fim a alcançar, apresenta-se a revisão de literatura inerente às orientações curriculares e competências essenciais para o ensino de Ciências Naturais, bem como algumas metodologias para o

ensino-aprendizagem, com ênfase no socioconstrutivismo. É ainda feita uma distinção entre tipos de atividades de cariz prático e abordada a importância da promoção de competências do processo científico nos alunos.

O quarto capítulo são abordados os Simuladores Educativos e apresentadas as suas potencialidades no ensino.

O quinto capítulo é abordada a aprendizagem por *Inquiry Based Learning* (IBL), utilizada na construção do espaço de aprendizagem onde se insere a utilização do simulador.

No sexto capítulo, “Projeto de Implementação”, caracterizam-se os participantes e apresenta-se a estratégia pedagógica implementada e os seus recursos.

No sétimo capítulo são apresentadas e justificadas as opções metodológicas escolhidas, bem como os instrumentos de recolha de dados e técnica de tratamentos dos mesmos.

No oitavo capítulo são apresentados, analisados e discutidos os dados recolhidos.

O nono capítulo apresenta as principais conclusões do estudo, as suas limitações e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, apresentam-se todas as referências bibliográficas consultadas, seguidas dos anexos.

## CAPÍTULO II - ENQUADRAMENTO CONTEXTUAL

### 1. EDUCAÇÃO NA SOCIEDADE ATUAL

A UNESCO, na qualidade de agência especializada das Nações Unidas para a educação, defende que a educação formal é essencial, mas que também é um alicerce indispensável para a aprendizagem ao longo da vida, sendo esta fundamental num mundo em rápida transformação. Acrescenta ainda, que são necessárias novas formas educacionais que promovam as competências exigidas pelas sociedades em mudança e para isso há que focar em novas abordagens à aprendizagem (UNESCO, 2016).

Atualmente vivemos um novo paradigma social impulsionado pelo desenvolvimento das tecnologias digitais e da internet, que oferecem múltiplas formas de aprender. A aprendizagem deixou de ocorrer exclusivamente no espaço físico da escola (Morais & Paiva, 2007), uma vez que o acesso à informação e conhecimento começou a poder fazer-se de outras maneiras, podendo efetuar-se nos mais diversos contextos informais. No entanto, acesso a muita informação não implica necessariamente aquisição de conhecimento e muito menos é sinónimo de aprendizagem. Para que tal aconteça, é fundamental que as pessoas, perante a informação que encontram, desconstruam o seu conhecimento e voltem a construí-lo (Coutinho & Lisbôa, 2011). As novas ferramentas digitais constituem uma oportunidade para operacionalizar melhor as estratégias de aprendizagem, como o construtivismo, pois facilitam a atribuição de um papel central na própria aprendizagem ao aluno.

O próprio Ministério da Educação reconhece que atualmente se colocam à educação e à escola múltiplos desafios e questões, sendo um deles, “saber como podem os sistemas educativos contribuir para o desenvolvimento de valores e de competências nos alunos que lhes permitam responder aos desafios complexos deste século e fazer face às imprevisibilidades resultantes da evolução do conhecimento e da tecnologia” (Martins et al., 2017, p.7). Neste sentido, elaborou «O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória» (Martins et al., 2017), um documento de referência para a organização de todo o sistema educativo, definindo o que se pretende que os jovens alcancem no final da escolaridade obrigatória e orientando a tomada de decisão no âmbito do desenvolvimento curricular. Segundo o próprio documento, “a assunção de princípios, valores e áreas de competências para «O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória» implica

alterações de práticas pedagógicas e didáticas de forma a adequar a globalidade da ação educativa às finalidades do perfil de competências dos alunos” (Martins et al., 2017, p.31)

Parece ser consensual a ideia de que é fundamental mudar as práticas pedagógicas e que a escola e os seus agentes têm que se adaptar a esta nova realidade e “mudar os métodos e técnicas de ensino e pensar em formas eficientes e eficazes para preparar os estudantes para a sociedade do conhecimento” (Coutinho & Lisbôa, 2011, p.14). Amante (2011) também defende que é fundamental repensar o papel da escola e da aprendizagem nos dias de hoje que as tecnologias digitais têm um papel a desempenhar nesta necessária mudança. Clarifica a sua ideia ao afirmar que “integrar as novas tecnologias digitais na escola deve pois, dar lugar a novas formas e experiências de aprendizagem e assim contribuir para que a educação transponha a cultura tradicional de transmissão de conhecimentos para uma cultura da investigação e da construção de saberes“ (Amante, 2011, pp. 242-243).

Na edição do PISA (*Programme for International Student Assessment*) de 2015, estudo internacional realizado pela OCDE (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico) que avaliou as literacias científica, de leitura e matemática de alunos de 15 anos, Portugal foi um dos 59 países ou economias a realizar o teste em suporte digital, o que evidencia a tendência de afirmação das tecnologias de informação no ensino português (Marôco, Gonçalves, Lourenço, & Mendes, 2016).

### *1.1 POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS DA UTILIZAÇÃO DAS TIC*

A utilização das TIC na educação representa assim uma nova dimensão pedagógica, que vai ao encontro das necessidades e exigências da sociedade do século XXI, que confere a estas tecnologias um papel enquanto mediadoras do ato educativo (Ruivo & Mesquita, 2011).

Paiva, Morais e Paiva (2010) consideram mesmo que a tecnologia pode ser uma alavanca para as mudanças nas práticas educativas, cuja necessidade se tornou emergente. As TIC permitem atribuir a responsabilidade das suas aprendizagens aos próprios alunos, passando a ser papel da escola promover atividades que tornem os jovens capazes, competitivos e inovadores e deixando de fornecer apenas o conhecimento. Mas, para estas tecnologias promoverem as mudanças adequadas no sistema educativo, devem ser usadas “como ferramentas pedagógicas que criem um ambiente interactivo que proporcione ao

aprendiz, face a múltiplas situações problema, investigar, levantar hipóteses, testá-las e redefinir as suas ideias iniciais, construindo, assim, o seu próprio conhecimento” (Ruivo & Mesquita, 2011, p.31).

Morais e Paiva (2007) defendem que as TIC devem ser incorporadas no currículo, de forma a auxiliarem a aprendizagem de conteúdos das disciplinas, salientando que é mais importante aprender-se através delas do que aprendê-las. Estes autores apontam-lhes também a valência de potenciarem a interdisciplinaridade. Miranda (2007) acredita que parte do efeito positivo introdução das novas tecnologias computacionais no ensino só surgirá se os professores as usarem com os alunos para os apoiar a construir conhecimento significativo. Apontando ainda para as potencialidades de contribuírem para a maior literacia tecnológica dos alunos e dos próprios professores, criarem motivação e favorecerem as relações.

Tavares e Almeida (2015) concretamente em relação ao ensino de ciências, afirmam que as tecnologias abrem “novas possibilidades no desenho e operacionalização de atividades práticas, facilitando os processos de investigação com recurso a variadas ferramentas” (p. 29). Martins, Fiolhais e Paiva (2003) dizem-nos que a renovação dos recursos educativos, passando a incluir as TIC e as alterações metodológicas podem tornar o ensino de ciências mais atraente na perspetiva dos próprios alunos, incrementando o interesse dos mesmos. A disponibilidade da tecnologia abre assim um amplo espetro de possibilidades para projetar e criar novos métodos de ensino que possam aproveitar ao máximo essas ferramentas.

## *1.2 DESAFIOS À UTILIZAÇÃO PEDAGÓGICAS DAS TIC*

As potencialidades das TIC no processo de ensino-aprendizagem são muitas e variadas, no entanto, na prática verifica-se um grande desfasamento entre as possibilidades abertas pelo progresso científico e tecnológico e as respostas dadas a nível educativo (Ruivo & Mesquita, 2011). Ruivo e Mesquita (2011) falam mesmo em “crise na educação, crise que enfrenta o choque com a sociedade da informação, com a globalização e com a revolução científica e técnica que nos introduz à sociedade do conhecimento” (p.25). Esta ideia também é apoiada por Lagarto (2013), segundo o qual existem áreas em que os professores usam as TIC no âmbito das suas competências profissionais, mas não é prática comum utilizá-las nas atividades letivas com os alunos, no próprio processo de

ensino-aprendizagem. Os professores usam as TIC em tarefas de caráter administrativo relacionadas com os alunos (marcação de faltas, sumários eletrônicos, organização administrativa das turmas), na elaboração de planificações dos currículos, na avaliação dos alunos, na pesquisa de material pedagógico e na elaboração de testes, no entanto, o desenvolvimento de ambientes virtuais na sala de aula é, ainda, uma exceção. Também Paiva, Paiva e Fiolhais (2002) corroboram esta ideia com base nos resultados do estudo em que estiveram envolvidos, no ano letivo 2001/2002, sobre o uso das TIC pelos professores portugueses de todos os níveis de ensino, à exceção do superior, das escolas das redes pública e privada. Este estudo permitiu verificar que 81% dos professores usavam o computador para preparar as suas atividades letivas (exceto no pré-escolar) e, destes, 94% usavam-nos para elaborar fichas e/ou testes e 54% recorriam à internet para efetuar pesquisas relacionadas com os conteúdos das suas disciplinas. No entanto, apenas 26% dos professores utilizavam o computador na escola em interação direta com os alunos, dos quais apenas 24% lecionavam disciplinas do 3º ciclo do ensino básico e do secundário. Por altura do estudo, as utilizações das TIC em interação direta com os alunos eram, principalmente, o processamento de texto, a pesquisa de informação na internet e *software* pedagógico para realização de atividades. Relacionado com este assunto e na opinião de Ruivo e Mesquita (2011), em muitos casos, os alunos ainda dominam as TIC de forma mais eficaz que os professores, o que também constitui um fator que pode inibir a sua utilização por parte de alguns professores.

Morais e Paiva (2007) apresentam mesmo um conjunto de limitações em relação à utilização pedagógica das TIC: grande número de alunos que ainda não possui computador; falta de formação para os professores relacionada com o uso pedagógico das tecnologias; ausência de conhecimento sobre o impacto do uso das TIC em contexto educativo; pouco tempo disponível para a aprendizagem das tecnologias e para preparação das aulas recorrendo às mesmas e a utilização inadequada do material tecnológico. Com base na realidade brasileira, Zara (2011) afirma também que “prática pedagógica de muitos professores de ciências, especialmente nas áreas de Física, Química, Matemática e Biologia, continua baseada na utilização de quadro-negro e giz, com pouco ou nenhum uso de atividades experimentais ou de novas tecnologias de ensino” (p.265).

### *1.3 PAPEL DO PROFESSOR E DO ALUNO*

Relativamente às práticas educativas, Coutinho e Lisbôa (2011), defendem a necessidade iminente dos professores mudarem as suas práticas e pensarem em estratégias alternativas, que contribuam para a formação de cidadãos responsáveis e ativos, com competências adequadas às características da sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem. Morais e Paiva (2007) acrescentam que a escola integrada na sociedade na informação acarreta como principal desafio para os professores conseguirem encontrar o equilíbrio entre o ensino tradicional e o ensino recorrendo às TIC, de forma a inovar e a promover o desenvolvimento de competências variadas nos alunos.

De acordo com Amante (2011), a ênfase da atividade educativa de um professor deixa de ser o domínio de conhecimentos da sua área disciplinar e passa a ser a “transmissão de saberes para a coaprendizagem permanente e a relação professor aluno pode assim ser profundamente alterada” (p. 239). Um professor do século XXI deve usar uma metodologia que assente na criação de “situações, problemas, exercícios e projectos que conduzam os alunos para níveis superiores de conhecimento”, nunca impondo a sua “estrutura e estilo de pensamento aos alunos” (Miranda, 2007, p.46). Morais e Paiva (2007) atribuem ao professor o papel de organizador, orientador, mentor e facilitador da aprendizagem. Das competências que o professor deve passar a ter, Amante (2011) destaca a capacidade “de intervir, de orientar, de problematizar, de criticar, de desafiar, de encorajar, de interagir e fazer interagir, de fazer pensar” (p.243). Esta autora considera ainda que o professor vai “crescendo” continuamente, como pessoa e como profissional, como resultado do novo papel que vai desempenhar e da interação com o aluno.

Com a introdução no sistema educativo do «Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória», fica claro a exigência da tutela relativamente à adequação da prática docente à nova realidade. Segundo o Martins et al. (2017), o professor deve: diversificar estratégias e promover, “na sala de aula ou fora dela, atividades de observação, questionamento da realidade e integração de saberes” (p.31); fomentar “a utilização crítica de fontes de informação diversas e das tecnologias da informação e comunicação” (p.31); “promover de modo sistemático e intencional, na sala de aula e fora dela, atividades que permitam ao aluno fazer escolhas, confrontar pontos de vista, resolver problemas e tomar decisões com base em valores” (p.31).

Chagas (2000) alerta que para uma mudança eficaz das práticas pedagógicas, concretamente em relação ao ensino em ciências, há que fazer mudanças em muitas vertentes. As vertentes curricular e de avaliação, que já estão em processo de atualização por parte do Ministério da Educação; vertente de recursos, que cabe ao professor pesquisar e/ou utilizar recursos laboratoriais, informáticos, audiovisuais e bibliográficos para criar diferentes ambientes de aprendizagem; e a vertente de formação dos professores, quer inicial quer contínua, no sentido de promover a atualização científica e pedagógica do docente, bem como proporcionar a sua autorreflexão crítica acerca das próprias práticas educativas.

Esta mudança de paradigma determina um ensino centrado no aluno, o qual vai construindo a sua própria aprendizagem ao longo da vida (Proença, 2014). Para aprender com a tecnologia, o aluno tem que assumir também novas responsabilidades e abandonar uma atitude passiva e cómoda face à sua aprendizagem (Amante, 2011). Patrício (2016) afirma que as práticas devem ser alteradas no sentido de desenvolver nos alunos competências para o século XXI, como a aprendizagem autónoma, pensamento crítico, a reflexão, a resolução de problemas do mundo real, a comunicação, a colaboração, a criatividade e a literacia digital. Para tal é necessário alterar crenças de alunos e professores.

Coutinho e Lisbôa (2011) consideram que “é imprescindível formar alunos com espírito empreendedor, que sejam criativos e que tenham capacidade de resolver problemas aos mais diversos níveis” (p.17). O próprio «Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória» já nos remete para esta realidade ao afirmar, relativamente aos alunos, que:

*Para tal, mobilizam valores e competências que lhes permitem intervir na vida e na história dos indivíduos e das sociedades, tomar decisões livres e fundamentadas sobre questões naturais, sociais e éticas, e dispor de uma capacidade de participação cívica, ativa, consciente e responsável, fundamentadas sobre questões naturais, sociais e éticas, e dispor de uma capacidade de participação cívica, ativa, consciente e responsável (Martins et al., 2017, p.10).*

## CAPÍTULO III - ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

### 1. LITERACIA CIENTÍFICA

A aprendizagem científica é uma mais-valia importante neste mundo em rápida mudança, em que o cidadão é tantas vezes chamado a intervir na procura de soluções para problemas locais, nacionais e até mundiais, nomeadamente de cariz ambiental e de saúde pública. Muitos comportamentos pessoais têm repercussões em terceiros e no próprio ambiente, logo devem ser adotados pelos cidadãos de forma refletida, consciente e responsável (Martins et al., 2017). Neste sentido, “cada indivíduo deve dispor de um conjunto de saberes do domínio científico-tecnológico que lhe permita compreender alguns fenómenos importantes do mundo em que vive e tomar decisões democráticas de modo informado, numa perspectiva de responsabilidade social partilhada” (Martins et al., 2007, p.16).

A promoção da literacia científica deve ser a grande finalidade do ensino em ciências, pois implica uma aquisição de conhecimentos, mas também o desenvolvimento de competências científicas para o aluno poder exercer esta reflexão fundamentada e extrapolar saberes para outros contextos ao longo da sua vida (Marôco et al., 2016). Concretamente, a literacia científica refere-se “à capacidade do indivíduo para se envolver em discussões relacionadas com ciência (...) como um cidadão reflexivo” (Marôco et al., 2016, p.3), sendo “capaz de produzir um discurso fundamentado sobre ciência e tecnologia, o que requer competências para explicar um fenómeno científico, abordar questões usando o método científico e analisar e interpretar dados cientificamente” (Marôco et al., 2016, p.3).

Para se alcançar a literacia científica nos alunos, é preciso que estes “aprendam”, pelo que fará sentido esclarecer o conceito de *aprendizagem*. A UNESCO apresenta-o como o processo de aquisição do conhecimento, clarificando que “é tanto um *processo* como o seu resultado; um meio, bem como um fim; uma prática individual, bem como um esforço coletivo. É uma realidade multifacetada definida pelo contexto” (UNESCO, 2016, p.21). Chagas (2000), considera que a aprendizagem em ciências engloba aquisição de um variado conjunto de competências, capacidades, atitudes e valores e não se restringe apenas ao período de escolaridade, mas desenvolve-se ao longo de toda a vida. Esta ideia

vai ao encontro aos ideais da UNESCO que, como já foi referido, considera a aprendizagem ao longo da vida fundamental perante os desafios da sociedade atual.

Roldão, Peralta e Martins (2017) recomendam que os tipos de estratégias de ensino devem ser adequadas à promoção das aprendizagens, que deverão caracterizar-se como construção significativa de conhecimento próprio de cada disciplina, mas também pela “riqueza de processos cognitivos a desenvolver nos alunos para a aquisição desses conhecimentos” (p.8). Como é difícil classificar comportamentos educacionais que representam os resultados esperados do processo educacional, Benjamim Bloom criou uma ferramenta, com ajuda de outros colaboradores, que colmatasse esta dificuldade e ainda auxiliasse na definição dos objetivos educacionais de cada estratégia pedagógica (Neto, Oimenta, Spanhol, & Raods, 2013). Assim, a «Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo» é estruturada em níveis de complexidade crescente – do mais simples ao mais complexo – e isso significa que, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior” (Ferraz & Belhot, 2010, p.424).

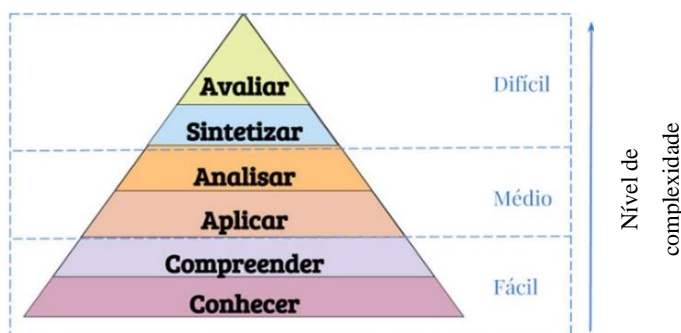


Figura 1– Categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom (Adaptado de Rondonotícias, 2017).

Com base na figura 1 pode-se verificar que os três primeiros objetivos educacionais ao nível do domínio cognitivo são o «Conhecimento», a «Compreensão» e a «Aplicação» e é precisamente sobre eles que se foca a estratégia de aprendizagem estudada neste projeto. O objetivo é verificar se os alunos atingem a terceira categoria, «Aplicação», mas para tal terão que ter, obrigatoriamente, adquirido as habilidades anteriores. Segundo Ferraz e Belhot (2010), o «Conhecimento» pode ser definido como a capacidade de lembrar conteúdos previamente abordados, ou seja, trazê-los à consciência. Está associada a verbos como enumerar, definir, descrever, identificar, distinguir e relembrar. Para os mesmos autores, a «Compreensão» é a habilidade de compreender o conteúdo e dar-lhe

significado, sendo verificada através de ações como explicar, dar exemplos, discutir, interpretar e defender. Neto et al. (2013) assumem a «Aplicação» como a capacidade de um aluno transportar uma informação genérica para um contexto novo e específico. Alguns verbos que operacionalizam esta habilidade são: aplicar, demonstrar, empregar, manipular, modificar, operacionalizar, transferir, resolver e construir (Ferraz & Belhot, 2010).

### *1.1. NÍVEIS DE LITERACIA CIENTÍFICA EM PORTUGAL*

Morais et al. (2015) com base em investigações efetuadas no contexto educativo nacional, assumem a existência de baixo nível de exigência conceptual no ensino de ciências nos currículos, exames nacionais, manuais escolares e práticas pedagógicas, tornando-se fundamental reverter esta situação. Assumem este baixo nível de conceptualização tanto nos conhecimentos científicos, como nas capacidades e processos científicos relacionados com o trabalho prático laboratorial, como ainda na construção da ciência no ensino das ciências. No entanto, os resultados do PISA 2015, edição em que o domínio de estudo principal foram as ciências, revelaram um percurso muito positivo para Portugal. Há que reforçar a ideia de que o PISA não avalia os conteúdos curriculares, mas sim a capacidades de os alunos mobilizarem e extrapolarerem os seus conhecimentos e competências (Marôco et al., 2016). Neste sentido, os resultados do teste de 2015 são ainda mais encorajadores para a continuação de uma mudança de práticas educativas. Dos resultados (Marôco et al., 2016), relativamente à literacia científica em Portugal, há a destacar o seguinte:

- A tendência de evolução dos resultados, de 2000 a 2015, evidencia uma subida gradual, sendo a evolução média de 2,8 pontos/ano;
- Portugal alcançou 501 pontos, encontrando-se pela primeira vez significativamente acima da média da OCDE que foi de 493 pontos, ocupando a 17.<sup>a</sup> posição;
- Também alcançou uma pontuação superior à média de total de países e economias participantes no estudo (488 pontos), ocupando a 23.<sup>a</sup> posição;
- Relativamente a resultados por região, a unidade territorial da Região de Leiria evidenciou um resultado acima da média nacional, apresentando 519 pontos;

- Os resultados nacionais relacionados concretamente com as competências científicas necessárias para a resolução do teste PISA de ciências revelaram melhores resultados comparativamente com a média da OCDE que foi de 493 pontos para cada item. No item que requeria a interpretação de dados e evidências, Portugal obteve 503 pontos, na avaliação e conceção de investigações científicas obteve 502 ponto, e na explicação de fenómenos alcançou a pior pontuação, mas que foi de 498 pontos;
- Quanto ao desempenho por competências relativamente às unidades territoriais, a Região de Leiria alcançou resultados significativamente superiores à média nacional.

Os resultados do PISA parecem evidenciar que os ensino de ciências em Portugal está a promover uma literacia científica eficaz, nomeadamente no que diz respeito ao desenvolvimento de competências do processo científico nos alunos, uma vez que têm vindo a melhorar progressivamente.

## 2. ENQUADRAMENTO NORMATIVO E ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

O Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho, estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão dos currículos dos ensinos básico e secundário, da avaliação dos conhecimentos a adquirir e das capacidades a desenvolver pelos alunos e do processo de desenvolvimento do currículo dos ensinos básico e secundário. Este decreto já vai na sua terceira alteração, sendo esta última operacionalizada pelo Decreto-Lei n.º 17/2016, de 4 de abril.

Até ao ano letivo 2014-2015, em termos de conteúdos a lecionar, as disciplinas de Ciências Naturais do 3º ciclo regiam-se apenas pelas «Orientações Curriculares» (Galvão et al., 2001). Mas em 2011 foi publicado o Despacho N.º 17169/2011, de 23 de setembro, que revogou o currículo nacional do ensino básico, prevendo a conceção de documentos clarificadores das prioridades nos conteúdos fundamentais dos Programas, na forma de «Metas Curriculares» (Bonito et al., 2013). A homologação destas «Metas Curriculares» para as disciplinas de Ciências Naturais dos 5.º e 6.º anos de escolaridade (2.º ciclo) e dos 7.º e 8.º anos de escolaridade (3.º ciclo) efetivou-se com a publicação do Despacho n.º 5122/2013 de 16 de abril. As «Metas Curriculares» passaram assim, a constituir-se como documentos de utilização obrigatória por parte dos professores, compilando os conteúdos

programáticas a lecionar e começaram a ser implementadas a partir do ano letivo 2014-2015 para os níveis de escolaridade referidos. Por sua vez, o Despacho n.º 110-A/2014 de 3 de janeiro homologou as «Metas Curriculares» das disciplinas de Ciências Naturais do 9.º ano de escolaridade (3.º Ciclo), tendo sido implementadas desde o ano letivo 2015-2016.

O Despacho n.º 6478/2017 de 26 de julho de 2017 homologou um documento intitulado «Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória», que se afirma como um referencial para as decisões a adotar por decisores e atores educativos ao nível dos estabelecimentos de educação e ensino e dos organismos responsáveis pelas políticas educativas.

Orientações emanadas recentemente pelo Ministério da Educação, que precedem à atualização e reorganização dos currículos atuais de todas as disciplinas, sublinham a necessidade de construir aprendizagens essenciais que integrem conhecimentos, capacidades e atitudes, em consonância com o documento «Perfil dos Alunos à Saída da escolaridade Obrigatória». Está então em curso uma redefinição do Currículo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, mediante a construção de um Referencial Curricular, que tem como passos iniciais, até ao momento, o estabelecimento do «Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória» e o estabelecimento de «Aprendizagens Essenciais» (Roldão et al., 2017). “Esta transformação no plano curricular assume-se como gradual e participada, existindo o cuidado de manter os referentes curriculares existentes enquanto se processa uma reconstrução curricular a prazo” (Roldão et al., 2017, p. 4). As «Aprendizagens Essenciais» são então documentos de orientação curricular base na planificação, realização e avaliação do ensino e da aprendizagem, conducentes ao desenvolvimento das competências inscritas no «Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória». Para cada ano e disciplina, as «Aprendizagens Essenciais» elencam os conhecimentos, as capacidades e atitudes a desenvolver por todos os alunos (Roldão et al., 2017).

Relativamente à disciplina de Ciências Naturais, no 3º ciclo, até à data de finalização deste estudo, ainda só foram publicadas pela tutela as «Aprendizagens Essenciais», em articulação com o «Perfil dos Alunos», referentes ao 7º ano de escolaridade, pelo que o 8º ano continua a ser regido pelas «Metas Curriculares». Mas através «Aprendizagens Essenciais» para o 7º ano, é possível constatar a importância que passa a ser atribuída ao

desenvolvimento de várias áreas de competências: raciocínio e resolução de problemas; pensamento crítico e pensamento criativo; saber científico, técnico e tecnológico e bem-estar, saúde e ambiente (Ministério da Educação e Ciência, 2017). É ainda sugerido aos professores que, no âmbito da sua autonomia para definirem e utilizarem as estratégias de ensino que considerem mais adequadas, tenham em consideração os seguintes aspetos:

*b) os processos de ensino devem ser centrados nos alunos que devem ser considerados como agentes ativos na construção do seu próprio conhecimento, pesquisando e organizando informação, analisando e interpretando dados, planificando e executando atividades práticas;*

*c) a natureza da Ciência deve ser valorizada, procurando, sempre que possível, adotar estratégias que evidenciem o processo de construção do conhecimento científico;*

*d) as atividades práticas devem ser valorizadas e consideradas como parte integrante e fundamental dos processos de ensino e de aprendizagem dos conteúdos programáticos, integrando as dimensões teórica e prática no ensino de todas os temas (Ministério da Educação e Ciência, 2017, p.3).*

### 3. METODOLOGIAS DE ENSINO EM CIÊNCIAS

Existem várias metodologias possíveis de utilizar, em contexto de sala de aula, para promover o processo de ensino-aprendizagem em ciências. No documento «Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória», o Ministério da Educação clarifica que:

*A ação educativa é, pois, compreendida como uma ação formativa especializada, fundada no ensino, que implica a adoção de princípios e estratégias pedagógicas e didáticas que visam a concretização das aprendizagens. Trata-se de encontrar a melhor forma e os recursos mais eficazes para todos os alunos aprenderem, isto é, para que se produza uma apropriação efetiva dos conhecimentos, capacidades e atitudes que se trabalharam, em conjunto e individualmente, e que permitem desenvolver as competências previstas no perfil ao longo da escolaridade obrigatória (Martins et al., 2017, p.31).*

Cabe ao professor encontrar a melhor estratégia e os recursos mais eficazes para que os seus alunos aprendam (Martins et al., 2017). As metodologias a adotar dependerão de

vários fatores, embora muitos autores possam afirmar que se devem privilegiar umas em detrimento de outras. Chagas (2000) considera que o ensino em ciências implica práticas múltiplas e diversificadas, pois para ocorrer a consecução efetiva das aprendizagens, têm que ser abandonadas as práticas que assentam no ensino convencional, centrado apenas na aquisição de produtos da ciência (conceitos, factos, princípios e leis). Esta autora destaca a importância de metodologias e estratégias que se centrem na pesquisa e na investigação científica, como abordagens de aprendizagem por descoberta e por inquérito, que envolvem resolução de problemas e trabalho colaborativo e ainda salienta a importância do trabalho laboratorial e de campo.

Gallagher (1993) citado por Carmo (2016) definiu seis tipos de concepções sobre o ensino de ciências, na perspetiva dos professores:

- 1. Ensino como transmissão do conteúdo científico: o papel do professor é a entrega do conhecimento pronto ao aluno;*
- 2. Ensino como a organização do conteúdo científico: o professor como facilitador da assimilação do conteúdo pelos alunos;*
- 3. Ensino como um conjunto estruturado de atividades manipulativas: o professor delinea atividades que permitem ao aluno descobrir os conceitos;*
- 4. Ensino como um ciclo de aprendizagem: o professor propõe atividades que permitem observações exploratórias que favorecem a invenção de explicações e dão a oportunidade para a sua aplicação em outras situações;*
- 5. Ensino como mudança conceptual: a partir da identificação das ideias dos alunos, o professor ajuda-os a compreenderem as ideias científicas e facilita a sua integração no pensamento dos alunos;*
- 6. Ensino como um guia através de um processo construtivista: o professor ajuda os alunos a explicar as suas ideias próprias e cria situações em que as novas ideias ganham um significado ao se estabelecerem novas relações entre si (pp. 164 e 165).*

Destas seis metodologias, o autor destacou as três primeiras como um gradiente do mais clássico modelo de ensino até um modelo mais evoluído de descoberta guiada e considerou as três últimas como graus diferentes de um modelo de orientação construtivista (Carmo, 2016 cita Gallagher, 1993).

Muitos autores consideram o construtivismo o paradigma dominante no ensino em ciência (Carmo, 2016) que, “por oposição à memorização simples e rotineira de conceitos e/ou procedimentos, deverá centra-se no sujeito que aprende, o aluno” (Martins et al., 2007, p. 26). Nesta modalidade de aquisição do conhecimento, o aluno vai “reconstruir” o conhecimento a partir das suas representações internas (Werneck, 2006), atribuindo-lhes novos significados. Para que tal aconteça, os professores deverão diagnosticar o que os alunos já sabem e compreendem, para poderem promover atividades em que confrontem as suas ideias e tenham acesso a novas informações (Carmo, 2016). Cabe à escola e ao professor, propiciar o contacto com o conhecimento científico, mas também com a metodologia científica, promovendo a reflexão crítica (Werneck, 2006). A perspetiva construtivista de aprendizagem está particularmente associada à aprendizagem por investigação e por resolução de problemas (Bidarra & Festas, 2005) que tão bem se adequam ao ensino em ciências. Outra variante do construtivismo particularmente utilizada no ensino em ciências é o socioconstrutivismo, desenvolvido por Vigotsky, que dá ênfase à construção do conhecimento numa perspetiva de interação social (Werneck, 2006), quer entre pares, quer com o professor.

### *3.1 ATIVIDADES PRÁTICAS, LABORATORIAIS, DE CAMPO E EXPERIMENTAIS*

O ensino de ciências engloba uma forte componente prática, de grande importância para o processo de ensino-aprendizagem, principalmente quando se pretende que os alunos alcancem um elevado nível de literacia científica (Ferreira, Morais, Neves, Afonso, & Silva, 2015). A designação «atividade prática» é muito abrangente e, por vezes, usada de forma indiscriminada para se referir a outras estratégias didáticas, como atividades laboratoriais e experimentais. Leite (2000) faz uma clara distinção entre estes termos (figura 2), esta autora considera como trabalho prático “todas as actividades que exigem que o aluno esteja ativamente envolvido, nos domínios psicomotor, cognitivo ou afetivo” (Leite, 2001, p.78). Para Leite (2000) o trabalho prático engloba o trabalho laboratorial, o trabalho de campo e ainda atividades de resolução de problemas de papel e lápis, de pesquisa de informação, de utilização de simulações informáticas, etc. Salienta ainda que “o trabalho laboratorial inclui actividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, e que podem ser realizadas num laboratório ou mesmo numa sala de aula normal” (Leite, 2000, p.1). Martins et al. (2007) adotam a mesma perspetiva e clarificam que o trabalho laboratorial só poderá ser classificado

também como trabalho prático para o aluno, caso este seja o executante da atividade. Relativamente ao trabalho de campo, Leite (2000) considera que “é realizado ao ar livre, onde, geralmente, os acontecimentos ocorrem naturalmente” (p.1). Como alguns trabalhos práticos envolvem controlo e manipulação de variáveis, passam a designar-se também trabalho experimental (Leite, 2000 e Martins et al., 2007). Existem atividades laboratoriais, de campo ou outro tipo de atividades práticas que apresentam estes requisitos sendo, deste modo, atividades experimentais (Leite, 2001).

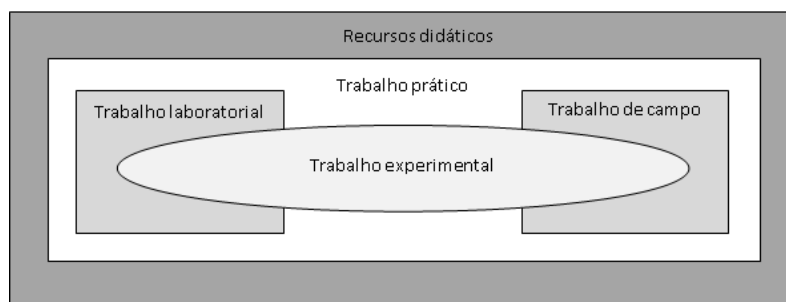


Figura 2 – Relação entre o trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (adaptado de Leite, 2001, p.79).

Morais et al. (2015) afirmam que diversas investigações têm demonstrado um baixo nível de exigência conceptual do trabalho prático em ciências no sistema educativo português. Urge refletir sobre as mudanças necessárias para alterar esta evidência e elevar o nível de exigência conceptual do trabalho prático, promovendo atividades de cariz investigativo, que permitam uma aprendizagem conceptualizada de capacidades de processos científicos. Martins et al. (2007) esclarecem que atividades investigativas no ensino das ciências são as tarefas (procedimentos e metodologias) que têm como intenção dar resposta a uma questão-problema colocada e que não é do conhecimento prévio do aluno.

#### 4. DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DO PROCESSO CIENTÍFICO

Como já foi referido anteriormente, o próprio estudo PISA organiza a avaliação do domínio das ciências recorrendo também à avaliação de competências dos alunos que, de uma forma geral, Marôco et al. (2016) descrevem como a “capacidade de explicar fenómenos cientificamente, de avaliar e conceber investigações científicas e de interpretar dados e evidências” (p.21). Isto demonstra que a promoção do desenvolvimento de competências do método científico deve ser cada vez mais uma preocupação dos professores, pois é uma das “medidas” de aferição internacional do desempenho dos mesmos na área científica. O desenvolvimento das habilidades do

processo científico deve ser um dos principais objetivos da educação científica (Harlen, 1999 e Huppert, Lomask & Lazarowitz, 2002). Estas habilidades não são apenas necessárias aos cientistas, mas a todos os cidadãos para se tornarem pessoas cientificamente alfabetizadas e capazes de “funcionar” numa sociedade onde a ciência tem um papel e um impacto importantes na vida pessoal, social e global de todos. A ciência tem um papel fundamental a desempenhar no desenvolvimento de habilidades de comunicação, pensamento crítico e resolução de problemas e a capacidade de usar e avaliar evidências, que são consideradas habilidades-chave, necessárias para tornar a aprendizagem ao longo da vida uma realidade (Harlen, 1999).

Na literatura faz-se a distinção entre competências ou habilidades básicas do processo científico e competências integradas. As competências básicas do processo científico fornecem o suporte intelectual para a investigação científica como, por exemplo, a capacidade de observar, classificar, inferir, descrever objetos e eventos naturais, medir, prever e comunicar (Beaumont-Walters & Soyibo, 2001 e Sahin, 2006). A possibilidade de usar estas habilidades básicas são os pré-requisitos para as competências integradas do processo científico (Beaumont-Walters & Soyibo, 2001 e Germann & Aram, 1996). Estas são fundamentais para resolver problemas ou fazer experiências científicas, sendo exemplos: identificar e definir variáveis; formular hipóteses; projetar investigações; retirar, registar e interpretar dados; construir tabelas de dados e gráficos; descrever relações entre variáveis; tirar conclusões e generalizar (Beaumont-Walters & Soyibo, 2001 e Sahin, 2006). Harlen (1999) defende mesmo que aprender e compreender ciência envolve obrigatoriamente desenvolver este tipo de competências.

Para um aluno apresentar um bom desenvolvimento destas competências, deve conseguir fazer determinados raciocínios de alguma complexidade. No caso da mobilização adequada da competência de identificação de variáveis, um aluno deve conseguir distinguir variáveis independentes, ou seja, as que vão mudar ou manipular, mas que também podem e devem ser controladas (mantidas constantes), da variável dependente, aquela cujo efeito vai ser medido (Martins et al., 2007). Quanto à competência de formulação de hipóteses, deve conseguir elaborar hipóteses experimentais que pretendem responder à questão-problema, fazendo uma predição da relação entre variáveis independentes e dependente (Germann, Aram, Odom, & Burke, 1996). Relativamente ao *design* da investigação, um bom procedimento experimental implica, obrigatoriamente, a

existência de ensaios controlados, isto é, em que se estuda o efeito de manipulação de uma variável independente no valor da variável dependente, mantendo todas as outras variáveis independentes com um valor constante (controladas) (Martins et al., 2007). Esta fase é fulcral no processo científico, é durante a qual os alunos projetam e realizam os ensaios experimentais para testar hipóteses e responder à questão-problema. É também com base nos resultados das experimentações efetuadas, que eles analisam os dados e extraem conclusões em conformidade. A fase de investigação constrói uma ponte entre as hipóteses e questão-problema e a análise dos dados (van Riesen, Gijlers, Anjewierden, & de Jong, 2016) e caso não seja bem realizada, pode comprometer toda a investigação realizada. Posteriormente, através dos dados recolhidos num determinado procedimento experimental, desde que inclua ensaios distintos, e da sua interpretação é possível aferir o resultado final da experiência e extrair daí conclusões. Os dados dependem dos valores das variáveis independentes escolhidos e os resultados tem a ver com a interpretação dos dados. Por sua vez, a conclusão refere-se à resposta à questão-problema inicial (Martins et al., 2007). Estas habilidades estão verdadeiramente integradas, o desempenho de cada habilidade depende das habilidades antecedentes necessárias. Se os esforços dos alunos sobre essas habilidades antecedentes não forem adequados em algum aspeto, então a oportunidade de sucesso na habilidade em questão é significativamente diminuída (Germann, Aram, & Burke, 1996).

Morais et al. (2015) salientam que, em todos os níveis de escolaridade, os professores devem promover atividades “que mobilizem capacidades de processos científicos, como a formulação de problemas, formulação de hipóteses e de previsões, planeamento experimental e interpretação de resultados” (p. 255), com acréscimo de complexidade entre cada nível de ensino. À medida que os alunos começam a entender e usar teorias e modelos científicos, devem ser instigados para aplicar os resultados das investigações, não apenas para avaliar e conferir hipóteses, mas também para construir e aprimorar modelos e teorias. Denota-se destas ideias, também um crescente grau de complexidade ao nível do que é pedido ao aluno (Duschl, 2015). Concretamente, no que diz respeito ao do ensino básico, Moraes et al. (2015) defendem que “o professor deverá promover a interação de variáveis, quer qualitativas quer quantitativas, ainda que essa interação possa não ser complexa” (p. 255).

O estudo de Beaumont-Walters e Soyibo (2001) revelou que o desempenho dos alunos para cinco habilidades do processo científico, em ordem decrescente foi o seguinte: interpretação de dados, registo de dados, generalização, formulação de hipóteses e identificação de variáveis. Estes investigadores consideraram o nível geral de desempenho dos alunos "baixo/pobre" e, portanto, "insatisfatório". Como um dos possíveis motivos para este desempenho apontam ser o facto de muitos alunos não estarem familiarizados com os tipos de tarefa investigada. O desempenho dos alunos nas competências do processo científico é dependente de suas experiências com atividades de prática específica do domínio nas habilidades em tarefas anteriores (Germann, Aram, & Burke, 1996 e Germann & Aram, 1996).

Germann, Aram, Odom, e Burke (1996) desenvolveram uma investigação sobre as competências de formulação de questões, identificação de variáveis e elaboração de hipóteses. Os resultados indicaram que menos de 50% dos alunos realizaram com sucesso qualquer um dos processos e as respostas da maioria dos alunos foram incompletas, ambíguas e/ou incorretas. Os autores acreditam que alguns alunos podem realizar bem experiências, mas não possuem habilidades de comunicação para serem bem-sucedidos quando são necessárias respostas por escrito.

Germann, Aram, e Burke (1996) estudaram a conceção de ensaios experimentais e, de um modo global, 71,4% dos alunos escreveram procedimentos que testariam a hipótese, pelo menos de maneira muito geral (ou seja, seus projetos não continham etapas inadequadas e dão pelo menos instruções mínimas exigidas). Outro estudo, realizado por Germann e Aram (1996) enfoca especificamente as competências científicas de registo e análise de dados, extração de conclusões e fornecimento de evidências. Apenas 61% completaram as três partes corretamente. Segundo estes investigadores, muitos alunos tiveram dificuldade em seguir instruções com cuidado, talvez por possuírem habilidades de compreensão precárias, não entendendo a necessidade de precisão em ciência, ou porque acreditavam que entenderam o que tinha que ser feito sem ler cuidadosamente o procedimento. Alguns alunos podem também não ter entendido as razões para incluir um tratamento de controlo. E outros poderiam não estar familiarizados com a forma de registo de dados em tabelas.

Há ainda que ressaltar, que as habilidades são aspetos importantes da educação científica, mas não devem ser isoladas do conteúdo ou assunto da ciência. Se essas habilidades não

estão bem desenvolvidas e, por exemplo, evidências relevantes não são recolhidas, ou as conclusões são baseadas seletivamente sobre os dados que confirmam preconceitos iniciais e ignoram evidências contrárias, então os conceitos emergentes não ajudarão a entender o mundo ao redor (Harlen, 1999).

Relativamente à metodologia usada, Beaumont-Walters e Soyibo (2001) defendem que o ensino de ciências centrado no professor, não tem permitido que os alunos pratiquem estas competências e as desenvolvam. Germann, Aram, Odom e Burke (1996), Harlen (1999) e Leite (2000) corroboram esta ideia ao afirmar que as experiências que os professores promovem em sala de aula para que os alunos aprendam processos científicos envolvem procedimentos passo a passo que os alunos sigam a forma de "livro de receitas", de modo que têm pouca oportunidade de praticar os próprios processos científicos. É frequente a “colagem” que professor faz ao manual escolar ao lecionar os conteúdos, acabando até por realizar apenas atividades laboratoriais cujos protocolos estão no manual que, na maior parte dos casos, incluem resultados ou conduzem a um único resultado possível e os alunos seguem o procedimento fornecido, limitando-se a alcançar aquele resultado sem nunca refletirem no que estão a fazer e no porquê (Leite, 2000).

Em contrapartida, a metodologia de investigação no laboratório de ciências pode ajudar os alunos a desenvolver raciocínio, pensamento de nível superior e competências do processo científico (Germann, Aram, Odom & Burke, 1996). O estudo de Germann, Aram e Burke (1996) relativo à conceção do procedimento experimental sugere que, a introdução e aplicação das habilidades integradas dos processo científico nas salas de aula, aumenta a probabilidade dos alunos conseguirem produzir projetos experimentais mais completos. São ainda atribuídos méritos relativos a uma investigação guiada e aberta, para ajudar os alunos a construir um conhecimento conceptual e processual adequado. Duschl (2015) parece dar preferência a uma investigação aberta, defendendo que os alunos devem ser encorajados e ter oportunidades para decidir quais dados devem ser reunidos, quais variáveis devem ser controladas, quais ferramentas ou instrumentos são necessários para reunir e apresentar dados com precisão. Assim, à medida que os alunos começam a perguntar e formular hipóteses, é também o momento de começar a exigir que eles expliquem seus raciocínios, justifiquem suas escolhas e relacionem seu pensamento com um modelo ou uma teoria bem desenvolvida.

## CAPÍTULO IV - SIMULADORES EDUCATIVOS

### 1. DEFINIÇÃO DE SIMULADORES EDUCATIVOS

A tecnologia, associada a uma grande diversidade de ferramentas interativas e colaborativas, tornou-se acessível para um amplo espectro da comunidade educacional, abrindo a possibilidade de suportar abordagens de aprendizagem construtivista social realizadas em ambientes baseados em computador (Barros, Read, & Verdejo, 2008). Um dos recursos que pode decorrer da utilização das tecnologias computacionais na sala de aula e que, quando inseridos num cenário de aprendizagem construtivista, tem a capacidade de colocar o aluno no centro da aprendizagem, são os simuladores. No âmbito do ensino de ciências, este tipo de recurso parece ter uma vasta gama de aplicabilidades.

As simulações e os simuladores têm o mesmo princípio: há um modelo (simplificação da realidade) matemático para representar características e comportamentos de fenómenos; existe controlo de determinados parâmetros (variáveis de entrada) e a verificação dos efeitos consequentes (variáveis de saída). No entanto, há distinções entre ambos: as simulações são, normalmente, modelos muito completos, em que o cientista configura as variáveis de entrada para ver os efeitos consequentes, possibilitando uma demonstração e/ou projeção de um fenómeno (ex. simuladores meteorológicos que permitem prever a evolução do clima se acordo com os parâmetros introduzidos); e simuladores, termo mais usado no contexto da educação, que são modelos mais simples (pois o objetivo é didático) e, num cenário construtivista, são os alunos que mediante a orientação do professor, controlam as variáveis de entrada e vêem o efeito na saída. Neste projeto, sempre que for feita referência a simulações, no contexto de uma aprendizagem centrada nos alunos, deve ser entendida no sentido da utilização de um simulador pelos alunos.

Na literatura especializada, são muitas as definições de simuladores educativos, variando de acordo com os autores. Não sendo objeto de estudo desta investigação conhecer todo o estado da arte acerca deste conceito, apresentam-se em seguida algumas ideias que vão de encontro ao sentido que se pretende dar a este termo. De acordo com Smetana e Bell (2012), as simulações educativas são modelos dinâmicos do mundo real, de seus processos, fenómenos e componentes. A utilização de um simulador tem a capacidade de ensinar sobre algum aspeto do mundo imitando-o ou replicando-o. Hillesheim e Schottz, (2014) definem simuladores como “recursos de aprendizagem que observam o

comportamento de um sistema qualquer a partir dele próprio, representando o fenômeno matemática, gráfica ou simbolicamente. Permitem a reprodução virtual de uma situação real, demonstrando os efeitos de um determinado procedimento” (p.61) (figura 3).

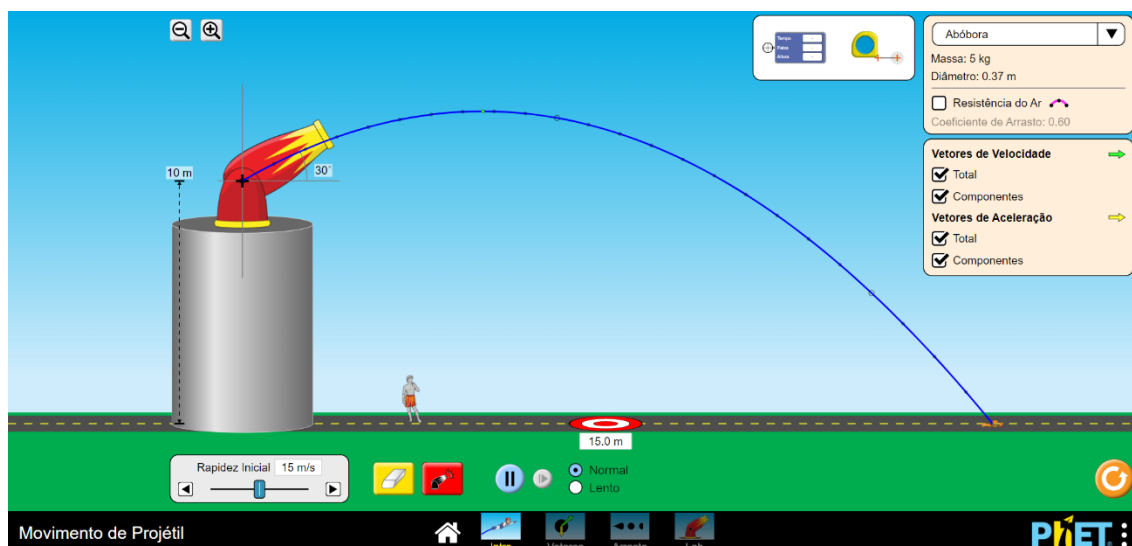


Figura 3 – Exemplo de um simulador educativo – “Movimento de Projétil” (PhET: Free online physics, chemistry, biology, n.d.).

Segundo Smetana e Bell (2012), os alunos aprendem ao interagir com as simulações que fazem de forma semelhante à que reagiriam em situações reais. Em quase todos os casos, uma simulação, para efeitos didáticos, também simplifica a realidade ao omitir ou alterar os detalhes. Nesse mundo simplificado, o aluno resolve problemas, aprende procedimentos, chega a compreender as características dos fenômenos e como controlá-los, ou aprende quais ações tomar em diferentes situações (Alessi & Trollip, 1991). Esta simplificação da realidade por parte do simulador pode constituir um constrangimento, no sentido de o aluno poder criar a ideia distorcida de que o mundo real pode ser simplificado e controlado como na simulação que efetuou. Se, automaticamente, o aluno não conseguir fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real, tem que ser o professor a trabalhar este aspeto (Morais & Paiva, 2007).

## 2. POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES EDUCATIVOS

A literatura revela-nos que a utilização de simuladores educacionais na prática pedagógica apresenta grandes potencialidades na promoção do processo de aprendizagem. Como são muitas e diversificadas as vantagens apresentadas pela comunidade científica, optou-se por dividi-las e apresentá-las em três categorias: ao nível

das estratégias didáticas; promoção do desenvolvimento de competências científicas; e promoção da aprendizagem dos conteúdos.

Tabela 1 - Potencialidades dos simuladores educativos **ao nível das estratégias didáticas**.

Potencialidades da utilização de simuladores educativos	Estudos que corroboram a ideia
Oferecem aos alunos oportunidades para se envolverem ativamente na sua aprendizagem.	Abreu (2014); Morais e Paiva (2007); Sahin (2006); Smetana e Bell (2012).
Exigem a aplicação de habilidades de resolução de problemas.	Abreu (2014); Huppert et al. (2002); Sahin (2006).
São ferramentas interativas que permitem uma aprendizagem colaborativa.	Abreu (2014); Barros et al. (2008); Sahin (2006).
Requerem menos tempo do que a situação real para se observarem os resultados.	Hillesheim e Schottz (2014); Huppert et al. (2002); Leite (2000); Morais e Paiva (2007); Smetana e Bell (2012).
Oferecem melhores condições de segurança do que as atividades laboratoriais.	Hillesheim e Schottz (2014); Leite, (2000); Morais e Paiva (2007); Sahin (2006); Smetana e Bell (2012).
Possuem potencialidades para educação à distância.	Sahin (2006).
Constituem uma estratégia muito valorizada pelos alunos, revelando-se motivadora.	Abreu (2014); Barros et al. (2008); Efe, Oral, Efe e Sünkür (2011); Gregório, Oliveira e Matos (2016); Martins et al. (2003); Morais e Paiva (2007).
A investigação autêntica promovida pela utilização de simuladores, associada a uma metodologia por investigação, é suficiente para mudar as perceções dos alunos sobre as práticas científicas.	Peffer, Beckler, Schunn, Renken e Revak (2015).
Propiciam a interdisciplinaridade, caso o ambiente representado seja transdisciplinar.	Morais e Paiva (2007).

Hillesheim e Schottz (2014); Leite (2000); Sahin (2006) e Zara (2011) consideram que utilização de simuladores poderá resolver alguns constrangimentos relativamente à realização de atividades laboratoriais, sendo potencialmente úteis para simular atividades laboratoriais que são inviáveis ou mesmo impossíveis de realizar nas escolas, pois o modelo simulado constituiu uma alternativa perante a impossibilidade de implementar um modelo real na aula. Martins et al. (2003); Morais e Paiva (2007) e Zara (2011) reforçam esta ideia ao afirmar que as simulações não devem ser utilizadas em substituição

do trabalho laboratorial, mas apenas quando o trabalho laboratorial não consegue ser um recurso útil. Não podem ser encaradas como uma solução milagrosa para todos os problemas pedagógicos, pois são apenas mais um recurso à disposição do professor (Martins et al., 2003).

Barros et al. (2008), defendem a utilização de simuladores numa fase preparatória do trabalho laboratorial, na qual, os alunos recebem a oportunidade de adquirir parte das habilidades e conhecimentos de raciocínio que, posteriormente, poderão ser aplicadas no desempenho em sessões de laboratório real.

Tabela 2 - Potencialidades dos simuladores educativos na **promoção do desenvolvimento de competências científicas**.

Potencialidades da utilização de simuladores educativos	Estudos que corroboram a ideia
Podem desenvolver competências do processo científico nos alunos.	Huppert et al. (2002); Martins et al. (2003); Peffer et al. (2015); Saat (2004); Sahin (2006); Smetana e Bell (2012); Wang et al. (2014).
Permitem verificar a validade das hipóteses formuladas relativamente às situações simuladas.	Morais e Paiva (2007).
Promovem uma maior facilidade e fidedignidade na medição ou manipulação das variáveis experimentais.	Hillesheim e Schottz (2014); Huppert et al. (2002); Morais e Paiva (2007).
Oferecem resultados facilmente observáveis e mensuráveis, através de alterações no comportamento modelo, de acordo com uma variedade de condições.	Huppert et al. (2002); Leite (2000); Morais e Paiva (2007).
Melhoram significativamente a aprendizagem do material laboratorial e permitem que os alunos trabalhem de forma mais eficaz quando realizam as atividades práticas em laboratório real.	Barros et al. (2008).

Os simuladores têm demonstrado potencial para ensinar o processo científico, sendo vários os autores que defendem esta utilização. Smetana e Bell (2012) consideram que o recurso a simuladores é, pelo menos, tão eficaz quanto as abordagens mais tradicionais no desenvolvimento de habilidades do processo científico. Então, face aos vários constrangimentos com que os professores se deparam aquando da realização de atividades laboratoriais, esta poderá ser uma estratégia válida para promover nos alunos competências de investigação científica. Huppert et al. (2002) verificaram que, recorrendo a experiências simuladas por computador, os alunos exibiam um raciocínio complexo e integrativo, que muitas vezes se revela difícil para os alunos em trabalho de

laboratório. Estes investigadores atribuem esta realidade ao facto de a utilização de simuladores tornar o problema investigado mais concreto e com apresentação dos resultados de forma visual e imediata. Na verdade, muitos simuladores educativos apresentam camadas visuais de informação extra à realidade, facilitando a visualização dos resultados e a própria compreensão do fenómeno. Por sua vez, Saat (2004) salienta a sua importância ao nível do relacionamento entre variáveis experimentais e da possibilidade de se poderem "controlar as variáveis". Sendo que uma dos grandes desafios para o ensino científico é criar oportunidades para os alunos praticarem e aplicarem as habilidades científicas a situações novas e/ou cada vez mais difíceis (Sahin, 2006), a grande variedade de simuladores disponíveis online pode ser uma contribuição para colmatar este problema, apesar da existência de poucos estudos que testemunhem esta relação (Wang et al., 2014).

Tabela 3 – Potencialidades dos simuladores educativos na **promoção da aprendizagem dos conteúdos**.

<b>Potencialidades da utilização de simuladores educativos</b>	<b>Estudos que corroboram a ideia</b>
Promovem a compreensão de conteúdos e conceitos científicos.	Abreu (2014); Efe et al. (2011); Martins et al. (2003); Morais e Paiva (2007); Peffer et al. (2015); Wang et al. (2014).
Diminuem o grau de abstração de certos conteúdos.	Gregório et al. (2016); Hillesheim e Schottz (2014).
Revelam-se eficazes para desafiar as concepções alternativas dos alunos promovendo dissonância cognitiva.	Sahin (2006); Smetana e Bell (2012).
Permitem atender às diferenças entre os alunos, ajudando estudantes a lidar com tarefas complexas e apoiando estudantes com maiores dificuldades.	Huppert et al. (2002); Smetana e Bell (2012).

Vários estudos, Peffer et al. (2015); Sahin (2006) e Smetana e Bell (2012) apontam outra vantagem para a utilização de simuladores, referindo serem pouco dispendiosos em termos financeiros.

Considerando a ampla gama de benefícios, os simuladores educativos têm merecido a atenção contínua de pesquisadores e professores, pois demonstram ser uma ferramenta valiosa para ensinar e aprender conhecimentos sobre Física, Química, Biologia e Ciências da Terra, quando usado em combinação com outras experiências de aprendizagem

(Smetana & Bell, 2012). No entanto, para Gregório et al. (2016) são poucos os estudos sobre a utilização de simuladores no âmbito do ensino da Biologia, quando comparado, por exemplo, com a Física, em que é muito frequente o recurso a este tipo de instrumentos. Para estes autores, faz sentido que os professores de Biologia conheçam simuladores disponíveis para potencializar o processo de ensino-aprendizagem, até porque, segundo Hillesheim e Schottz (2014) e Smetana e Bell (2012), existe uma grande oferta de simuladores que podem ser utilizados gratuitamente a partir da internet, estando ao alcance de qualquer escola que disponha de computadores.

## CAPÍTULO V - APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO - *INQUIRY BASED LEARNING (IBL)*

Considerando a ampla gama de potencialidades já referidas, as simulações educativas têm merecido a atenção da comunidade científica. Na opinião de Zara (2011), os simuladores constituem ferramentas interativas que possibilitam o estabelecimento de conexões entre os fenómenos e a própria ciência, através da problematização. Denota-se assim, a importância que têm as estratégias que suportam a utilização dos simuladores. Aliás, o facto de o sucesso dos simuladores depender de como eles são usados pelo professor é uma mensagem consistente na maioria dos estudos (Sahin, 2006 e Smetana & Bell, 2012), bem como os benefícios de combinar experiências de aprendizagem tradicionais e simuladas (Smetana & Bell, 2012). Neste sentido, toda a atividade em que é incluída a utilização do simulador será de extrema importância. Gregório et al. (2016) salientam a importância do enquadramento da simulação com a utilização de um roteiro de aprendizagem que potencialize o carácter investigativo que, por natureza, os simuladores já apresentam, pois consideram que aumenta a sua potencialidade em favorecer o processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Smetana e Bell (2012), quando usados de forma adequada, envolvem estudantes em pesquisas científicas autónomas, daí a importância de o professor fornecer orientação e suporte durante a sua utilização. Zara (2011), no seu estudo revelou resultados que indicaram que o grupo que não utilizou o simulador teve um desempenho ligeiramente superior. O investigador considerou que o resultado poderia ser justificado pela postura dos alunos, que encararam a simulação como um método de solução do problema, em vez de o considerarem como uma ferramenta auxiliar à aprendizagem, o que pode ter resultado da metodologia adotada pelo professor. Este caso que, à primeira vista, representa um insucesso da utilização de simuladores no processo de ensino-aprendizagem de ciências é, na verdade, uma mais-valia, pois reforça a importância da metodologia promovida pelo docente para implementar a simulação. De Jong, Sotiriou e Gillet (2014) afirmam mesmo que proporcionar apenas a utilização de um simulador não é suficiente para um processo de aprendizagem eficaz. Para que a aprendizagem seja bem-sucedida, o simulador precisa ser combinado com orientação, pois quando está inserido num processo de aprendizagem por investigação, promove um melhor conhecimento conceptual do que a instrução tradicional. Parece então ser evidente que a existência de uma orientação adequada em

ambientes de aprendizagem suportados por tecnologia é fundamental para a promoção da aprendizagem. Essa orientação pode ser fornecida num contexto de aprendizagem baseada em investigação ou *Inquiry Based Learning* (IBL).

O *Inquiry Based Learning* pode ser definido como uma abordagem de ensino e aprendizagem construtivista que coloca as questões, ideias e observações dos alunos no centro da experiência de aprendizagem. O processo envolve investigações abertas sobre uma questão ou um problema, exigindo que eles se envolvam em raciocínios baseado em evidências e soluções criativas de problemas, bem como em “encontrar problemas”. Para educadores, o processo passa por ser responsivo às necessidades de aprendizagem dos alunos e, o mais importante, saber quando e como apresentar aos alunos ideias que os levarão adiante na sua investigação, ou seja, o professor desempenha o papel de facilitador da construção do conhecimento. Juntos, professores e alunos compartilham a responsabilidade pela aprendizagem (of Education, 2013).

Segundo Coutinho e Lisbôa (2011), “a escola, sob hipótese alguma, deverá mutilar o espírito investigador dos seus alunos, pois é nesta lógica de descoberta que se aprende mais” (p.17). A aprendizagem baseada em investigação consegue promover este espírito investigador, uma vez que é uma estratégia educacional que aspira envolver os alunos num processo de investigação científica autêntica (Pedaste et al., 2015), que se assemelhe ao que os cientistas fazem, a fim de desenvolver conhecimentos e habilidades científicas mais coerentes (Zacharia et al., 2015). O *Inquiry Based Learning* constitui um processo de descoberta de novas relações causais, com o aluno formulando hipóteses e testando-as, realizando experiências e/ou fazendo observações (Pedaste, Mäeots, Leijen & Sarapuu, 2012 citado por Pedaste et al., 2015). A aprendizagem baseada em investigação enfatiza a participação ativa e a responsabilidade do aluno ao descobrir o conhecimento que é novo para si (de Jong & van Joolingen, 1998 citado por Pedaste et al., 2015).

A aprendizagem baseada em investigação está a ganhar popularidade nos currículos de ciências. Uma das razões subjacentes é que seu sucesso pode ser significativamente melhorado devido aos desenvolvimentos técnicos recentes que permitem que o processo de investigação seja suportado por ambientes de aprendizagem eletrónicos (Pedaste et al., 2015 e Zacharia et al., 2015). Neste sentido, parece que a par da relevância da utilização de simuladores educativos para fomentar o desenvolvimento de competências do processo científico, também a metodologia subjacente à sua utilização terá um papel

fundamental. Assim, a aprendizagem por investigação assume-se como uma metodologia adequada à implementação de uma atividade prática do tipo experimental recorrendo à utilização de um a simulador educativo.

Pedaste et al. (2015) resumiram as principais características da aprendizagem baseada em investigação por meio de uma revisão sistemática de literatura e desenvolveram um “ciclo de investigação” que combina os pontos fortes das estruturas de aprendizagem. A análise das descrições e as definições das fases de investigação apresentadas nos artigos revistos conduziram à criação de um quadro de aprendizagem baseada em investigação que inclui cinco fases gerais: Orientação, Conceptualização, Investigação, Conclusão e Discussão (anexo 1). Com base na visão geral dessas fases e subfases de investigação e suas definições, foi desenvolvido por estes autores um esquema de aprendizagem baseado em investigação, ilustrado na figura 4, cujas setas demonstram diferentes caminhos que podem ser seguidos através da estrutura.

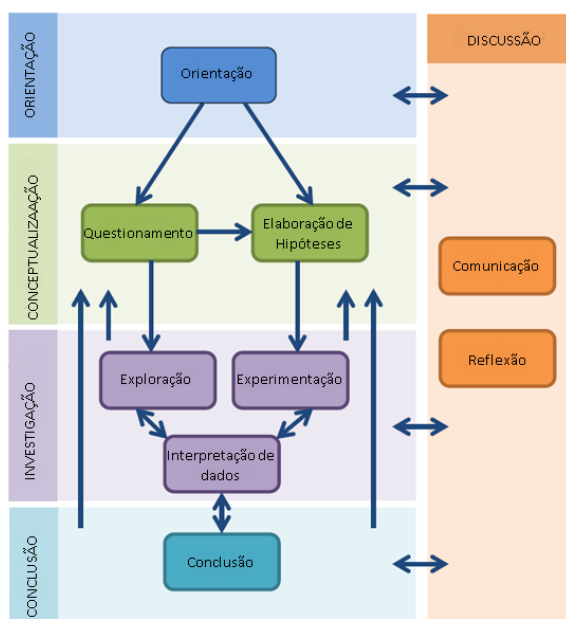


Figura 4 – Estrutura de aprendizagem baseada em investigação (Fases gerais, sub-fases e suas relações).  
 “Pedaste et al. (2015) – Tradução livre”

Esta estrutura de aprendizagem por investigação constitui a base para a estrutura geral dos ambientes de aprendizagem do projeto Go-Lab (<http://www.golabz.eu/>), cuja plataforma de criação foi usada para conceber o espaço de aprendizagem da atividade prática experimental investigada no presente projeto, como será explicado na secção *Projeto de Implementação*.

## CAPÍTULO VI - PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO

### 1. CARATERIZAÇÃO DO CONTEXTO

A realização da investigação descrita neste relatório, consistiu na implementação de um projeto constituído por três momentos de atividades, que decorreram na disciplina de Ciências Naturais em duas turmas de 8º ano, na Escola Básica de Santa Catarina da Serra. A escola localiza-se no distrito de Leiria e faz parte do Agrupamentos de Escolas de Caranguejeira – Santa Catarina da Serra. As duas turmas em causa eram constituídas por 18 alunos cada, numa turma 10 elementos eram rapazes e 8 eram raparigas, com médias de idade de 13 anos e na outra existiam 12 rapazes e 6 raparigas, com médias de idade de 14 anos. No entanto, numa das turmas, um aluno não realizou as atividades, pois não frequentou as aulas em que estas decorreram por ter um Currículo Específico Individual e um horário letivo próprio e diferente da sua turma. As duas turmas apresentavam um aproveitamento positivo à disciplina, apesar de existirem quatro alunos com retenções no seu percurso escolar numa turma e seis na outra. Todos os alunos tinham acesso às TIC em casa, tendo computador e internet, o que deixa denotar alguma literacia informática.

A investigadora foi a professora das turmas, acumulando as duas funções, o que proporcionou uma interação com os sujeitos de forma mais natural e menos intrusiva, diminuindo a probabilidade de se verificarem “efeitos do observador”, tão comuns em investigações (Bogdan & Biklen, 1994). É professora do grupo de recrutamento 520 – Biologia e Geologia há catorze anos, mas foi este o primeiro ano em que lecionou nesta escola.

Para a implementação deste projeto foram necessários dois tempos letivos de 45 minutos para ser resolvida uma ficha de trabalho num contexto de pré-intervenção; um tempo letivo para fornecer instruções aos alunos sobre o funcionamento das ferramentas existentes no espaço de aprendizagem e do próprio simulador, de modo a que a atividade fosse exequível no tempo previsto e não houvesse grande necessidade de prestar esclarecimentos de ordem técnica; outros dois tempos letivos destinaram-se à realização da atividade de utilização do simulador no espaço de aprendizagem por investigação; e ainda existiram dois tempos letivos para a resolução de uma ficha de trabalho de pós-intervenção e recolha de respostas a um questionário.

Os alunos trabalharam em grupos de 2 e de 3 elementos em todos momentos da implementação do projeto, numa perspectiva socioconstrutivista, de modo a fomentar o diálogo, a partilha e a discussão de ideias, bem como a coconstrução do conhecimento, com negociação de significados entre pares após conflitos cognitivos gerados, dando ênfase à colaboração tal como defendem Bidarra e Festas (2005).

## 2. RECURSOS

### *2.1 FICHAS DE TRABALHO DE PRÉ E PÓS-INTERVENÇÃO*

Antes da realização da atividade prática experimental com o simulador, os alunos foram sujeitos à resolução de uma ficha de trabalho. Esta foi elaborada com base na metodologia de investigação e de modo a que a sua resolução exigisse a aplicação de competências do método científico, com o objetivo de diagnosticar as capacidades dos alunos. Tinha tarefas que tentam recriar as condições em que os cientistas trabalham e desencadeiam o tipo de pensamento e raciocínio usados pelos mesmos para resolver problemas, tal como defendem Solano-Flores e Shavelson (1997). A ficha baseou-se numa investigação de cariz experimental subjacente à questão-problema “Qual a influência de alguns nutrientes no desenvolvimento de jovens plantas de couve-flor?” (anexo 2).

Após a realização da atividade prática experimental, recorrendo ao ambiente de aprendizagem online com o simulador e ferramentas de apoio, os alunos resolveram uma outra ficha de trabalho, neste caso, no contexto de uma pós-intervenção. Esta ficha também foi executada de acordo com a metodologia de investigação e permitiu a comparação de desempenho dos alunos relativamente à ficha de pré-intervenção, no que diz respeito à mobilização de competências do processo científico. Neste caso, a atividade experimental estudada era relacionada com a questão-problema “Qual a influência da quantidade água e da temperatura na germinação de sementes de feijão?” (anexo 3).

As duas fichas foram divididas em duas partes. Primeiro os alunos resolveram a parte I e, só após esta ter sido entregue à professora, é que lhes foi facultada a segunda parte na qual constavam os resultados da investigação, de modo a não influenciar as repostas às questões anteriores. Na segunda parte e já na posse dos resultados, os alunos interpretaram os dados e extraíram as suas conclusões.

As fichas de trabalho, apesar do mesmo tipo de estrutura, debruçavam-se sobre

investigações distintas para assegurar que as possíveis diferenças de desempenho dos alunos se devessem à aprendizagem das competências do processo científico durante a realização da atividade prática experimental recorrendo ao simulador e ferramentas de apoio à investigação.

## 2.2 ILS COM O SIMULADOR EDUCATIVO E FERRAMENTAS DE APOIO À APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO

A atividade prática do tipo experimental alvo de estudo neste projeto foi desenvolvida numa plataforma online ([www.graasp.eu](http://www.graasp.eu)). Esta plataforma foi criada no âmbito do projeto Go-Lab, cofinanciado pela Comissão Europeia (2012-2016) com o objetivo de abrir “laboratórios online” (*Online Labs*)<sup>1</sup> para utilização nas escolas, que podem ser publicados e compartilhados com toda a comunidade Go-Lab. Durante a sua duração de quatro anos, o projeto Go-Lab envolveu mais de 1600 professores de 15 países europeus, que participaram formação do Go-Lab e utilizaram os *Inquiry Learning Spaces* (ILS) nas suas salas de aula (“Go-Lab,” n.d.).

O projeto Go-Lab teve como finalidades encorajar os jovens estudantes a dedicarem-se a temas científicos, a adquirir habilidades de investigação científica e a experimentar a cultura de fazer ciência em circunstâncias motivadoras. Mais concretamente e segundo de Jong et al. (2014), o projeto Go-Lab oferece aos alunos e professores uma grande variedade de simuladores virtuais e laboratórios remotos, todos denominados “laboratórios online”, que são passíveis de serem manipulados e os efeitos dessa manipulação são observados para obter uma visão da relação entre variáveis no modelo conceptual subjacente ao “laboratório online”; oferece aos professores um recurso de autoria para incorporar esses “laboratórios online” em espaços de aprendizagem estruturados pedagogicamente (ILS), combinando-os com aplicações, que são ferramentas dedicadas a apoiar o processo de aprendizagem; e fornece aos alunos orientação e oportunidades de interação social. Os “laboratórios online” disponíveis neste projeto são laboratórios de ciências oferecidos através da tecnologia informática e permitem uma investigação (experimentação ou exploração) com equipamento (físico ou virtual) ou a possibilidade de trabalhar diretamente com os resultados dessa investigação (na forma de conjuntos de dados). Para este estudo, o simulador escolhido foi o

---

<sup>1</sup> Embora “simulador educativo” seja a terminologia usada neste relatório, no projeto Go-Lab o termo usado para se referir a este tipo de software é “laboratório online”.

“laboratório online” *Photolab* (figura 5), que representa virtualmente uma atividade experimental que testa a influência de quatro fatores abióticos (intensidade e cor da luz, quantidade de dióxido de carbono e temperatura) na taxa fotossintética de uma planta, sendo esta a questão-problema subjacente à atividade em que os alunos o utilizam.

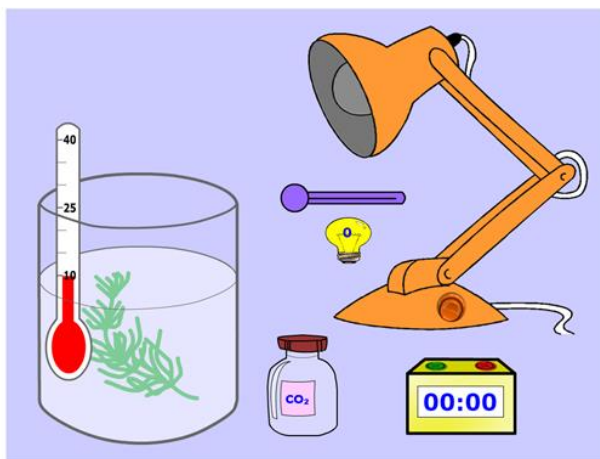


Figura 5 – Simulador *Photolab*.

Considera-se que a utilização de simuladores se enquadra num trabalho prático (os alunos estão ativamente envolvidos) e pode ser também do tipo experimental ou não, de acordo com a especificidade do simulador, se envolve ou não mobilização de competências do processo científico. Sendo assim, a utilização do simulador *Photolab* poderá ser considerado um trabalho prático do tipo experimental.

Na plataforma de criação do Go-Lab, os ILS são criados de acordo com os pressupostos de *Inquiry Based Learning*, com o intuito de incrementar o interesse dos alunos e de suportar a simulação num ambiente construtivista de aprendizagem. Esta plataforma oferece todas as facilidades para criar de forma direta e fácil os ILS personalizados com um “laboratório online” ou para reutilizar e adaptar ILS criados por outros professores. A estrutura de um ILS segue um ciclo de aprendizagem por investigação com fases bem delimitadas (“Go-Lab,” n.d.), sendo este apresentado sob a forma de guias ou separadores que os alunos podem percorrer (de Jong et al., 2014).

No Go-Lab existe ainda um suporte que ajuda os alunos no processo de utilização do “laboratório online”: em primeiro lugar, o processo geral de aprendizagem é organizado num “ciclo de investigação” que fornece aos alunos um conjunto de fases; em segundo lugar, são oferecidas formas específicas de orientação para cada uma das fases (de Jong et al., 2014). Os alunos recebem ainda orientações específicas dentro de cada uma das

fases do “ciclo de investigação”, quer por escrito no ILS, quer oralmente pela professora, como: dicas para que os alunos realizem uma determinada ação; instruções mais específicas que explicam aos alunos quais as ações a serem executadas; sugestões gerais sobre como executar uma determinada ação ou processo de aprendizagem como, por exemplo, dizer aos alunos que experimentem valores extremos de variáveis para ver como o modelo se comporta em tais circunstâncias.

O ILS concebido para a realização do presente estudo, que incluía o simulador *Photolab*, foi criado de raiz na plataforma online do projeto Go-Lab e seguiu o “ciclo de investigação” abordado por Pedaste et al. (2015) e de Jong et al. (2014). Sendo assim, o “**ciclo de investigação**” da atividade prática experimental desenvolvida está dividido em cinco etapas: Orientação, Conceptualização, Investigação, Conclusão e Discussão (figura 6). A sua apresentação e descrição detalhada, bem como das ferramentas de apoio à aprendizagem disponibilizadas no ILS encontram-se no anexo 4. As ferramentas de apoio à aprendizagem existentes nas várias etapas do “ciclo de investigação” do ILS fornecem apoio significativo a cada uma das competências científicas a que se destinam (Xenofontos, Hovardas, Zacharias, de Jong & Pedaste, 2016).

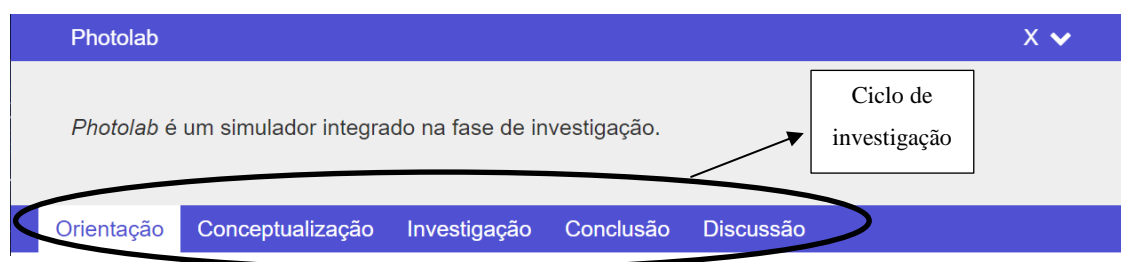


Figura 6 – Página de abertura do ILS criado para a atividade experimental, representando as etapas do “ciclo de investigação”.

Com base na estrutura que apresentam, Pedaste et al. (2015) recomendam iniciar o processo de aprendizagem baseado em investigação com a «Orientação», etapa onde os alunos são apresentados ao problema a ser resolvido e assunto a ser investigado. Na etapa seguinte - «Conceptualização», os autores apresentam três possibilidades diferentes para o processo de aprendizagem baseado em investigação. No caso do presente estudo, optou-se por uma abordagem baseada em questões, às quais os alunos respondem e cujo objetivo é recolher informações para auxiliar na elaboração de hipóteses experimentais. De um modo resumido o processo de aprendizagem por investigação na atividade estudada no presente projeto segue a seguinte estrutura: **Orientação – Questionamento – Elaboração de Hipóteses – Experimentação - Interpretação de Dados – Conclusão**

(ver figura 4). A sequência «Elaboração de Hipóteses – Experimentação - Interpretação de Dados» pode ser repetida várias vezes, mas também é possível seguir diretamente da primeira «Interpretação de Dados» para «Conclusão». A «Discussão» é uma fase final de reflexão que não será alvo de análise no estudo.

### 3. REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE PRÁTICA DO TIPO EXPERIMENTAL NO ILS COM O SIMULADOR *PHOTOLAB*

As limitações ao nível do material tecnológico também contribuíram para a opção de trabalho em grupo, uma vez que na sala de TIC onde se realizou a atividade prática experimental não existia um computador por aluno e ainda, alguns destes equipamentos não estavam a trabalhar ou não permitiam a rapidez de acesso à internet, imprescindível para o ótimo funcionamento da plataforma com o simulador.

Não foi necessária nenhuma instalação prévia, apenas aceder ao link da plataforma GRAASP (<http://graasp.eu/spaces/58a0c732771d849d4333f5ec>) onde foi criado o espaço de aprendizagem com o simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem em cada um dos seis computadores por turma. No Go-Lab os alunos não precisam de uma conta para usar um ILS compartilhado pelo professor com um URL secreto, fez-se apenas um *login* usando um *nickname* do conhecimento da professora por cada grupo, mais concretamente uma letra. Esse *nickname* permitiu identificar todo o trabalho desenvolvido por cada grupo e é apenas do conhecimento da professora, não sendo armazenada em qualquer lugar a identidade dos alunos. No Go-Lab o esquema de privacidade imita o modelo da sala de aula, onde apenas o professor está ciente das identidades e das atividades desenvolvidas pelos seus alunos (de Jong et al., 2014).

A investigadora, na qualidade de professora das turmas estudadas, foi acompanhando o trabalho desenvolvido por cada grupo de alunos e interveio, questionando os alunos, sempre que considerou necessário para lhes promover a reflexão e a construção do conhecimento, tentando potenciar ainda mais a metodologia por investigação. Poucas vezes, os alunos pediram a explicações de como trabalhar com as ferramentas presentes no cenário de aprendizagem, uma vez que, previamente, se tinha dedicado uma aula à explicação do seu funcionamento e estas apresentam uma descrição em texto de como funcionam. No entanto, sempre que se revelou necessário, foi acrescentada informação oralmente e exemplificações de como se utilizava cada ferramenta.

## CAPÍTULO VII - METODOLOGIA DO PROJETO

### 1. PARADIGMA INTERPRETATIVO (QUALITATIVO) E METODOLOGIA

Paradigma de investigação é um termo que se refere à natureza de uma investigação e ao modo como se concebe o conhecimento. É definido por Coutinho (2005) citado por Coutinho (2016, p.9) como “um conjunto articulado de postulados, de valores conhecidos, de teorias comuns e de regras que são aceites por todos os elementos de uma comunidade científica num dado momento histórico”. Segundo Fortin (1999) “a investigação permite criar novos conhecimentos pelo desenvolvimento da teoria ou pela verificação da teoria” (p.18). Esta autora afirma ainda que cabe ao investigador planificar um método apropriado para a sua investigação, que corresponda às suas preocupações e permita a obtenção das respostas às suas questões. Tendo em consideração a questão de investigação do presente estudo e os objetivos que se pretendem alcançar, propõe-se a utilização do paradigma qualitativo/interpretativo.

O Paradigma Interpretativo ou Qualitativo “pretende substituir as noções científicas da explicação, previsão e controlo do paradigma positivista pela compreensão, significado e acção” (Coutinho, 2016, p.17). Permite interpretar e compreender o mundo social e educativo, mas também procura os significados que os sujeitos dão aos fenómenos. Os acontecimentos são compreendidos através da interpretação mental, sob a influência do contexto social. Neste sentido, os valores do investigador exercem influência no processo, pois estão dependentes do relacionamento entre o sujeito e o objeto e, como tal, existe risco de subjetividade. A realidade é encarada como múltipla, construída através da interação humana, holística e divergente, daí se procurar compreendê-la e interpretá-la, recorrendo a um método indutivo (Coutinho, 2016).

Numa investigação qualitativa tenta-se compreender o processo pelo qual os sujeitos constroem significados e descrever em que consistem esses significados (Bogdan & Biklen, 1994). Nesta investigação pretende-se descrever de que modo a utilização do simulador e das ferramentas existentes no ILS podem auxiliar os alunos a conceber conhecimento e a desenvolver competências sendo, por isso, necessário interpretar todas as informações recolhidas e compreender a realidade. Deste modo, e em função do objetivo, pode considerar-se o método a seguir de natureza descritiva, mas em relação à

obtenção de um primeiro conhecimento da situação que se pretende estudar (Coutinho, 2016).

### *1.1. MÉTODOS QUALITATIVOS*

Coutinho (2016) adverte que numa investigação de cariz interpretativo/qualitativo é difícil determinar e classificar os métodos de investigação, não existindo instrumentos padronizados e procedimentos metodológicos recomendados unanimemente na literatura.

O desenho de investigação que pareceu mais adequado aos objetivos do estudo foi o de “Estudo de Caso”. Para uma maior compreensão na investigação social é benéfico o uso de diferentes métodos e técnicas para a recolha de dados pormenorizados no ambiente natural, pois só assim se vai poder gerar um conhecimento mais profundo e enriquecido.

### *1.2. ESTUDO DE CASO*

Segundo Coutinho (2016), o estudo de caso é um referencial metodológico com muitas potencialidades na investigação em Ciências Sociais e Humanas, pois envolve o estudo intensivo e detalhado de uma entidade – o “caso”. Esta entidade pode ser uma pessoa, um grupo, uma instituição ou organização, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma política ou qualquer outra unidade social (Meirinhos & Osório, 2010 e Ponte, 2006). De acordo com Ventura (2007), o estudo de caso “visa à investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações” (p. 384). Quanto aos objetivos do estudo de caso, Coutinho (2016) salienta que esta abordagem metodológica pode ser usada quando o investigador tem como propósitos explorar, relatar, registar, descrever, fornecer conhecimento, explicar, interpretar, avaliar, comprovar e contrastar.

Ventura (2007) apesar de reconhecer inúmeras vantagens e aplicabilidades para o estudo de caso, faz uma ressalva às suas limitações, destacando a dificuldade de generalização dos resultados obtidos. A unidade escolhida para investigação pode ser bastante atípica em relação a muitas outras e os resultados da pesquisa poderão revelar-se equivocados. Assim, o estudo de caso exige do pesquisador muita atenção e cuidado, principalmente porque ele está profundamente envolvido na investigação, correndo o risco de apresentar uma falsa certeza das suas conclusões e fiar-se demais em falsas evidências. Para evitar esta situação deve-se elaborar um plano de estudo de caso que previna prováveis

equivocos subjetivos. Neste sentido, Meirinhos e Osório (2010) consideram fundamental a triangulação, uma vez que permite aumentar a fiabilidade da informação. Por outro lado, não é propriamente objetivo de muitos investigadores qualitativos proceder à generalização de resultados. Principalmente, quando se trata de um estudo de caso, pois os resultados particulares daquele grupo não serão aplicáveis a locais e sujeitos diferentes (Bogdan & Biklen, 1994). Para Ponte (2006), se o investigador pretender obter conhecimento acerca de toda a população, então deve optar por outra abordagem metodológica, já que o estudo de caso tem como fim produzir conhecimento acerca de objetos muito particulares.

Coutinho (2016) apresenta no seu livro duas citações que ajudam a clarificar o propósito da escolha desta abordagem metodológica para a presente investigação. Para Creswell (1998) citado por Coutinho (2016), “o estudo de caso é a exploração de um “sistema limitado”, no tempo e em profundidade, através de uma recolha de dados profunda envolvendo fontes múltiplas de informação ricas no contexto” (p. 61). Por sua vez, Yin (1994) citado por Coutinho (2016) esclarece que o estudo de caso “é a estratégia de investigação mais adequada quando queremos saber o “como” e o “porquê” de acontecimentos atuais sobre os quais o investigador tem pouco ou nenhum controlo” (p. 9).

No caso da presente investigação, o estudo de caso é intrínseco, pois procura compreender melhor um caso particular em si mesmo e é único, uma vez que se baseia no estudo de um único caso (Coutinho, 2016; Meirinhos & Osório, 2010 e Ventura, 2007).

## 2. SELEÇÃO DA AMOSTRA

A população alvo deste estudo são as duas turmas de 8º ano nas quais a investigadora era professora de Ciências Naturais. A amostra extraída desta população foram dois grupos de alunos, um de cada turma, dos quais se recolheram dados. Trata-se então de uma amostragem não probabilística criterial, pois os segmentos da população foram escolhidos para constituir a amostra segundo um critério pré-definido (Coutinho, 2016). Foi previamente aplicada uma ficha de trabalho, no âmbito de uma pré-intervenção, que funcionou para diagnose de competências e capacidades relacionadas com o processo científico e os grupos escolhidos foram um que revelou o desempenho mais fraco e outro que revelou um melhor desempenho. Estes dois grupos também mostraram

comportamentos diferentes durante a realização da atividade no ILS, no que diz respeito à solicitação da intervenção da professora, o que reforçou a sua escolha. Faria sentido comparar os processos de aprendizagem em dois grupos cujo acompanhamento foi tão diferente. Foram também imediatamente excluídos outros grupos cuja atividade com o simulador foi prejudicada pela componente tecnológica, nomeadamente fraca rede de internet e aqueles que demonstraram na ficha de pré-intervenção pouca dinâmica de grupo, centrando as tarefas apenas num elemento.

Este tipo de amostra apresenta a vantagem de estar bem adaptada ao estudo a efetuar, mas tem a desvantagem de ser pouco representativa da população e não permitir a generalização dos resultados além do grupo (Coutinho, 2016).

### 3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

Qualquer plano de investigação implica a recolha de dados originais por parte do investigador. O estudo de caso pode recorrer a várias técnicas típicas da investigação qualitativa e é benéfico que utilize “múltiplas fontes de evidência ou dados, por permitir por um lado, assegurar as diferentes perspetivas dos participantes no estudo e por outro, obter várias “medidas” do mesmo fenómeno, criando condições para uma triangulação de dados, durante a fase de análise dos mesmos” (Coutinho, 2016, p.341). Na investigação qualitativa deve-se ter em conta que nada é trivial e que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita compreender de forma mais esclarecedora o objeto de estudo (Bogdan & Biklen, 1994).

De acordo com os objetivos desta investigação e dos pressupostos anteriores, foram utilizados neste estudo os seguintes instrumentos de recolha de dados:

- **Diário de Bordo** - envolveu a obtenção de dados descritivos através do contacto direto da investigadora com a situação estudada e com os sujeitos envolvidos, numa perspetiva de observação participante não estruturada. A investigadora era simultaneamente professora da turma e devido ao acumular de papéis e funções a eles inerentes, a investigadora optou por uma observação não estruturada, pois não teria tempo para o preenchimento atento e minucioso de grelhas de observação. Enquanto professora, teve que aceder a todas as solicitações dos alunos e aproveitou essas ocasiões para ir formulando perguntas abertas de modo a convidar os alunos a explorarem as suas ideias e raciocínio, que foram captadas por outros instrumentos de registo.

Bogdan e Biklen (1994) consideram mesmo o investigador o principal instrumento da investigação qualitativa, pois mesmo quando utilizam equipamentos de captura de dados em áudio ou vídeo, estes são complementados pela informação que se obtém no contacto direto com os sujeitos. Neste sentido, no diário de bordo foram registados acontecimentos considerados relevantes, nomeadamente constrangimentos que decorreram durante as atividades desenvolvidas. Alguns desses registos foram efetuados durante as atividades e outros logo após estas terem terminado, de forma a serem o mais fiel possíveis à realidade dos factos. Estes dados também funcionaram como um complemento à informação recolhida através de equipamentos de gravação, auxiliando a interpretação dos resultados.

- **Captura do ecrã do computador em formato de vídeo** - a gravação de imagem do ecrã dos computadores, foi obtida com a utilização de um software online – *Apowersoft Free Online Screen Recorder* - que procedeu ao registo em vídeo de todo o processo de realização da atividade prática no ILS com o simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem de cada grupo. Foi possível assim, acompanhar toda a execução de tarefas, a exploração e manipulação do simulador e o preenchimento das ferramentas de apoio, evidenciando todo o processo de aprendizagem. Com este instrumento obteve-se uma fonte de dados em ambiente natural, muitos deles não percecionados pela investigadora no momento da ação.

- **Gravação de áudio** - os dados mais importantes e mais ricos em termos de informação, a par da captura de ecrã, foram obtidos através da gravação de áudio das conversas e interações entre os alunos de cada grupo de trabalho. Estas conversas representam os seus raciocínios, pensamentos e a forma como descreviam as tarefas que iam realizando, permitindo acompanhar o processo de aprendizagem que efetuavam. Esta gravação de áudio foi executada pelo mesmo software e de forma síncrona relativamente à captura de ecrã.

É importante que os dados do processo sejam recolhidos em tempo real, pois ao recolher os dados durante a atividade, no caso de uma simulação com investigação na sala de aula de ciências, gera-se uma imagem mais precisa da aprendizagem dos alunos (Peffer et al., 2015).

- **Registo eletrónico** – o preenchimento das ferramentas de apoio à aprendizagem da ILS pelos alunos ficou gravado e estes registos foram posteriormente analisados. Estes dados

permitiram inferir alguns aspetos da aprendizagem de cada grupo. No entanto, como estes dados são já o resultado de um processo de aprendizagem, sua análise é limitada, não dá ênfase ao processo, mas apenas aos resultados. Contudo, a triangulação com as gravações em áudio e em vídeo permitem descrever todo o processo de aprendizagem.

- **Fichas de trabalho** – as fichas de trabalho resolvidas que funcionaram como instrumentos de recolha de dados, já foram previamente enquadradas no estudo, na secção *Recursos* do capítulo *Projeto de Implementação*. A ficha de trabalho realizada previamente constituiu uma espécie de pré-teste, embora este termo seja mais usual quando se trata de uma investigação de âmbito quantitativo. Os resultados do desempenho de cada grupo nesta tarefa, forneceram informações sobre o nível de competências de cada um relativamente às habilidades do processo científico integrado, funcionando com uma diagnose. Foi com base neste diagnóstico que foram escolhidos os grupos de alunos para a atividade na ILS com o simulador, como já foi referido anteriormente. A ficha de trabalho de pós-intervenção, possibilitou a comparação do desempenho de cada grupo relativamente à pré-intervenção, uma vez que a estrutura e tipo de questões era idêntica e as tarefas propostas exigiam que os alunos mobilizassem as mesmas competências. A análise das respostas de cada grupo às fichas de trabalho recorreu à análise de conteúdo.

As fichas de trabalho foram submetidas a validação por duas professoras de Ciências Naturais do ensino básico, que as analisaram e tendo em conta os objetivos a que se propunham, avaliaram se estas “mediam” aquilo que se pretendia que medissem, de forma a que os dados recolhidos pudessem traduzir a realidade. Foram efetuadas alterações, tendo por base as críticas e sugestões apresentadas.<sup>2</sup>

- **Questionário** - de modo a poder concretizar o objetivo secundário da investigação, ainda foi aplicado um questionário (anexo 5) com questões de resposta fechada que incidiram nas perceções dos alunos acerca da atividade de utilização do simulador e o impacto na sua aprendizagem. Na construção deste questionário dividiram-se as questões em três partes: a primeira teve como objetivo diagnosticar a perceção dos alunos acerca

---

<sup>2</sup> No sentido de ouvir a opinião de alguém *expert* sobre a sua qualidade para medir o que se pretende e verificar a validade de conteúdo do instrumento, a ficha de pré-intervenção foi submetida à análise de uma professora da área de Ciências da Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Instituto Politécnico de Leiria. Este procedimento faz sentido em instrumentos que avaliam habilidades e conhecimentos dos sujeitos, o que é o caso desta ficha de trabalho (Coutinho, 2016).

da utilização do simulador; a segunda destinou-se a aferir da opinião dos mesmos acerca da metodologia utilizada, mais concretamente o IBL, presente em todas as etapas do espaço de aprendizagem no qual realizaram a atividade; e a terceira parte pretendia proceder a um balanço final por parte dos alunos.

As questões foram apresentadas na forma de afirmações às quais os alunos respondiam escolhendo uma opção de resposta que exprimisse o seu grau de concordância com cada afirmação/enunciado. Recorreu-se a uma escala de Likert sobre atitudes (Freixo, 2010), para doze das treze questões. A escala possuía cinco graus de concordância: “Discordo Completamente”, “Discordo Parcialmente”, “Não Concordo nem Discordo”, “Concordo Parcialmente” e “Concordo Completamente”, na forma de questões de escolha múltipla. Uma das questões era respondida com uma escala diferente, que enunciava o grau de satisfação dos alunos, também como cinco termos: “Muito insatisfeito(a)”, “Insatisfeito(a)”, “Indiferente”, “Satisfeito(a)” e “Muito Satisfeito(a)”. No anexo 5 encontra-se a conceção/estrutura do questionário, que foi depois implementado na tecnologia *Google Forms* e respondido online e de modo anónimo e individual. Este instrumento de recolha de dados foi elaborado com base num questionário que tinha funções semelhantes usado na investigação de Abreu (2014).

Em jeito de resumo e relativamente ao objetivo principal desta investigação, as evidências das competências do processo científico a estudar são recolhidas por todos os instrumentos referidos à exceção do questionário. Na Tabela 4 estão listadas as competências a verificar e os respetivos instrumentos de recolha de dados utilizados.

Tabela 4 – Instrumentos de recolha de dados relativos a cada competência do processo científico estudada.

<b>Competências a verificar</b>	<b>Onde verificar</b>
1- Identificação da variável dependente	Ficha de pré-intervenção; ILS: ferramenta HS e resposta à questão 1; Ficha de pós-intervenção
2- Identificação de variáveis independentes	Ficha de pré-intervenção; ILS: ferramenta HS, resposta à questão 2; Ficha de pós-intervenção
3- Formulação de hipóteses de acordo com a questão-problema	Ficha de pré-intervenção; ILS: ferramenta HS Ficha de pós-intervenção
4- Controlo e manipulação de variáveis	Ficha de pré-intervenção; ILS: simulador e ferramenta EDT; Ficha de pós-intervenção
5- Desenho da investigação adequado para responder à questão-problema e testar as hipóteses elaboradas	Ficha de pré-intervenção; ILS: simulador, ferramentas EDT e OT; Ficha de pós-intervenção
6- Comparação dos resultados com as hipóteses elaboradas e interpretação dos mesmos	Ficha de pré-intervenção; ILS: Ferramentas OT e CT; Ficha de pós-intervenção

#### 4. TÉCNICAS DE ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

A investigação qualitativa é de natureza descritiva, os dados são recolhidos na forma de palavras e imagens e apresentados recorrendo a citações para ilustrar e substanciar a apresentação dos mesmos. Na sua análise deve-se ter em consideração toda a riqueza e respeitar a forma como estes foram registados ou transcritos (Bogdan & Biklen, 1994).

Concretamente, na área de estudo da aquisição de competências do processo científico por alunos, Smetana e Bell (2012) consideram que o número e a variedade de instrumentos envolvidos na recolha de dados complicam a interpretação dos mesmos, sugerindo a necessidade de testes mais sensíveis. Wang et al. (2014) também alertam para a necessidade de métricas válidas para avaliar habilidades psicomotoras ou integradas. Por sua vez, Germann, Aram, Odom e Burke (1996); Germann, Aram e Burke (1996) e Germann e Aram (1996) nos seus estudos procuraram mesmo desenvolver uma estrutura de pesquisa para codificar e analisar as respostas dos alunos às tarefas que exigiam a mobilização de habilidades do processo científico integradas. Utilizaram um quadro de pesquisa para descrever padrões e regularidades entre as respostas dos alunos, para avaliar o seu desempenho e aprendizagem.

Tendo em consideração estas opiniões relacionadas com os objetivos principais desta investigação e a natureza de uma investigação qualitativa que se pretende executar, a técnica de tratamento de dados escolhida foi a transcrição das ações e diálogos entre os alunos enquanto realizavam as tarefas no ILS e a transcrição das respostas dadas às fichas de trabalho, analisando o seu conteúdo.

Apesar da investigação ter um carácter qualitativo, no que diz respeito ao seu objetivo secundário, recorreu-se a uma metodologia de cariz quantitativo. A aplicação do questionário recolheu dados de natureza quantitativa, os quais foram tratados estatisticamente, de forma a que apresentassem a frequência absoluta de respostas dadas a cada opção para cada enunciado, na forma de gráficos.

#### 5. CREDIBILIDADE DA INVESTIGAÇÃO

Segundo Coutinho (2016), a credibilidade “diz respeito ao quanto as construções/reconstruções do investigador reproduzem os fenómenos em estudo e/ou pontos de vista dos participantes da pesquisa” (p.237). É impossível alcançar a

objetividade de uma investigação qualitativa, pois pode ser reveladora de várias dimensões que compõem a realidade em estudo. Neste sentido, o conceito de triangulação, como uma combinação de “dois ou mais pontos de vista, fontes de dados, abordagens teóricas ou métodos de recolha de dados numa mesma pesquisa por forma a que possamos obter como resultados final um retrato mais fidedigno da realidade” (Coutinho, 2016, p. 239). No caso da presente investigação, o protocolo de investigação proposto por Flick (1998) e citado por Coutinho (2016) é o da triangulação de fontes, isto é, “triangulação de fontes de dados, em que se confrontam os dados provenientes de diferentes fontes” (p.239).

## 6. PRINCÍPIOS ÉTICOS

Um investigador deve adotar um código de ética para orientar a sua conduta, que assenta num conjunto de princípios que contribuem para um processo de investigação de maior qualidade. Alguns desses princípios são: o dever informar os participantes sobre a investigação a desenvolver, concretamente em relação ao processo e à divulgação dos resultados, procedendo a um pedido de autorização para o efeito; garantir a confidencialidade da informação recolhida; solicitar autorização das instituições a que pertencem os participantes dos estudo (Sousa & Baptista, 2011). Assim, durante a investigação foram tidas em considerações algumas questões de ordem ética, nomeadamente, foi pedida autorização à direção do agrupamento para realizar a investigação na escola e turmas em causa (anexo 6); foi solicitada a autorização dos encarregados de educação dos alunos das duas turmas para se proceder à recolha de dados por gravação de áudio e vídeo, informando sobre a utilização a dar aos mesmos e garantindo o anonimato dos alunos (anexo 7).

## CAPÍTULO VIII – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os dados recolhidos de acordo com os objetivos da investigação. Face a estes objetivos, de todo o “ciclo de investigação”, as etapas que foram escrutinadas foram a «Conceptualização», a «Investigação» e a «Conclusão». A apresentação dos dados estará dividida em três partes. Na primeira serão apresentados em grelhas que mostram evidências da **mobilização**, ou não, de competências do processo científico por parte dos alunos de dois grupos (E e I), isto é, os dados concentram-se no produto da aprendizagem e não na forma como esses alunos adquiriram as competências. Esta informação será apresentada de forma bastante resumida, recorrendo apenas a um exemplo dos muitos evidenciados pelos alunos no caso de algumas competências. Numa segunda parte será apresentada uma análise de conteúdo aprofundada, de modo a que descreva a riqueza de **processos de aquisição e aplicação** da competência «**Controlo e manipulação de variáveis**» com a utilização do simulador e de uma das ferramentas de apoio à aprendizagem (EDT), num grupo com a intervenção da professora (grupo E) e noutro sem a intervenção da professora (grupo I). Os dados analisados nas primeira e segunda partes foram selecionados de acordo com a sua pertinência, mas muito mais haveriam que poderiam enriquecer esta investigação. Na terceira e última parte serão apresentados os dados referentes ao objetivo secundário da investigação, isto é, as perceções dos alunos sobre a utilização deste tipo de estratégia e recurso ao simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem.

### PARTE I – MOBILIZAÇÃO DE COMPETÊNCIAS RELACIONADAS COM O PROCESSO CIENTÍFICO

Como já foi referido no *Projeto de Intervenção*, os alunos tiveram que mobilizar competências do processo científico em três momentos, com atividades distintas: na ficha de pré-intervenção, na atividade experimental no espaço de aprendizagem com o simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem e na ficha de pós-intervenção. Para verificar a mobilização de cada competência pretendida, procedeu-se à análise de dados obtidos pelos instrumentos de recolha (tabela 4), apresentando a informação na forma de tabelas (uma tabela por competência). Todos os dados foram alvo de análise de conteúdo, quer os provenientes das fichas de pré e pós-intervenção, quer os dados obtidos a partir

das gravações de áudio e vídeo, concretamente no caso da atividade experimental que decorreu na ILS com o simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem. No caso da informação obtida a partir das gravações de áudio e vídeo, optou-se por sublinhar as expressões e ações dos alunos que evidenciam concretamente a mobilização total, parcial ou a não mobilização das competências, uma vez que houve necessidade de transcrever mais do que essa informação devido à pertinência do contexto em que se inserem.

Tabela 5 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência «**Identificação da variável dependente**».

Grupo	Ficha de pré-intervenção	Gravação de vídeo e áudio da atividade no ILS	Ficha de pós-intervenção
E	“A variável dependente é a planta.”	Aluno 3: “ <u>Variável dependente é aquela que precisa de outra coisa para fazer algo. É a variável não dependente, independente, é aquela que pode fazer tudo sozinha.</u> ” (...) Aluno 2: “ <u>É a taxa fotossintética.</u> ” (...) [Escrevem como resposta à pergunta 2 da secção da «Conceptualização»: “Temperatura, cor da luz, intensidade da luz e quantidade de dióxido de carbono” e como resposta à pergunta 1 redigem “ <u>A taxa fotossintética.</u> ”]	“A variável dependente é a germinação do feijão”
I	“A variável dependente é a planta pois necessita dos nutrientes no seu desenvolvimento.”	Aluno 1: “Qual é a variável dependente?” Aluno 3: “ <u>Dependente é a planta.</u> ” Aluno 1: “ <u>A planta depende das outras coisas todas.</u> ” Aluno 3: “Exatamente.”	“A variável dependente são as sementes.”

Nas fichas de pré-intervenção e de pós-intervenção os alunos foram questionados sobre qual a **variável dependente** das atividades experimentais subjacentes à respetivas questões-problemas fornecidas. Como se pode ver na tabela 5, na ficha de pré-intervenção, ambos os grupos conseguiram associar este papel à planta, mas não foram suficientemente precisos, pois a variável dependente seria o «Desenvolvimento das plantas», isto é, aquela que não é manipulada, mas sim é observado o seu efeito. A resposta do Grupo I é ambígua, pois embora façam referência ao desenvolvimento da planta, não fica claro que estejam a associar o desenvolvimento da planta à variável dependente. Poderá ser apenas um problema de comunicação e estruturação da resposta, mas é difícil esclarecer a situação apenas pelo que escreveram. Se tivesse existido uma

gravação de áudio e vídeo aquando da realização da ficha de pré-intervenção, toda a discussão em grupo, poderia permitir contextualizar esta resposta.

No caso que diz respeito à ficha de pós-intervenção a variável dependente seria a «Germinação das sementes/feijões», pelo que o Grupo E demonstrou claramente esta competência de identificação da variável dependente, enquanto que o Grupo I, mais uma vez, foi pouco preciso, referindo-se apenas às sementes.

Relativamente à atividade experimental no ILS, o Grupo E discutiu os conceitos de variável dependente e independente entre si, demonstraram compreender o conceito e aplicaram corretamente no contexto da questão-problema apresentada, identificando corretamente a variável dependente ao responder «Taxa fotossintética» à questão sobre este assunto. O Grupo I, mais uma vez, demonstrou que não consegue ser objetivo na identificação da variável dependente, associando-a à planta apenas, sem se referir concretamente a que aspeto da planta, que neste caso seria a sua taxa fotossintética. Parece ser evidente não conseguirem aplicar o conhecimento que detêm sobre a competência no contexto concreto da atividade a desenvolver.

Assim, a análise desta primeira competência do processo científico demonstra, tal como é preconizado por Germann, Aram, Odom e Burke (1996), que é muito difícil avaliar as competências científicas, principalmente recorrendo a estratégias e instrumentos tradicionais de suporte escrito, como testes e fichas. Pior seria ainda, se as respostas não fossem de carácter aberto, mas sim com itens de escolha múltipla (Harlen, 1999). Germann, Aram, Odom e Burke (1996) sugerem o desenvolvimento de um quadro de pesquisa para analisar e classificar as respostas dos alunos a estas tarefas, buscando padrões e regularidades entre as suas respostas, a aprendizagem e a avaliação. Neste sentido, a possibilidade de acompanhamento dos alunos aquando da execução das tarefas no ILS revelou-se muito vantajosa, pois não se limita a uma resposta final escrita, mas sim a todo o processo de negociação de conceitos e interajuda.

Tabela 6 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência «**Identificação de variáveis independentes**».

Grupo	Ficha de pré-intervenção	Gravação de vídeo e áudio da atividade no ILS	Ficha de pós-intervenção
E	“A variável independente é a quantidade de água e os nutrientes”.	Aluno 1: “Não, é a temperatura, a intensidade da luz e a cor. E a quantidade.” Professora: “De dióxido de carbono. Isso é aquilo que vocês vão alterar, certo? Para ver uma resposta.” Aluno 3: “ <u>São variáveis independentes.</u> ” (...) [Escrevem como resposta à pergunta 2 da secção da «Conceptualização»: “ <u>Temperatura, cor da luz, intensidade da luz e quantidade de dióxido de carbono</u> ” (...)]	“As variáveis independentes são: a temperatura e a quantidade de água.”
I	“A variável independente são os nutrientes que ajudam ao desenvolvimento da planta.”	Aluno 1: “As variáveis são...” [Referia-se às independentes] Alunos 2 e 3: “A <u>cor da luz.</u> ” Aluno 1: “A cor da luz, <u>CO<sub>2</sub>, temperatura.</u> ” Aluno 2: “(...) <u>intensidade da luz.</u> ”	“As variáveis independentes são a água líquida e a temperatura.”

De acordo com os dados da tabela 6 relativamente à capacidade para **identificar as variáveis independentes** nas várias situações experimentais, o Grupo E conseguiu fazê-lo perfeitamente na atividade experimental com o ILS e na ficha de pós-intervenção. Numa primeira etapa, na ficha de pré-intervenção, identificou estas variáveis quando se referiu aos «nutrientes», mas considerou a quantidade de água também como variável independente, o que não é correto.

Quanto ao Grupo I, fazem uma identificação correta das variáveis independentes na ficha de pré-investigação e no ILS. Na ficha de pós-intervenção voltam a demonstrar falta de objetividade ao referirem-se a «água líquida» em vez de «quantidade de água».

As variáveis independentes são os fatores determinantes para que ocorra um determinado resultado ou efeito. Mas os alunos revelam algumas dificuldades em entender que na questão-problema está implícita a relação entre as variáveis independentes e dependente, e, através dela, poderiam identificar as variáveis. Assim, tal como o trabalho de Germann, Aram, Odom e Burke (1996), a análise destas duas primeiras competências do processo científico também permitiu denotar que muitos alunos não capazes de desempenhar claramente as tarefas de identificação de variáveis (dependente e independente),

apresentado maioritariamente respostas incompletas, ambíguas e/ou incorretas. No caso do presente estudo, esta situação foi verificada com maior incidência no Grupo I.

Tabela 7 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência «**Formulação de hipóteses de acordo com a questão-problema**».

Grupo	Ficha de pré-intervenção	Gravação de vídeo e áudio da atividade no ILS	Ficha de pós-intervenção
E	“A planta só com água destilada morre.”	Aluno 1: “Se a temperatura...” [Desta vez, arrastam palavras predefinidas] Aluno 3: “Diminuir ou aumentar? Se a temperatura aumentar...” Aluno 1: “E diminuir... Não mete aumentar, mete aumentar.” Aluno 3: “... aumentar a taxa fotossintética...” Aluno 1: “...aumenta.” Aluno 3: [Lê a segunda hipótese elaborada] “ <u>Se a temperatura aumentar a taxa fotossintética aumenta.</u> Ok, está feito!”	“O feijão com altas temperatura não germina.”
I	“Crescimento da planta.”	Aluno 2: “ <u>Se alterar a intensidade da luz (...), a taxa fotossintética será menor.</u> ”	“Se alterarmos a temperatura para muito frio a germinação da semente será alterada.”

A tabela 7 revela que, em todas as atividades, o Grupo E demonstrou conseguir **formular hipóteses** corretamente em função das questões-problema, articulando a variáveis dependente com as independentes. No caso da ILS, duas hipóteses foram elaboradas com recurso a palavras predefinidas que podiam ser arrastadas na ferramenta HS, mas outras duas foram enunciadas de raiz com palavras dos próprios alunos.

Relativamente à ficha de pré-intervenção, o Grupo I teve um desempenho pobre, referindo-se apenas à variável dependente, sem colocar nenhum condicionamento na variável independente e respetiva consequência na variável dependente. A definição de hipóteses experimentais refere-se a uma predição da relação entre variáveis independentes e dependente, isto é, entre as variáveis que ao serem manipuladas vão constituir uma causa e a variável que vai responder com um determinado efeito ou consequência. Esta relação pareceu não ser óbvia para os alunos do Grupo I aquando da resolução da ficha de pré-intervenção.

Os resultados dos dois grupos relativamente à ficha de pré-intervenção, nesta etapa do processo científico, podem ser comparados aos de Germann, Aram, Odom e Burke (1996), que afirmam que menos de metade dos alunos conseguem realizar com sucesso o processo de elaboração de hipóteses. No caso concreto, o Grupo E conseguiu mobilizar a competência logo na primeira atividade e o Grupo I não.

O Grupo I, na atividade experimental com recurso ao simulador e na ficha de pós-intervenção, não conseguiu elaborar nenhuma hipótese que pudesse ser irrepreensível na sua formulação. Em todas articularam a ação na variável independente com o seu efeito na variável dependente, mas foram pouco concretos na modificação exercida na variável independente, utilizando apenas o verbo «alterar», o que torna vago o seu efeito na variável dependente. Os alunos podiam ter recorrido a palavras mais concretas como «aumentar» e «diminuir» que também foram disponibilizadas e sugeridas na ferramenta HS, mas não o fizeram. Pode, no entanto, considerar-se que a utilização da ferramenta HS no ILS para a elaboração de hipóteses, através da utilização de termos disponibilizados, permitiu uma evolução do grupo relativamente a esta competência, apesar de não terem demonstrado a sua mobilização total.

Parece ser evidente que no ILS, a ferramenta HS auxiliou os alunos, tal como é anunciado por de Jong et al. (2014), a compor hipóteses arrastando e combinando termos predefinidos ou usando termos ou frases próprias (autodefinidas). Em qualquer um dos casos, as palavras e termos disponibilizados funcionaram como uma orientação para a construção de hipóteses. Esta foi uma mais-valia para o desenvolvimento desta competência, comparativamente com a ficha de pré-intervenção em que os alunos não tinham qualquer tipo de orientação. Este aspeto refletiu-se nos resultados do Grupo I que, apesar de nunca ter mobilizado totalmente a competência, demonstrou uma evolução a partir do momento que usou esta ferramenta de apoio à aprendizagem. Aliás, os mesmos autores defendem que uma das vantagens da abordagem pedagógica existente no Go-Lab é, precisamente, os vários níveis de orientação que suportam e ajudam na aprendizagem dos alunos.

Relativamente a esta competência, os alunos do Grupo I, mesmo com a possibilidade de discussão e troca de ideias no seio do grupo, não conseguiram ser concretos e objetivos no estabelecimento da relação entre as variáveis. O enfoque socioconstrutivista permite, através de tarefas estruturadas, a construção do conhecimento, mas assume extrema

importância a negociação de significados na interação professor-aluno (Carmo, 2016), o que não aconteceu neste grupo. A supervisão da professora nesta etapa poderia ter promovido nos alunos uma aprendizagem mais eficaz, levando-os a refletir sobre a ambiguidade das hipóteses que construíram e sobre a dificuldade futura de tirar conclusões sobre elas.

Tabela 8 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência «Controlo e manipulação de variáveis».

Grupo	Ficha de pré-intervenção	Gravação de vídeo e áudio da atividade no ILS	Ficha de pós-intervenção
E	<p>“As variáveis de controlo na atividade experimental são a água, a luz, os minerais, temperatura e a quantidade de ar.”</p> <p>Quando questionados sobre o motivo pelo qual as plantas utilizadas devem ter todas o mesmo grau de desenvolvimento, responderam: “Para observar as diferenças entre as plantas.”</p>	<p>[Vão ao simulador colocar as variáveis de acordo com os parâmetros definidos]</p> <p>Aluno 3: “Quanto é que é as coisas? Temperatura?”</p> <p>Aluno 2: “Temperatura 40, cor laranja e intensidade da luz 40.”</p> <p>[Introduzem no simulador a temperatura de 40 graus; a cor laranja e a intensidade da luz 40]</p> <p>Aluno 3: “Aqui é primeiro adicionado, não é?”</p> <p>Aluno 2: “Adicionado e depois não adicionado.”</p> <p><u>[Não ajustam a quantidade de CO<sub>2</sub> no simulador pois já estava o frasco a meio que significava adicionado]</u></p> <p>(...)</p> <p>[Clicam sobre o frasco de CO<sub>2</sub> no simulador para mudar este parâmetro para <u>não adicionado</u>, ficando o frasco cheio]</p> <p>(...)</p> <p>[Iniciam nova contagem de bolhas de O<sub>2</sub>, durante 20 segundos, <u>com todos os parâmetros iguais ao ensaio anterior, exceto o CO<sub>2</sub>, que não estava adicionado]</u></p>	<p>“Temos que testar a água e manter a temperatura, tamanho dos feijões, o tempo e a luz.”</p>
I	<p>“A variável de controlo é o algodão para manter o sistema isolado, a água destilada serve para o crescimento estável da planta e tem que ter a mesma semente, pois se colocarmos outra semente pode crescer mais depressa”.</p> <p>Quando questionados sobre o motivo pelo qual as plantas utilizadas devem ter todas o mesmo grau de desenvolvimento,</p>	<p>[Utilizam o simulador para proceder aos ensaios experimentais. Começam pelo primeiro ensaio definido na ferramenta EDT, com temperatura a 10 graus; intensidade da luz a 25; luz branca; <u>CO<sub>2</sub> adicionado</u>. Contagem de bolhas durante 20 segundos.]</p> <p>(...)</p> <p>Aluno 1: “<u>Agora é só pôr não adicionado.</u>”</p> <p>[Voltam ao simulador, clicam no frasco de CO<sub>2</sub> e este fica cheio, logo o CO<sub>2</sub> não está adicionado.]</p> <p>(...)</p> <p>[Fazem nova simulação, relativa ao ensaio experimental número 2 descrito na ferramenta EDT. Mantêm todos os parâmetros iguais para a temperatura (10</p>	<p>“As variáveis de controlo na atividade experimental quando se pretende testar a influência da quantidade de água disponível é o algodão, a temperatura, a luz, a mesma semente (tipo e tamanho) e a quantidade de oxigénio.”</p>

	responderam: “Não, porque não utilizamos sempre os mesmos nutrientes e a mesma água.”	graus), intensidade da luz (25) e cor da luz (branca), mas alteram para o CO <sub>2</sub> ( <u>não adicionado</u> ). Contagem de bolhas durante 20 segundos.]	
--	---	---	--

Na tabela 8 pode-se constatar que o Grupo E demonstrou, claramente, mobilização da competência «**Controlo e manipulação de variáveis**» em todas as atividades.

O Grupo I foi sempre menos consistente no seu desempenho relativamente a esta competência. Na ficha de pré-intervenção conseguiram identificar corretamente algumas variáveis de controlo, mas contradizem-se quando questionados sobre a necessidade de usar plantas com o mesmo grau de desenvolvimento, o que também seria uma variável a controlar. Fica a dúvida se não está em causa a interpretação correta da pergunta, pois na resposta apresentada podem estar a referir-se à fase de observação de resultados, ou seja, consideram que as plantas não vão ter o mesmo grau de desenvolvimento após experimentação. Mais uma vez, apenas através da palavra escrita, sem acesso a interações e discussões no seio do grupo, não se consegue aceder ao contexto da resposta que tiraria as dúvidas. No ILS e na ficha de pós-intervenção já evidenciam a mobilização da competência, controlando variáveis na experimentação com o simulador e identificando algumas variáveis de controlo.

Relativamente a esta competência, na atividade experimental recorrendo ao cenário de aprendizagem com o simulador e as ferramentas de apoio à aprendizagem, os dois grupos acabaram por evidenciar a sua mobilização, mas o processo pelo qual o fizeram foi bastante distinto, apesar de muito rico pelos raciocínios revelados e conhecimento construído. Por este motivo, o modo de aquisição e mobilização desta competência será escrutinado na segunda parte desta apresentação de dados.

A recolha de evidências relativas à mobilização da competência «**Desenho da investigação**» nas gravações de áudio e vídeo, durante a realização da atividade no ILS, era muito extensa procedendo a uma análise de conteúdo dos diálogos e ações dos alunos. Neste sentido, a tabela 9 apenas apresenta a análise das fichas, tendo-se optado por substituir a análise de conteúdo da atividade no ILS por recortes de ecrã da ferramenta EDT preenchida pelos Grupos E e I (figuras 7 e 8). Estas imagens representam o produto final do preenchimento desta ferramenta, mostrando todos os ensaios experimentais planeados e os seus resultados. Neste sentido, a sua análise tem potencialidades para

demonstrar ou não a mobilização da competência relativa ao desenho da investigação de acordo com a questão-problema e as hipóteses previamente enunciadas. No caso das fichas de pré e pós-intervenção, a análise dos dados segue o mesmo método que para as competências anteriores.

Tabela 9 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência «Desenho da investigação adequado para responder à questão-problema e testar as hipóteses elaboradas».

Grupo	Ficha de pré-intervenção	Ficha de pós-intervenção
E	<p>“Metemos 1 planta em cada tubo de ensaio com o nutriente respetivo de cada gobelé.”</p> <p>“Tapa-se ao tubo de ensaio com algodão e a raiz fica em baixo do algodão e o caule e as folhas ficam por cima.”</p> <p>“À medida que vão passando os dias verificamos o crescimento das plantas.”</p>	<p>“1º Enche-se 6 caixas de Petri com água com a ajuda do esguicho de água.</p> <p>2º Metemos algodão em cada uma das caixas de Petri.</p> <p>3º Metemos 5 feijões em cada caixa de Petri.</p> <p>4º Pomos uma caixa no frigorífico que tem temperatura de 5°C.</p> <p>5º Colocamos outra caixa na estufa que tem temperatura de 40°C.</p> <p>6º Metemos outra caixa no armário fechado à temperatura ambiente.</p> <p>7º Metemos outra caixa com muita água.</p> <p>8º Outra caixa com quantidade média.</p> <p>9º Outra com pouca água.”</p>
I	<p><i>(Os alunos elaboraram um esquema análogo a um mapa de conceitos cuja mensagem descritiva se resume ao seguinte: a planta jovem com nutrientes e água destilada permite crescimento, alimento e formação de alimento para outros e mais tarde a fotossíntese. Logo foram apresentadas evidências inequívocas de não mobilização da competência.)</i></p>	<p>“Água”</p> <p>“1- Coloca-se as caixas de Petri (sem tampa) com algodão.</p> <p>2- Coloca-se a caixa de Petri com uma semente numa temperatura ambiente (a semente teve de molho 24 horas).</p> <p>3- Em cada caixa coloca-se diferentes quantidades de água (têm que estar ao ar livre).”</p> <p>“Temperatura”</p> <p>“1- Põe-se as sementes de molho.</p> <p>2- Coloca-se as caixas com algodão e uma semente.</p> <p>3- Coloca-se 20 ml de água no algodão.</p> <p>4- Das 6 caixas, 3 vão para o frigorífico a 5°C e as outras 3 colocam-se na estufa.</p> <p>5- Avalia-se os resultados.”</p>

Os **desenhos de investigação** planeados pelos dois grupos foram analisados no sentido de verificar se testariam ou não as hipóteses elaboradas e se permitiriam obter respostas para a questão-problema. Uma boa mobilização desta competência por parte dos alunos, tal como defendem Germann, Aram e Burke (1996), teria que incluir múltiplos aspetos, como: manipulação das variáveis independentes; medição da variável dependente; variáveis a serem mantidas constantes (controlo experimental); quantidade de ensaios a ser efetuado para permitir extrair conclusões. Assim, da análise da tabela 9, consegue-se verificar que o Grupo E apresenta alguns passos coerentes no procedimento que planifica

na ficha de pré-intervenção, mas ainda assim muito incompleto. Não recorrem a todo o material estipulado na lista de material, não fazem referência ao intervalo de tempo em que deve fazer as observações de resultados e, acima de tudo, são pouco claros quanto à manipulação das variáveis independentes e ao controlo experimental. Na ficha de pós-intervenção já apresentam um procedimento experimental mais detalhado, com recurso a todo o material previsto, com uma boa manipulação e controlo das variáveis independentes. Apenas são omissos relativamente à questão da observação e registo de resultados, que deveria ser simultânea para todos os ensaios experimentais e ao fim de um determinado período de tempo predefinido no procedimento experimental.

O Grupo I não demonstrou a competência em causa na ficha de pré-intervenção, denotando-se mesmo não saber o que se pretende ao pedir um procedimento experimental. Na ficha de pós-intervenção verifica-se uma grande evolução, uma vez que este grupo já descreve ações de cariz experimental, recorrendo a grande parte do material listado, subdividem o procedimento de acordo com a variável independente a testar e fazem um boa manipulação e controlo de variáveis independentes nos vários ensaios. No entanto, omitem também a questão da observação e registo de resultados.

Relativamente ao procedimento definido e executado no ILS, com recurso à ferramenta EDT e simulador, respetivamente, o Grupo E evidenciou um bom desempenho desta competência do processo científico. Planeou todos os ensaios experimentais a executar na ferramenta EDT como se pode visualizar na figura 7.

Ensaio experimental realizado					
◆ N	◆ Temperatura	◆ Intensidade da luz	◆ Quantidade de CO2	◆ Cor da luz	◆ Número de bolhas de O2
1	10 °C	25	Adicionado	Branca	7
2	25 °C	25	Adicionado	Branca	19
3	40 °C	25	Adicionado	Branca	15
4	25 °C	10	Adicionado	Azul	10
5	25 °C	30	Adicionado	Azul	18
6	25 °C	50	Adicionado	Azul	20
7	40 °C	40	Adicionado	Laranja	15
8	40 °C	40	Não adicionado	Laranja	9
9	25 °C	50	Adicionado	Branca	22
10	25 °C	50	Adicionado	Azul	21
11	25 °C	50	Adicionado	Laranja	18
12	25 °C	50	Adicionado	Verde	7

Figura 7- Recorte de ecrã relativo ao arquivo de ensaios experimentais definidos na ferramenta EDT pelo Grupo E.

Os ensaios 1, 2 e 3 foram desenhados para testar a variável «Temperatura», utilizando os três valores possíveis de testar no simulador. Os ensaios 4, 5 e 6 manipulam a variável «Intensidade da luz», usando três valores dos cinquenta possíveis, um baixo, um médio e um elevado. No entanto, teria sido interessante que o valor mais baixo testado fosse o «zero» para verificarem se sem luz decorria ou não fotossíntese. Este ensaio não era fundamental para demonstrarem inequivocamente qualquer das competências do processo científico, mas teria sido uma mais-valia para o conhecimento conceptual, concretamente no que diz respeito à importância desta variável na fotossíntese, pois a sua ausência total impede este processo. Com este ensaio obteriam a resposta a uma das questões colocadas no ILS com o objetivo de mobilizarem conceitos previamente adquiridos. A questão prévia em causa perguntava qual seria o fator mais limitante para a atividade fotossintética. O conceito de fator limitante, já lecionado anteriormente, seria consolidado com este ensaio experimental, pois os alunos verificariam que sem luz não ocorre fotossíntese. Como refere Harlen (1999), as competências científicas devem ser usadas em algum contexto da ciência, isto é, são sempre exercidas em relação a algum conteúdo e têm um papel central na aprendizagem desse conteúdo.

Nos ensaios 7 e 8 testaram a influência da «Quantidade de CO<sub>2</sub>», que sendo uma variável de natureza qualitativa, foram testadas as suas duas possibilidades. O mesmo aconteceu para a variável «Cor da luz», também de natureza qualitativa, em que os alunos testaram o efeito das quatro cores possíveis nos ensaios 9, 10, 11 e 12. Como tinha sido definida uma hipótese para cada variável de acordo com a questão-problema, este grupo delineou e executou um procedimento experimental adequado a testar a hipóteses previamente elaboradas e efetuou todas as medições necessárias com o devido rigor e cuidado.

Apenas através desta breve análise de conteúdo, já parece ser evidente que a ferramenta de desenho da investigação (EDT), tal como preconiza de Jong et al. (2014) ajudou os alunos a projetar os ensaios experimentais, bem como ajudou a usar a estratégia de controlo de variáveis, o que será analisado em pormenor na segunda parte desta análise de dados.

Quanto ao procedimento experimental desenhado e executado pelo Grupo I, no ILS com recurso à ferramenta EDT e ao simulador, respetivamente, pode visualizar-se o produto final na figura 8.

Ensaios experimentais realizados						
◆ N	◆ Temperatura	◆ Intensidade da luz	◆ Quantidade de CO2	◆ Cor da luz	◆ Número de bolhas de O2	
1	10 °C	25	Adicionado	Branca	6	—
2	10 °C	25	Não adicionado	Branca	4	—
3	25 °C	25	Não adicionado	Branca	12	—
4	25 °C	25	Não adicionado	Azul	11	—
5	25 °C	25	Não adicionado	Laranja	9	—
6	25 °C	25	Não adicionado	Verde	4	—
7	40 °C	25	Adicionado	Branca	15	—
8	10 °C	25	Adicionado	Branca	6	—
9	25 °C	0	Adicionado	Branca	0	—
10	25 °C	25	Adicionado	Branca	18	—
11	25 °C	50	Adicionado	Branca	23	—

Figura 8 – Recorte de ecrã relativo ao arquivo de ensaios experimentais definidos na ferramenta EDT pelo Grupo I.

Os alunos efetuaram ensaios para todas as variáveis independentes, no sentido de tentar obter respostas para a questão-problema, realizando todos os ensaios possíveis para as variáveis qualitativas (Quantidade de CO<sub>2</sub> – ensaios 1 e 2 e Cor da luz – ensaios 3, 4, 5 e 6). No caso das variáveis quantitativas, usaram valores extremos e um intermédio para a «Intensidade da Luz» (ensaios 9, 10 e 11), mas apenas utilizaram dois dos valores possíveis para a temperatura (ensaios 7 e 8), o que compromete a etapa das conclusões relativamente a esta variável. No entanto, os alunos não se aperceberam que, apesar de não terem planificado o ensaio de valor intermédio para a temperatura (25°C), este foi realizado à mesma altura da manipulação da variável independente «Intensidade da luz» (ensaio 10) e os seus resultados poderiam ter sido utilizados na fase das conclusões. Esta tabela de ensaios planificados e realizados no simulador não permite verificar se os alunos consideraram ou não o ensaio 10 para a temperatura e para a intensidade da luz, mas na transcrição total da gravação de vídeo e áudio é possível concluir que não, consideraram-no apenas para efeito da intensidade da luz. A ferramenta em que dá para ter a certeza desta situação é a OT, na qual os alunos apresentam, descritivamente, um resumo dos resultados para cada variável independente. Neste caso, a triangulação de dados, provenientes de várias fontes, revelou-se fundamental para uma correta análise dos mesmos.

Apesar de faltar um ensaio no planeamento deste grupo, todos os ensaios planeados e definidos na ferramenta EDT foram executados no simulador. Tiveram também o cuidado

de fazer todas as medições necessárias com rigor, apesar da informação transcrita não o revelar, pois implicaria uma grande extensão de dados.

Van Riesen et al. (2016) defendem que os alunos têm dificuldade em projetar a investigação, pois envolve vários processos complexos. Precisam entender que têm que projetar ensaios experimentais com os quais possam testar as suas hipóteses e responder à questão-problema. Muitas vezes, os alunos projetam ensaios que não cumprem estes requisitos, por exemplo, incluindo variáveis que não têm nada a ver com o assunto a estudar. Por outro lado, Germann, Aram e Burke (1996) obtiveram resultados francamente positivos em relação à conceção de ensaios experimentais, em que os alunos testaram as hipóteses experimentais e apresentavam, pelo menos, as instruções mínimas para o procedimento. A análise de conteúdo apresentada revela que, antes da utilização da ferramenta EDT aquando da ficha de pré-intervenção, os alunos sentiram dificuldades, semelhantes às reveladas pelo estudo de van Riesen et al. (2016). Com a atividade no ILS, a ferramenta EDT parece ter uma grande potencialidade na orientação dos alunos e leva-os a conseguir fazer um planeamento da investigação já bastante eficaz para cumprir os seus objetivos. Esta aprendizagem parece ficar assimilada, uma vez que na ficha de pós-intervenção, mesmo sem esta ferramenta, ambos os grupos já demonstraram compreender a necessidade conceber um desenho de investigação que teste as hipóteses e permita responder à questão-problema, tendo ainda o cuidado de efetuar o controlo de variáveis. Deste modo, foi a utilização do ILS com as ferramenta EDT que permitiu que os resultados ao nível desta competência fossem positivos como os obtidos por Germann, Aram e Burke (1996).

Tabela 10 – Análise de conteúdo relativa à mobilização da competência «**Comparação dos resultados com as hipóteses elaboradas e interpretação dos mesmos**».

<b>Grupo</b>	<b>Ficha de pré-intervenção</b>	<b>Gravação de vídeo e áudio da atividade no ILS</b>	<b>Ficha de pós-intervenção</b>
E	“A nossa hipótese 1 verificou-se no ensaio 2, a planta morreu.”	[Acabam por registar a seguintes informação relativa à temperatura: 10°C – 7 bolhas; 25°C – 19 bolhas e 40°C – 15 bolhas] (...) Aluno 3: [Lê a hipótese] “Se a temperatura aumentar a taxa fotossintética aumenta.” Aluno 2: “O quê!!” Aluno 3: “Mentira.” Aluno 2: “Mentira.” Aluno 3: “Não sei. Ai!”	“Todas as hipóteses se verificaram verdadeiras. As sementes de feijão com muita água germinam e sem a água não germina. Com temperaturas elevadas não gemina, nem com baixas, só com médias.”

		<p>Aluno 1: “Não. É porque...”  Aluno 3: “Intermédia.”  Aluno 1: “Não, está mal.”  Aluno 3: “<u>Não. A temperatura aumentou e elas aumentaram, mas se aumentar demasiado elas também não aumentam mais.</u>”  Aluno 1: “Mas está mal. Oh stora venha cá!”  [A professora chega juntos do grupo]  Aluno 1: “Isto está mal?”  Professora: “Porquê?”  Aluno 3: “Aumentou, mas se aumentar demasiado elas não aumentam tanto.”  Professora: “Não pensavam que fosse assim, pois não?”  Aluno 3: “Não.”  Professora: “Mas é uma realidade. Então a vossa hipótese está parcialmente?...”  Aluno 3: “Errada.”  (...)  [Escrevem a seguinte argumentação: “<u>A hipótese está parcialmente correta porque as bolhas vão aumentando com a temperatura, mas com temperaturas muito elevadas começa a diminuir.</u>”]  Aluno 3: “Está certo?”  Aluno 1: “Está.”  Aluno 3: “Espera...Aqui!”  Aluno 1: “Verdadeiro, completamente.”  [Refere-se ao ajuste do grau de confiança nesta hipótese] “Não, menos um, menos um.”  (...)  [Aumentaram o grau de confiança, mas não o colocaram no máximo]</p>	
I	<p>“As hipóteses que enunciaram com os resultados da atividade experimental é o crescimento da planta porque sem nutrientes a planta não desenvolve a alimentação da planta pois através dos alimentos as plantas conseguem produzir o seu próprio alimento, a formação de alimentos para outros pois a planta consegue fabricar o seu próprio alimento e fornecê-lo a outro através da fotossíntese e assim mantêm-se a estabilidade da planta.”</p>	<p>[Registam as observações relativas à intensidade da luz na ferramenta OT: Intensidade 0 – 0 bolhas; intensidade 25 – 18 bolhas; intensidade 50 – 23 bolhas.]  (...)  Aluno 2: [Lê a hipótese previamente elaborada] “Se alterar a intensidade luminosa a taxa fotossintética será menor. Sim, está certo.”  Aluno 3: “Está certo.”  Aluno 2: “Aumenta a confiança.”  Aluno 3: “100%”  [Alteram o grau de confiança para o máximo e redigem a seguinte justificação: “<u>A resposta está correta pois o número de bolhas altera-se.</u>”]</p>	<p>“Para a primeira hipótese sobre a água «Se alterarmos a quantidade de água a semente crescerá mais ou menos» isso verificou-se que se alterarmos a água, num ensaio crescerá e no outro morre.”</p>

Analisando a tabela 10, verifica-se que o Grupo E na ficha de pré-intervenção procede a uma comparação das suas hipóteses experimentais com os resultados, mas não faz uma interpretação dos dados, nem apresenta qualquer tipo de justificação ou argumentação.

Na atividade no ILS, os alunos deste grupo compararam cada hipótese com os resultados que obtiveram nas simulações que efetuaram e justificaram essa comparação, como se podem constatar no exemplo transcrito. Demonstraram refletir sobre os resultados e interpretá-los. A ferramenta CT parece ter um papel importante na orientação dos alunos para mobilizarem esta competência do processo científico, porque permitiu uma comparação visual entre a hipótese enunciada e a observação registada. Seria mesmo interessante também apresentar a forma detalhada com ocorreu a aquisição desta competência, mas face à extensão desta investigação não será possível. Um dos aspetos a focar seria se os alunos reconhecem ou não limites de validade às suas conclusões dependentes, por exemplo, dos valores mínimo e máximo atribuídos à variável independente em estudo, como salienta Martins et al. (2007). Na ferramenta CT, a possibilidade de alterar o grau de confiança relativamente à hipótese pode ser um indício deste reconhecimento ou não. Mas era mesmo necessário estudar todo o processo para ter certezas.

Quanto à ficha de pós-intervenção, os alunos também demonstraram a mobilização desta competência, tendo a vantagem de todas as hipóteses se revelarem verdadeiras, o que facilitou e simplificou a tarefa de argumentação.

Relativamente ao Grupo I, na ficha de pré-intervenção, elaboraram uma frase completamente confusa e sem nexos para procederem à sua interpretação de resultados e comparação dos mesmos com as hipóteses formuladas.

Quanto à atividade no ILS, os alunos foram vagos na construção das hipóteses e também o foram na sua avaliação. No caso concreto apresentado, não referem se a diminuição de bolhas verificada nos resultados se deve à alteração da luminosidade na forma de um aumento ou na forma de uma diminuição. Os resultados obtidos pelos alunos no simulador revelaram que quanto maior a intensidade da luz, maior a taxa fotossintética (nº de bolhas), mas na sua hipótese previam que haveria uma diminuição caso se alterasse a intensidade da luz. Ora, aumentar a intensidade também é uma alteração da luz e resulta num aumento do número de bolhas de oxigénio. Na fase das conclusões seria expectável

que os alunos se apercebessem do vazio em que assentavam as suas hipóteses (pois todas foram elaboradas nos mesmo moldes), mas na verdade conseguiram ajustar os seus graus de confiança e validar ou invalidar as hipóteses sem nunca constatarem que os resultados obtidos eram bem mais concretos que as hipóteses que enunciaram.<sup>3</sup>

No que diz respeito à ficha de pós-intervenção, os alunos voltam a ser vagos na interpretação dos resultados, assim como o tinham sido na formulação de hipóteses, considerando-se que não evidenciaram a mobilização da competência.

O desempenho deste grupo nesta competência parece ter sido condicionado pelo seu desempenho anterior na competência de formulação de hipóteses. Tal como consideram Germann, Aram, Odom e Burke (1996) e Germann, Aram e Burke (1996), o processo é integrado, sendo difícil dividi-lo em etapas estanques, pois uma tarefa depende do desempenho noutras tarefas e as competências não podem ser desenvolvidas separadamente, habilidade por habilidade. No caso concreto, a ferramenta CT do ILS permite ter acesso às hipóteses criadas na ferramenta HS e aos dados registados das experimentações na ferramenta OT. Provou-se que esta integração de tarefas desempenhadas anteriormente pode influenciar as etapas subsequentes.

Por outro lado, alguns alunos podem realizar os ensaios experimentais bem, mas não possuem habilidades de comunicação para serem bem-sucedidos quando são necessárias respostas por escrito (Germann, Aram, Odom & Burke, 1996). Esta situação pode justificar algumas das respostas apresentadas pelo Grupo I ao longo das atividades, até porque um dos alunos que o constitui tem dislexia.

---

<sup>3</sup> Fica a dúvida, caso tivesse existido uma intervenção da professora nesta etapa, questionado os alunos sobre a subjetividade das suas conclusões, se eles teriam conseguido fazer uma reflexão sobre os resultados mais pormenorizada. É de salientar que o pouco acompanhamento por parte da professora relativamente a este grupo se deveu ao facto de terem sido muito autónomos na execução das tarefas e de poucas vezes terem pedido a sua intervenção. Algumas vezes, a professora chegou junto do grupo e perguntou se precisavam de esclarecimentos e os alunos responderam que estava tudo bem e não precisavam de nada. A professora, apesar da dificuldade, atendeu a todas as solicitações de todos os grupos, só que alguns foram bem mais solícitos que outros.

## Considerações finais

Os dados descritivos apresentados e analisados anteriormente deixam denotar as competências do processo científico que cada grupo conseguiu ou não mobilizar em cada uma das atividades desenvolvidas. No entanto, de forma a facilitar essa leitura, apresentam-se duas tabelas (uma por grupo) que resumem a informação e possibilitam uma visão abrangente e conclusiva sobre a mobilização das competências por cada grupo. Assim, as tabelas 11 e 12 demonstram se as competências científicas foram mobilizadas totalmente (verde), se o foram parcialmente (amarelo) ou se houve evidências de não mobilização (vermelho). Além das seis competências estudadas em todas as atividades, estes quadros acrescentam uma informação relativa à existência ou não de indicadores mais específicos acerca da competência «Desenho da investigação», que apenas puderam ser observados pelo desempenho dos alunos no simulador e da competência «Comparação dos resultados com as hipóteses e interpretação dos mesmos» analisados através da ferramenta OT do ILS. Na verdade, estes aspetos também são de extrema importância e complexidade numa investigação científica e a sua análise pormenorizada poderia revelar aspetos importantes da aquisição destas duas competências.

Tabela 11 – Presença de evidências relativas à mobilização de competências do processo científico no Grupo E.

Competências	Instrumentos de recolha de dados com presença de evidências		
	Ficha de pré-intervenção	Gravações de áudio e vídeo	Ficha de pós-intervenção
1- Identificação da variável dependente			
2- Identificação das variáveis independentes			
3- Formulação de hipóteses de acordo com a questão-problema			
4- Controlo e manipulação de variáveis			
5- Desenho da investigação adequado para responder à questão-problema e testar as hipóteses elaboradas:			
- realizar o planeamento delineado;	(não aplicável)		(não aplicável)
- fazer medições com rigor.	(não aplicável)		(não aplicável)
6- Comparação dos resultados com as hipóteses elaboradas e interpretação dos mesmos:			
- registar os resultados corretamente.	(não aplicável)		(não aplicável)

Tabela 12 – Presença de evidências relativas à mobilização de competências do processo científico no Grupo I.

Competências	Instrumentos de recolha de dados com presença de evidências		
	Ficha de pré-intervenção	Gravações de áudio e vídeo	Ficha de pós-intervenção
1- Identificação da variável dependente			
2- Identificação das variáveis independentes			
3- Formulação de hipóteses de acordo com a questão-problema			
4- Controlo e manipulação de variáveis			
5- Desenho da investigação adequado para responder à questão-problema e testar as hipóteses elaboradas:			
- realizar o planeamento delineado;	(não aplicável)		(não aplicável)
- fazer medições com rigor.	(não aplicável)		(não aplicável)
6- Comparação dos resultados com as hipóteses elaboradas e interpretação dos mesmos:			
- registar os resultados corretamente.	(não aplicável)		(não aplicável)

As competências apresentadas a cor amarela nas tabelas 11 e 12, resultam de evidências de processos de conhecimento e até de compreensão, mas não alcançam o nível de complexidade da aplicação/mobilização da competência no contexto concreto das atividades em causa, ou seja, a terceira categoria nível de raciocínio de acordo com a Taxonomia de Bloom (ver figura 1).

Uma breve análise destas tabelas revela diferentes desempenhos apresentados pelos dois grupos, logo a partir da ficha de pré-intervenção, evidenciando domínios distintos das competências a mobilizar. Também deixa denotar que é importante existir uma boa consolidação da aprendizagem de cada competência para esta ser devidamente mobilizada noutra atividade com outro contexto. Já Germann, Aram, & Burke (1996) defendiam que os alunos que, espontaneamente, chegassem a respostas adequadas a várias tarefas a partir da sua própria base de conhecimento, provavelmente estariam melhor preparados para seguir as etapas subsequentes na investigação científica, uma vez que está toda encadeado. Esta situação verificou-se ao longo de toda a investigação com o Grupo E, que logo na ficha de pré-intervenção conseguiram dar evidências da mobilização de algumas competências científicas. Também foi o grupo com mais evidências de uma aprendizagem socioconstrutivista, quer pela interação com a professora, quer pela discussão de ideias entre alunos, embora este aspeto seja mais visível na segunda parte desta análise de dados.

Os dados obtidos parecem demonstrar que a utilização da tecnologia, concretamente do simulador *Photolab* e das várias ferramentas de apoio à aprendizagem disponíveis no ILS, auxiliaram os alunos na construção do seu conhecimento relativamente às competências do processo científico. Pois, após a realização da atividade experimental no ILS, houve uma notória melhoria na capacidade de os alunos mobilizarem várias competências do processo científico, conseguindo voltar a fazê-lo posteriormente, sem o recurso à tecnologia, aquando da realização da ficha de pós-intervenção. Portanto, a aprendizagem terá decorrido e os alunos desenvolveram as competências, conseguindo mobilizá-las posteriormente noutro contexto. Verificou-se, no entanto, algumas exceções para esta evolução no Grupo I. Num caso, após ter dado evidências da mobilização da competência de identificação das variáveis independentes na ficha de pré-intervenção e ILS, foram pouco precisos ao fazê-lo na ficha de pós-intervenção. Relativamente às competências de identificação da variável dependente e da comparação dos resultados com hipóteses e interpretação dos mesmos, não se verificou qualquer melhoria ao nível do seu desempenho.

A metodologia inerente à atividade e segundo a qual todo o ILS se baseia, o IBL, também terá sido importante importância, sendo impossível dissociar a própria tecnologia do modo como foi promovida a sua utilização na análise efetuada.

A triangulação de dados possível através da recolha dos mesmos a partir de vários instrumentos (ficha de pré-intervenção, gravação de áudio e vídeo, registo eletrónico e ficha de pós-intervenção), foi fundamental para complementar evidências. Aliás, através dos dados das gravações de áudio e vídeo de várias fases distintas da realização da atividade no ILS foi possível cruzar muitas informações e esclarecer aspetos importantes relativos à capacidade dos grupos mobilizarem ou não as competências.

## PARTE II – PROCESSOS DE INTERVENÇÃO/DINÂMICA PARA MOBILIZAÇÃO DA COMPETÊNCIA «CONTROLO E MANIPULAÇÃO DE VARIÁVEIS» DURANTE A ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ILS UTILIZANDO O SIMULADOR E AS FERRAMENTAS DE APOIO À APRENDIZAGEM

Este estudo pretendia também descrever a riqueza do **processo de mobilização das competências**. Para este efeito, apresenta-se aqui a análise descritiva dos registos de áudio e vídeo efetuada pela investigadora relativamente à competência «**Controlo e manipulação de variáveis**». Optou-se, para efeitos de apresentação e análise dos dados, por fazer uma análise por grupo, intercalando excertos dos diálogos e ações dos alunos durante a realização da atividade experimental no ILS com a análise aos mesmos. Alguns desses excertos encontram-se em anexos face à extensão desta apresentação de dados. A escolha destes dois grupos, tal como já foi referido anteriormente, deveu-se ao facto de um ter solicitado com frequência a intervenção da professora e o outro não, logo o nível de orientação fornecido pela docente foi diferente e teve repercussões no próprio processo de aprendizagem de cada grupo. As solicitações do grupo E tiveram como objetivos esclarecer dúvidas concretas, mas também pedir orientações para os passos seguintes. Na verdade, este grupo pouco ou nada leu da informação que estava no ILS e, por isso, chamou a professora para colocar algumas dúvidas que não existiriam caso tivessem lido tudo. O Grupo I tentou ser autónomo e baseou a sua orientação nas informações disponíveis no ILS, que foram lidas na íntegra.

### - Grupo E

O ILS tinha uma pergunta com o objetivo de diagnosticar o conhecimento de cada grupo relativamente ao controlo e manipulação de variáveis. No excerto 1, pode-se ver o diálogo dos alunos, no qual leem a questão e apresentam a sua resposta.

Aluno 3: [Lê a pergunta 3] “Podemos testar a influência de todas as variáveis de uma vez e obter resultados fiáveis de interpretar?”

Aluno 2: “Eu não percebo nada disto.”

Aluno 1: “Sim. É sim.”

[Redigem “sim” como resposta à pergunta 3]

*(Excerto 1, transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo E)*

A resposta do grupo parece dar evidências de que a competência não foi adquirida, pois os seus elementos afirmam ser possível manipular várias variáveis ao mesmo tempo e

conseguir interpretar fiavelmente esses resultados. Fica a dúvida se compreenderam ou não a pergunta, até porque não discutem entre si e registam a opinião não fundamentada de um aluno apenas. Este excerto levaria a crer que este grupo não iria mobilizar corretamente a competência relacionada com o controlo e manipulação de variáveis. No entanto, posteriormente surgem evidências contrárias nesta análise de conteúdo.

Na passagem da Etapa da «Conceptualização» para a «Investigação», o Grupo E solicitou a intervenção da professora. Receberam indicações da professora para preencher a ferramenta EDT à medida que utilizariam o simulador, apesar desta aplicação se posicionar depois do simulador no ILS. Esta recomendação talvez tenha feito toda a diferença na forma como o processo de investigação decorreu neste grupo, comparativamente com o Grupo I. No episódio seguinte, transcreve-se esta conversa com a professora.

Professora: “Agora, à medida que fazem a investigação, preenchem esta aplicação.” [Apontando para a ferramenta EDT]  
Aluno 1: “Eu já não me lembro.”  
Professora: “Então é assim: vocês vão medir o quê? O que é que vocês vão medir ao longo de toda a atividade?”  
Aluno 3: “Vamos variar a temperatura.”  
Professora: “Então variar a temperatura.”  
[Arrastaram a variável «Temperatura» para a coluna «Variar»]  
Professora: “Vão manter constante o quê?”  
Aluno 3: “O CO<sub>2</sub>.”  
Professora: “CO<sub>2</sub>?”  
[Arrastam a variável «Quantidade de CO<sub>2</sub>» para a coluna «Manter constante»]  
Professora: “E vão medir o quê?”  
Aluno 1: “O número de bolhas.”  
Aluno 3: “Ya!”  
[Arrastam a variável «Número de bolhas de O<sub>2</sub>» para a coluna «Medir»]  
Professora: “Então e estes dois?” [Apontando com o cursor para as variáveis «Intensidade da luz» e «Cor da luz»]  
Aluno 3: “Também vão variar.”  
Professora: “Vão?”  
Aluno 3: “Sim.”  
Professora: “Vais variar três coisas ao mesmo tempo?”  
Aluno 2: “Não. Manter constante.”  
Aluno 1: “Não, vais é manter contante três ao mesmo tempo.”  
Professora: “Ah, ok!”

*(Excerto 2, transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo E)*

Nesta breve conversa, a professora foi explicando o funcionamento da ferramenta EDT e, simultaneamente, foi questionando os alunos sobre a competência de «Controlo e manipulação de variáveis» e eles foram realizando a sua aprendizagem em discussão uns com os outros e com a professora. Considera-se que este excerto de diálogo entre o grupo e a docente, é um bom exemplo de uma aprendizagem socioconstrutivista, recorrendo a perguntas “provocadoras” e orientadoras, apelado a um pensamento por etapas onde há

lugar para o erro e é também uma evidência de que o professor é importante num processo de aprendizagem centrado nos alunos.

Quanto à competência de planificação do procedimento experimental, o professor pode, por exemplo, sugerir o número de ensaios para cada variável em estudo, ou um dos valores a usar e, a partir daí, os alunos já terão mais facilidade em escolher outros valores a ensaiar. Esta situação ocorreu nesta investigação, sendo possível constatar-la no excerto existente no anexo 8, onde também se verifica que a competência está efetivamente mobilizada no seguimento da conversa em relação ao planeamento dos ensaios para a primeira variável a manipular.

Com a continuação da conversa, os alunos percebem que têm que fazer ensaios para testar também o efeito das outras variáveis independentes e que, à medida que planeiam os ensaios na ferramenta EDT, devem ir ao simulador executá-los e registar os resultados novamente na ferramenta EDT. Fazem este processo para todas as variáveis independentes, variando uma de cada vez e mantendo sempre constantes as restantes. Os ensaios realizados e seus resultados já foram mostrados anteriormente na figura 7. Parecem existir evidências de que a estruturação de todo este diálogo entre a professora e os alunos permite a “subida” de níveis relativamente aos processos cognitivos, alcançando-se o nível de aplicação/mobilização da competência no contexto da investigação em concreto.

Quanto à utilização do simulador, que se inseriu nesta etapa do processo científico, após efetuarem o planeamento dos ensaios experimentais, os alunos procederam às simulações de acordo com o que tinham planificado, o que reforça a evidência de mobilização da competência, como se pode constatar no anexo 9 relativamente aos primeiros dois ensaios experimentais para a temperatura. A utilização correta do simulador, introdução de valores para as variáveis a manipular e de controlo, bem como a mediação dos efeitos na variável dependente foram efetuados com bastante rigor.

O desempenho do grupo na ficha de pós-intervenção parece corroborar a evidência destes excertos da gravação da atividade no ILS, pois também nesse instrumento os alunos demonstraram conseguir mobilizar corretamente a competência de «Controlo e manipulação de variáveis» e também fizeram um bom planeamento da investigação. No entanto, também é verdade que na ficha de pré-intervenção já tinham dado evidências de

conseguir mobilizar a competência, apesar de não o terem demonstrado na resposta à pergunta 3 do ILS.

### **- Grupo I**

Este grupo demonstra um bom raciocínio teórico em relação à competência de «Controlo e manipulação de variáveis», mas não o colocam em prática, como será evidenciado mais à frente.

Aluno 2: [Lê a terceira questão] “Podemos testar a influência de todas as variáveis de uma vez e obter resultados fiáveis para interpretar? Sim ou não? Eu acho que sim. Ah não. Fiáveis não.”

Aluno 3: “Fiáveis!”

Aluno 2: “Imaginemos que pomos tudo de uma vez, não sabemos qual é a diferença.

Aluno 3: [Dita para colega escrever] “Não, porque...”

Aluno 2: [Prosegue o raciocínio] “Porque assim os resultados não são fiáveis.”

*(Excerto 1, transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*

Os alunos iniciam a fase de «Investigação» logo a planificar os ensaios oralmente, em discussão no seio do grupo e a executá-los de seguida no simulador, sem recorrer à ferramenta EDT que no ILS se encontra posteriormente ao simulador. Apoiam-se em registos que fazem numa folha de rascunho após a realização de cada ensaio experimental no simulador. O primeiro ensaio realizado no simulador está descrito no anexo 10.

O grupo segue para o segundo ensaio no simulador e mudam todas as variáveis relativamente ao primeiro ensaio, como se pode constatar no anexo 11. Ao realizar o terceiro ensaio mudam, mais uma vez, todas as variáveis relativamente ao ensaio anterior. Este ensaio é executado no episódio que encontra no anexo 12. Verifica-se então que, na prática, não atuaram de acordo com a resposta dada à questão 3, já abordada anteriormente. Afirmam não se poder manipular todas as variáveis ao mesmo tempo e obter resultados fiáveis, mas alteram-nas todas do primeiro para o segundo ensaio e deste para o terceiro.

Van Riesen et al. (2016) considera que os alunos variam frequentemente muitas variáveis, o que torna difícil tirar conclusões corretas porque qualquer efeito que ocorre pode ser devido a uma variedade de influências. Esta situação foi evidenciada com muita clareza por este grupo de alunos.

Mais uma vez, é curioso verificar que o diálogo em causa não está de acordo com o diálogo estabelecido no excerto 1. Uma intervenção da professora nesta fase do processo, a questionar quais as variáveis a manipular e a controlar neste contexto concreto, poderia

ter auxiliado os alunos a realizar a sua aprendizagem. Martins et al. (2007) defendem que o apoio aos alunos na fase de planeamento da investigação é de grande importância e que o professor deve avaliar as consequências das decisões tomadas pelos alunos a cada instante. Mas na prática, com 6 grupos dentro da sala de aula, esse apoio tão efetivo é difícil de concretizar. No entanto, esta situação vai ocorrer mais tarde, como poderemos verificar mais à frente nesta análise de dados.

Apenas quando prosseguem para o quarto ensaio parece que a ideia de manter fixas algumas variáveis começa a existir no raciocínio do aluno 2, como se pode verificar no excerto existente no anexo 13. Efetivamente, em comparação com o ensaio anterior (o terceiro realizado – anexo 12), o grupo mudou apenas a temperatura, de 40 para 10 graus, mantendo iguais as outras variáveis. Mas no ensaio posterior (quinto) voltam a mudar todas as variáveis, pelo que o raciocínio não parece ser consistente e a competência não está devidamente adquirida. O episódio transcrito no anexo 14 demonstra a execução do quinto ensaio experimental no simulador. Neste episódio foi evidenciado também a interação do grupo do quinto para o sexto (e último) ensaio experimental. Mais uma vez, entre recuos e avanços, os alunos voltam a frisar a importância de só alterar uma variável e no sexto ensaio apenas alteram a variável «Cor da luz» que passou de azul para verde.

Após a análise desta sequência de episódios de diálogos e ações do Grupo I, pode-se verificar que o controlo e manipulação e variáveis não era uma competência devidamente adquirida e consolidada. Também o próprio desenho da investigação era caótico e não testava devidamente todas as hipóteses elaboradas, apesar de não ser esse o objetivo desta análise. No entanto, foi à medida que efetuavam ensaios experimentais no simulador que foram surgindo dúvidas e interrogações acerca do controlo das variáveis. O simulador, ao permitir fazer vários ensaios distintos e em pouco tempo, parece ter revelado potencial para criar conflitos cognitivos nos alunos. Estas possibilidades de errar e voltar a fazer, sem custos, sem grandes perdas de tempo ou qualquer outro constrangimento, permitiu usar o erro de forma positiva para a aprendizagem. Tal como afirma Sahin (2006), as simulações contribuem para mudança conceptual e são ótimas ferramentas para a investigação científica.

Como foi referido anteriormente, a ferramenta de apoio à aprendizagem no que diz respeito ao desenho experimental (EDT) e que permite, simultaneamente, decidir quais as variáveis a medir, variar ou manter constante, aparece no ILS após o simulador. É

normal que os alunos tenham iniciado logo a investigação no simulador antes de planificarem os seus ensaios nesta ferramenta. Este aspeto negativo é algo claramente a mudar no ILS, pois talvez este grupo tivesse procedido primeiro à planificação da experimentação e depois a executasse.

Este grupo raramente solicitou a intervenção da professora e chegou à ferramenta EDT sem, aparentemente, terem dúvidas em relação aos ensaios experimentais executados no simulador. No excerto do anexo 15 esta ausência de dúvidas fica clara.

Seguidamente, o Grupo I tenta registar os dados que apontou na folha de rascunho, relativamente aos ensaios experimentais executados no simulador, na ferramenta EDT. Concluem que não o conseguem fazer, pois não encontram um fio condutor para as variáveis que mantiveram constantes e que variaram. A organização da informação relativa às variáveis em colunas, de acordo com a sua função em cada ensaio, como variável a «variávar», variável a «manter constante» e variável a «medir», parece ter ajudado a criar conflitos cognitivos, como se pode verificar no episódio existente no anexo 16.

A professora começa a questionar os alunos sobre o trabalho efetuado no simulador e registado na folha de rascunho que tentam transcrever para a ferramenta EDT. Neste processo, procurou não lhes dar respostas às suas dúvidas, mas tentou que eles refletissem e as encontrassem. A longa conversação que se segue no excerto 2 mostra este processo em que há uma reconstrução da aprendizagem após reconhecimento do erro, numa abordagem socioconstrutivista.

Professora: “Então vamos lá ver! Aqui não adicionaram, certo?” [Apontando para a quantidade de CO<sub>2</sub> registada no primeiro ensaio] “Que temperatura é que usaram?”

(...)

Aluno 2: “10.”

(...)

Professora: “Foi 10. Dez graus.” [Regista este valor na ferramenta EDT] “Intensidade da luz é que foi 0” [Regista 0 para a intensidade da luz na ferramenta EDT] “A cor da luz era a branca porque não mexeram, por defeito era esta e o número de bolhas é zero, ok?” [Regista na ferramenta EDT a cor branca e 0 bolas de O<sub>2</sub>]

Aluno 2: “Mas isto não tem que se mudar também?”

Professora: “Pois, não sei. Vocês é que têm que me dizer. Então, isto foi o que fizeram. Agora outro?”

Aluno 1: “CO<sub>2</sub> não adicionado.”

Professora: “Então que é que Vocês mudaram? O dióxido de carbono mudaram, é isso?”

Aluno 1: “Sim.”

Professora: “Então agora põe não adicionado.”

[Na ferramenta EDT colocam CO<sub>2</sub> não adicionado no ensaio 2]

Professora: “E a temperatura?”

Aluno 1: “25 graus.”

Professora: “Então agora digam-me uma coisa, se vocês, em relação ao primeiro ensaio, se mudaram o dióxido de carbono e mudaram a temperatura, como é que vocês sabem se a resposta que vos vai aparecer, que é o número de bolhas, se deve à temperatura de 25 graus ou se deve de ter adicionado dióxido de carbono?”

Aluno 2: “Era isso que eu tava a dizer.”

Professora: “Porque se vocês têm aqui um desenho de investigação em que vão variar três coisas ao mesmo tempo, certo?” [Aponta com o cursor para a ferramenta EDT, na qual os alunos têm três variáveis na coluna «Variar» e uma variável na coluna «Manter constante»] “Puseram os três no variar. Se vocês vão variar três coisas, digam-me lá como é que vocês sabem... Há uma resposta, um efeito, que é o número de bolhas. Eu não sei se esse efeito se deve a isto, se deve a isto ou se deve a isto.” [Apontando simultaneamente com o cursor para a «Quantidade de CO<sub>2</sub>», «Temperatura» e «Intensidade da luz»]

Aluno 1: “Então, o que variamos é a cor da luz.”

Professora: “Então o que é que vocês têm que fazer?...”

[A professora apaga todos os registos na ferramenta EDT]

Professora: “Vocês têm que variar quantos fatores de cada vez?”

Aluno 2: “Dois.”

Professora: “Então se eu tirar isto para aqui vou variar dois.” [Muda a variável «Intensidade da luz» para a coluna «Manter constante» e deixa ficar as variáveis «Quantidade de CO<sub>2</sub>» e «Temperatura» na coluna «Variar»] “Agora como é que eu sei se o efeito se deve à quantidade de CO<sub>2</sub> ou à temperatura?” [Aponta com o cursor para esta duas variáveis]

Aluno 1: “Não, só variamos um. Só variamos um que é a cor da luz.”

*(Excerto 2, transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*

Anteriormente, aquando da execução dos ensaios experimentais no simulador, o grupo já tinha apresentado avanços e recuos em relação à mobilização da competência do processo científico de «Controlo e manipulação de variáveis». Na verdade, eles conseguiam perceber que não estavam a proceder corretamente, mas sozinhos em grupo não estavam a conseguir efetivar a aprendizagem. Após esta intervenção da professora, os alunos perceberam definitivamente que só podiam variar uma variável de cada vez. Mas a ferramenta EDT revelou-se um ótimo instrumento para auxiliar os alunos na aprendizagem desta competência pois, como afirmam van Riesen et al. (2016), permite implementar a estratégia de controle de variável, em que apenas uma variável

independente é variada e todas as outras são mantidas constantes. Daí e como já foi referido anteriormente, se poder questionar a localização desta ferramenta no ILS após o simulador, efetivamente parece que poderia ter sido bem mais vantajosa colocada previamente, de forma a desenhar a investigação a fazer, definindo os ensaios que seriam realizados posteriormente. Foi exatamente isto que fez o Grupo E, mas por indicação da professora.

O Grupo I, após o episódio anterior, foi alvo de uma explicação da professora com o objetivo de sistematizar e consolidar a aprendizagem que tinham realizado, acompanhada de um esclarecimento de como preencher corretamente a ferramenta EDT para todas as variáveis a manipular, o que implicaria apagar ensaios anteriores e mudar as variáveis de coluna. Mas após esta explicação a professora certifica-se que a aprendizagem relativa ao controlo de variáveis está adquirida como se constata na conversa seguinte.

<p>Aluno 1: Temos que trabalhar com estes três.” Professora: “Com estes todos. Mas vão passar quantos para o «Variar»?” Aluno 2: “Um.” Professora: “Um apenas de cada vez. Tudo o que estiver aqui tem que ser mesmo constante nos ensaios, senão depois vocês não sabem ao que é que se devem os resultados.” Aluno 2: “Ok.” Professora: “Agora vão investigar estes dois ensaios e vão apontar o número de bolhas, está bem?” <i>(Excerto 3, transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)</i></p>
--

Os alunos tiveram que refazer todo o processo de investigação e esqueceram os dados que já tinham registado no papel de rascunho. Primeiro arrastaram as variáveis para os três campos disponíveis na ferramenta EDT: uma para «variare», três para «manter constante» e uma para «medir». Depois desta seleção de variáveis, escolheram na ferramenta os valores para cada variável independente a manipular e a controlar (dentro de um intervalo restrito predefinido), isto é, definiram os ensaios a realizar e depois foram executá-los no simulador. A ferramenta EDT atribuiu automaticamente o mesmo valor às variáveis colocadas na coluna «Manter constante» em todos os ensaios planeados. Os resultados para a variável dependente só podem ser inseridos após a realização dos ensaios. Por isso, após a experimentação no simulador, voltaram à ferramenta EDT para registar os resultados obtidos na variável a dependente (a medir). Fizeram todo este processo sem nenhum percalço, testaram todas as variáveis independentes, uma de cada vez, mantendo sempre constantes todas as outras, ou seja, conseguiram fazer um bom controlo de variáveis. Todos os seus ensaios e respetivos resultados ficaram registados numa tabela da ferramenta EDT, apresentada previamente na figura 8.

A mobilização efetiva desta competência é consistente com os resultados apresentados para a ficha de pós-intervenção, em que o grupo evidenciou mobilizá-la, bem como a competência de planejar a investigação, que está muito relacionada com controlo e manipulação de variáveis.

### **Considerações finais**

Os dados recolhidos e apresentados evidenciaram aspetos importantes do processo como é feita a mobilização de competências científicas pelos alunos, bem como da pertinência da utilização de simuladores, numa abordagem por IBL, para esse efeito. Assim, com base nos dados é possível tecer as seguintes afirmações:

- A estratégia parece ser “ativa”, colocando o aluno no centro da sua aprendizagem, pois são os alunos que manipulam o simulador e, mais importante, constroem em grupo *significados* (interpretações) do que está a acontecer, desenvolvendo competências do processo científico.
- Relativamente à competência de «Controlo e manipulação de variáveis» ambos os grupos evidenciaram que no início não tinham a competência adquirida, ou seja, as interpretações estavam incorretas, mas a estratégia pedagógica utilizada e a tecnologia (simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem) auxiliaram na aquisição e mobilização desta competência.
- Um grupo solicitou/beneficiou da intervenção da professora e, cumprindo esta o papel de *orientadora*, os alunos evidenciaram “conflitos cognitivos” que contribuíram para o processo de aprendizagem, resultando posteriormente na mobilização das competências.
- O outro grupo só solicitou/beneficiou da professora numa fase posterior; isto permitiu-lhes efetuar simulações descontextualizadas dos objetivos da investigação pretendida, que os levou a renegociar as interpretações iniciais (ativamente a procurar *re-intrepretar*). As competências não estavam ainda devidamente mobilizadas aquando da intervenção da professora, mas já havia um progresso. Após a sua intervenção, e como aconteceu no grupo anterior, houve evidências da mobilização da competência.

### PARTE III – ANÁLISE DA PERCEÇÃO DOS ALUNOS

De modo a aferir a perceção dos alunos relativamente à atividade por *Inquiry Based Learning* desenvolvida no ILS com as ferramentas de apoio à aprendizagem e o simulador *Photolab*, estes foram submetidos a um questionário cujas respostas serão apresentadas na forma de gráficos.

O questionário era constituído por três partes: a primeira relativa à utilização do simulador, com 7 questões; a segunda relacionada com a atividade por ILB, ou seja, a todo o espaço de aprendizagem criado na plataforma online, com 4 questões; e a última parte referia-se a um balanço geral, com 2 questões. A tabela 13 apresenta as questões/enunciados e a respetiva numeração, de forma a facilitar a análise e interpretação dos gráficos, onde cada questão será mencionada apenas pela numeração correspondente.

Tabela 13 – Questões existentes no questionário aos alunos e respetivas secções.

N.º da questão	Questão
<b>Parte 1 - Utilização do simulador</b>	
1	O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos testar as hipóteses elaboradas.
2	O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos alterar facilmente todas as variáveis experimentais a testar.
3	O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos medir facilmente os efeitos na variável dependente.
4	O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos reformular o procedimento experimental.
5	O simulador <i>Photolab</i> foi fácil de utilizar.
6	A utilização do simulador <i>Photolab</i> estimulou a minha participação na atividade.
7	Gostaria de utilizar simuladores noutras matérias.
<b>Parte 2 – Atividade por IBL</b>	
8	A atividade desenvolvida facilitou a definição de hipóteses.
9	A atividade desenvolvida facilitou a interpretação dos resultados.
10	A atividade desenvolvida facilitou a comparação das hipóteses com os resultados.
11	A atividade desenvolvida permitiu-nos, em alguns momentos, aprender por nós próprios, em discussão no grupo, sem intervenção da professora.
<b>Parte 3 – Balanço geral</b>	
12	Refere o grau de satisfação ao realizares toda a atividade, na qual se incluía o simulador <i>Photolab</i> .
13	Gostava de usar esta estratégia de aprendizagem (simulador e atividade por IBL) para abordar outras matérias.

Responderam ao questionário todos os alunos das duas turmas que estiveram presentes nas aulas de realização da atividade experimental no ILS com o simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem, isto é, 35 alunos.

Como o questionário estava dividido em três partes, a apresentação e análise das respostas dos alunos também será efetuada de acordo com essa divisão. Assim, no gráfico 1 apresentam-se as repostas dos alunos relativamente às questões que dizem respeito ao simulador propriamente dito (questões de 1 a 7).

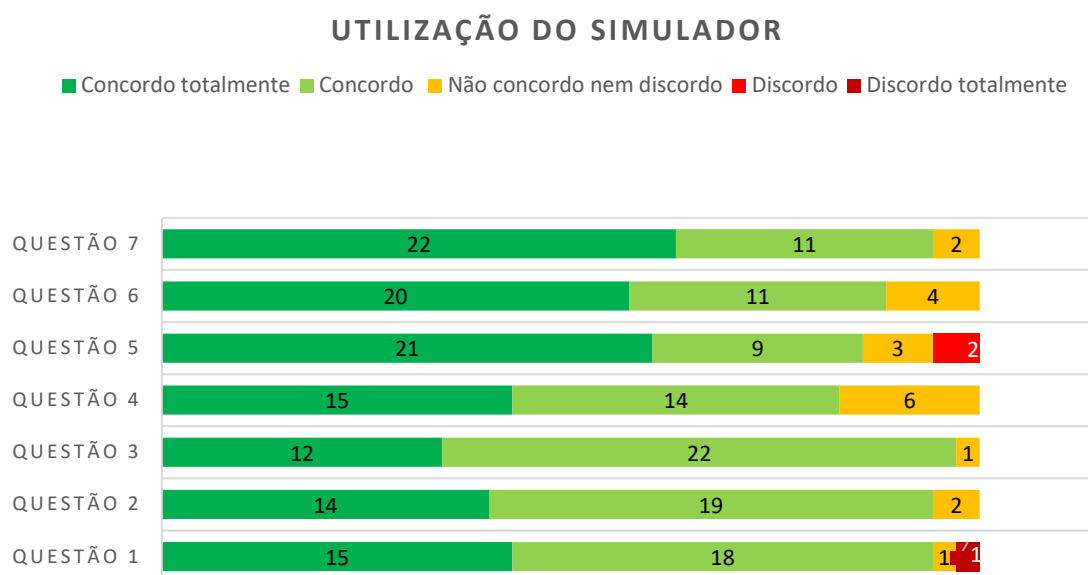


Gráfico 1 – Respostas dos alunos às questões de 1 até 7, relacionadas com a utilização do simulador.

A análise dos dados obtidos com o questionário permite verificar que a maioria dos alunos reconhece a importância do simulador *Photolab* para desenvolver competências relacionadas com o processo científico (questões 1, 2, 3 e 4). Apenas um aluno afirmou discordar que o simulador permitisse testar as hipóteses elaboradas. Tal como Martins et al. (2003) defendem, a utilização do simulador parece ter promovido o desenvolvimento de atitudes científicas nos alunos, sendo eles próprios a reconhecê-lo nas suas respostas.

Quanto ao grau de facilidade de utilização do simulador *Photolab* (questão 5), dois alunos consideraram difícil e três mantiveram uma posição neutra. Todos os outros (30 alunos) consideraram fácil a sua utilização.

A maioria dos alunos também concorda com a ideia de que o simulador foi estimulante para a sua participação na atividade (questão 6) e reforçam esta opinião afirmando que gostariam de utilizar simuladores noutras matérias (questão 7). Estes resultados corroboram o estudo de Gregório et al. (2016), uma vez que os alunos consideram que a

utilização de um simulador aumenta o seu grau de envolvimento e gostam de utilizar este recurso.

No gráfico 2 são apresentadas as frequências absolutas das respostas dos alunos em relação à atividade por IBL desenvolvida no ILS, na qual trabalharam com as ferramentas de apoio à aprendizagem.

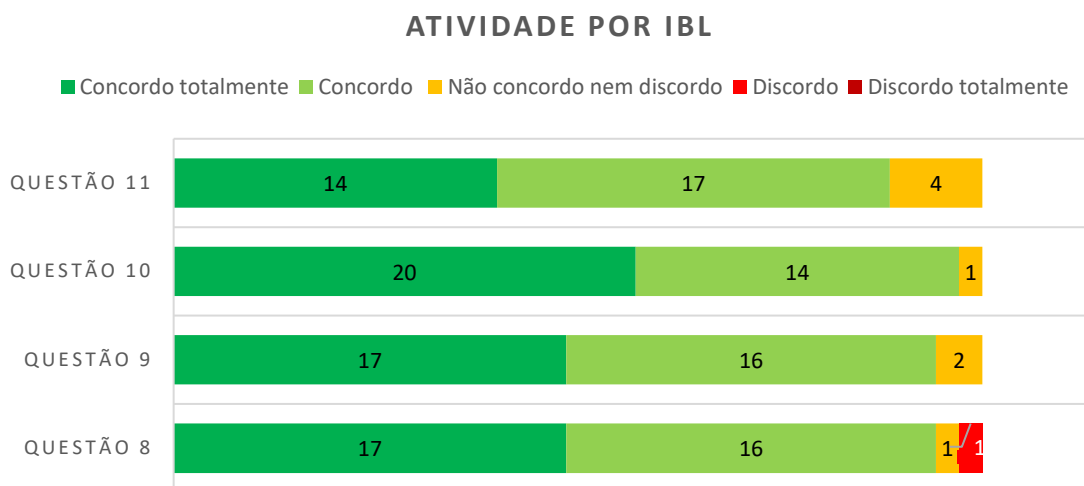


Gráfico 2 - Respostas dos alunos às questões de 8 até 11, relacionadas com a atividade por IBL.

Como se pode constatar no gráfico, apenas um aluno afirmou discordar de que a atividade tenha facilitado a definição de hipóteses experimentais (questão 8). Em todos os aspetos inquiridos relativamente à atividade, a maioria dos alunos demonstrou reconhecer vantagens deste tipo de atividade para o desenvolvimento de competências do processo científico, como a definição de hipóteses, a interpretação dos resultados e a comparação de ambos (questões 8, 9 e 10). Na resposta à questão 11, os alunos reconhecem que a atividade lhes permitiu aprender por discussão no seio do grupo de trabalho, sem a intervenção da professora.

A frequência absoluta das respostas dos alunos às questões que fazem um balanço final, é apresentada em dois gráficos distintos (gráficos 3 e 4), por recorrerem a diferentes escalas de classificação das afirmações.

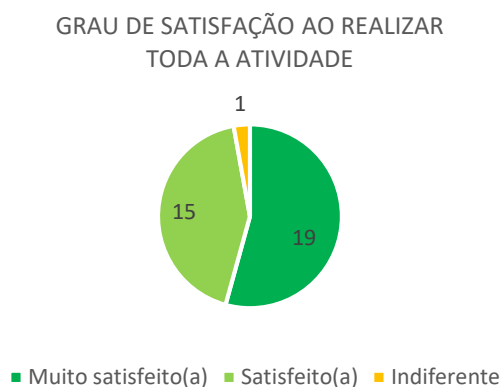


Gráfico 4 - Respostas dos alunos à questão 12.

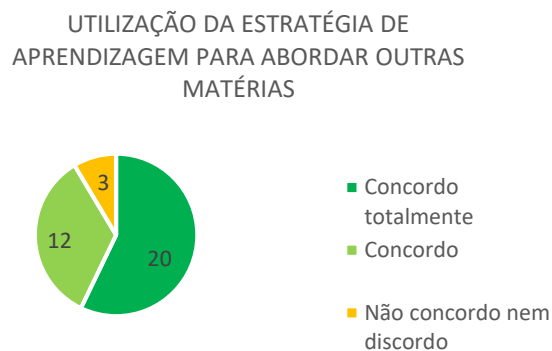


Gráfico 3 - Respostas dos alunos à questão 13.

Relativamente à questão 12, apenas um aluno se manifestou indiferente à realização da atividade com o simulador, todos os outros se consideram satisfeitos com a sua realização. Quanto à utilização desta estratégia de aprendizagem para abordar outras matérias, apenas três alunos se manifestaram indiferentes e a maioria manifestou vontade de repetir a experiência.

### Considerações finais

A análise das repostas dos alunos permite verificar que, na sua maioria, quer a metodologia usada na atividade, quer os próprios suportes tecnológicos, foram do agrado dos alunos e estes reconhecem as suas vantagens ao nível do desenvolvimento de competências do processo científico.

Teria sido uma mais-valia para a investigação proceder à triangulação destes dados com opiniões emitidas pelos alunos aquando da realização da atividade. No entanto, os dois grupos estudados, cujas gravações de áudio e vídeo foram analisadas, não verbalizaram qualquer opinião a acerca da atividade durante a sua realização. Embora todos os alunos das duas turmas tenham respondido ao questionário, apenas foram analisadas as gravações dos Grupos E e I.

Peffer et al. (2015) sugerem que a experiência de investigação autêntica fornecida através de simulações na aula de ciências é suficiente para mudar as perceções dos alunos sobre as práticas científicas. Para termos essas evidências com o presente estudo, teria que ter sido efetuado um questionário de perceção dos alunos antes da realização da atividade no ILS, com o simulador e ferramentas de apoio à aprendizagem, e após a realização da ficha

de pré-intervenção, de forma a comparar os dados dos dois questionários. No entanto, tratando-se apenas de um objetivo secundário da investigação, considera-se que é suficiente conhecer a opinião dos alunos face a este tipo de tecnologia e estratégia através do questionário aplicado.

## CAPÍTULO IX – CONCLUSÕES

### 1. CONCLUSÕES DO ESTUDO

Uma boa aprendizagem de ciências engloba, obrigatoriamente, o desenvolvimento da capacidade de pensar e agir como um cientista. Esta utilização do processo científico pelos alunos exige a aquisição e compreensão de competências de investigação, bem como a sua mobilização em variados contextos, consoante o que se pretenda investigar. Neste sentido, foi desenhada uma estratégia de ensino-aprendizagem suportada pela tecnologia, mais concretamente um espaço de aprendizagem (ILS) com um simulador e várias ferramentas de apoio, assente na metodologia por *Inquiry Based Learning*. Numa perspetiva socioconstrutivista, pretendeu-se verificar de que modo esta estratégia teria a potencialidade de levar os alunos, em grupo, a aprender as competências do processo científico com as TIC.

Este estudo de caso permitiu **obter dados riquíssimos** sobre vários aspetos da estratégia de ensino-aprendizagem utilizada para o desenvolvimento de competências de investigação nos alunos, bem como os **níveis de aquisição dessas habilidades** por parte dos mesmos. Quanto à estratégia utilizada, foram recolhidos dados reveladores da **pertinência da própria tecnologia**, outros em relação à **metodologia por investigação** (IBL) e outros ainda relacionados com a **perspetiva socioconstrutivista da atividade**.

Ao nível do 8º ano, existem alunos com algum conhecimento de competências integradas do processo científico e outros que apresentam um desempenho muito pouco satisfatório, pelo facto de muitos deles poderem simplesmente não estar familiarizados com este tipo de tarefa. Esta constatação e conclusões vão ao encontro do que afirmam Beaumont-Walters e Soyibo (2001). Estes autores, ressaltam o mau desempenho dos alunos nas habilidades de identificação de variáveis e formulação de hipóteses, nas quais também se verificou algumas dificuldades por parte dos alunos deste estudo. Esta situação pode dever-se ao facto de não terem sido ensinadas as duas habilidades em níveis de ensino anteriores. No tipo de raciocínio que exige a mobilização de competências investigativas, e como também defendiam Germann e Aram (1996), verificou-se que o conhecimento prévio dos alunos desempenha um papel importante. A identificação de variáveis, a formulação de hipóteses, a conceção do procedimento experimental a executar, o controlo e manipulação de variáveis e a interpretação dos dados determinando

o que é ou não evidência para avaliar as hipóteses, são habilidades mobilizadas para realizar as tarefas propostas e que usam o conhecimento e experiência prévios para dar a resposta. O aluno constrói o seu significado sobre a tarefa, logo a compreensão é facilitada se o aluno já tiver experimentado o contexto em que a tarefa ocorre. Ao nível do ensino secundário a necessidade de utilizar estas competências é ainda maior, quer ao nível da componente prática das disciplinas, quer ao nível de questões do próprio exame nacional, pelo que os alunos precisam de oportunidades para realizar investigações científicas que lhes permitam praticar e desenvolvê-las ao longo da sua escolaridade. Tal como Germann, Aram, Odom e Burke (1996) afirmaram, este estudo parece evidenciar que só através da prática os alunos entenderão o objetivo do contexto experimental na ciência e ganharão proficiência na realização destes processos. Logo, toda e qualquer atividade que promova este tipo de aprendizagem, em níveis de escolaridade mais baixos, será uma mais-valia para a formação integral dos alunos e a sua prática permitirá alcançar níveis de complexidade superiores. Pelo que, se revela fundamental a implementação de atividades práticas investigativas em todos os anos de escolaridade. Além disso, caso não exista uma prática frequente de realização de atividades que promova o desenvolvimento destas habilidades, os próprios conteúdos científicos podem não ser corretamente assimilados pelos alunos.

Nem toda a atividade que decorre no laboratório permite o desenvolvimento deste tipo de competências, apenas as que são de carácter experimental. Mas há situações em que nem a prática no laboratório é possível. Nestes casos, as TIC têm dado provas de poder ser uma alternativa viável, no caso concreto, a utilização de um simulador. É de reforçar a ideia de que o papel da simulação não é substituir a prática laboratorial, mas fornecer aos alunos a oportunidade de terem contacto com variáveis semelhantes às das experiências reais quando esta é impraticável. Esta ideia é amplamente defendida na comunidade científica, por vários investigadores (Morais & Paiva (2007); Saat (2004); Sahin (2006)). Este estudo de caso evidenciou que a utilização de um simulador é apropriada para ensinar uma variedade de habilidades de processos científicos, o que corrobora a ideias de Smetana e Bell (2012), assumindo-se como uma alternativa ao trabalho laboratorial de carácter experimental quando este não for exequível por algum motivo. Como grandes vantagens da utilização do simulador *Photolab*, pode-se enumerar o facto de tornar o problema investigado concreto ao exibir o dispositivo experimental em funcionamento, permitir a manipulação e controlo das variáveis, concretizar os ensaios experimentais de

forma simplificada e apresentar os resultados de forma visual e imediata, o que também é afirmado por Huppert et al. (2002) e Saat (2004) em relação aos simuladores em geral. Outras vantagens mais gerais, também afirmadas por muitos autores, mas com repercussões no próprio processo científico, foram confirmadas pelo presente estudo. São elas, o facto de os alunos poderem realizar muitos ensaios experimentais em pouco tempo, o que permitiu comparar um vasto conjunto de resultados e isso, obviamente, contribuiu para a sua aprendizagem. Por outro lado, a rapidez do processo de simulação também permitiu a repetição de ensaios quando, por algum motivo, o foi necessário fazer, bem como o refazer toda a investigação experimental quando esta se revelou mal planeada e/ou executada. A repetição de ensaios experimentais também pode ser usada para provar que os resultados foram obtidos de forma consistente e não por acaso, ou seja, os alunos têm a oportunidade de fazer o que os cientistas fazem durante a pesquisa científica real. Além disso, as repetições das simulações permitiram que os seus erros fossem corrigidos por si mesmos, respeitando o ritmo de aprendizagem de cada grupo. Esta redução do tempo despendido nos ensaios experimentais através da utilização de um simulador também pode ser encarada como uma vantagem, pois liberta mais tempo da atividade para a reflexão sobre o significado da evidência recolhida, como defende Harlen (1999). No presente estudo, efetivamente os alunos despenderam de algum tempo em discussões e reflexões no seio dos seus grupos a comparar os dados que recolhiam e a interpretá-los e isso só foi possível porque a investigação no simulador decorreu de forma célere. Face a tudo isto, corrobora-se assim a opinião de Peffer et al. (2015), que defendem que o uso da tecnologia na sala de aula é uma estratégia poderosa não só para apoiar a aprendizagem dos alunos, mas também para permitir investigações análogas à prática científica autêntica.

A metodologia por *Inquiry Based Learning* foi uma componente imprescindível para potenciar as características do próprio simulador. É difícil avaliar separadamente os dois aspetos da atividade, por um lado a utilização do simulador e por outro a metodologia em que assentou a criação do espaço de aprendizagem e as ferramentas de apoio à aprendizagem. No global, tudo revelou ter potencial para ajudar os alunos a compreender a prática científica e a fazer as suas próprias investigações e, ao mesmo tempo, enriquecer a sua aprendizagem sobre o conteúdo estudado. No projeto Go-Lab, a orientação é o suporte que ajuda o aluno em todo o processo de aprendizagem, tornando-o mais autónomo e reduzindo a complexidade (Zacharia et al., 2015), sendo promovida de duas

formas, como já foi referido no capítulo do *Projeto de Implementação*. Logo, o próprio ILS e as várias ferramentas existentes para apoiar o processo de aprendizagem tiveram a sua grande importância a par do próprio simulador. Em algumas competências do processo científico, apenas as ferramentas do ILS, assentes na metodologia IBL, tiveram importância, noutras tiveram algumas ferramentas e o simulador e noutras apenas o simulador. No entanto, o processo de desenvolvimento de competências de investigação funcionou de forma integrada, pois a mobilização de umas exigia a mobilização prévia de outras.

Os resultados deste estudo de caso evidenciaram que, mesmo no caso de existir uma reduzida intervenção da professora no processo de ensino-aprendizagem, as ferramentas e a informação disponível no ILS auxiliam a aprendizagem porque, por si só, já fazem uma orientação. Indicaram ainda, tal como Xenofontos et al. (2016) já haviam concluído no seu estudo, que cada ferramenta de apoio, existente no ILS, forneceu apoio significativo para a mobilização das respetivas competências do processo científico a que se destinavam. No entanto, o impacto mais positivo de uma ferramenta na aprendizagem dos alunos foi o caso da EDT. A combinação desta com a HS teve benefícios ainda mais significativos no caso do Grupo E, tal como também evidenciou o estudo de Xenofontos et al. (2016). Esta simbiose deve-se ao facto de formular hipóteses válidas ajudar na capacidade de projetar ensaios experimentais adequados e em seguida usar o simulador em consonância com o planeamento efetuado.

Concluindo, grande parte desta orientação fornecida pela metodologia IBL no ILS, funcionou através de ferramentas das TIC e reforçou a importância da metodologia na aprendizagem das competências do processo científico, para além do próprio simulador. Sem particularizar, pode-se afirmar que se verificou que o recurso à aprendizagem por investigação em ciências ajuda os alunos a desenvolver ativamente o seu próprio conhecimento, como defendem van Riesen et al. (2016) e fazer raciocínios de nível superior e processos científicos, tal como preconizam Germann, Aram, Odom e Burke (1996).

Apesar de toda a orientação e apoio à aprendizagem fornecido pelo ILS, de acordo com a metodologia IBL, nalguns casos não foi suficiente para os alunos conseguirem desenvolver na totalidade algumas competências de investigação. A comparação do processo de aprendizagem dos dois grupos, permite concluir que a orientação fornecida

pelo professor tem também uma grande importância. Corrobora-se assim a opinião de Martins et al. (2007) e Ferreira et al. (2015) ao afirmarem que o nível de exigência conceptual é muito elevado neste tipo de atividade investigativa, logo um maior acompanhamento e orientação por parte do professor permite incitar os alunos a alcançarem as competências científicas, caso o professor formule questões que os ajudem a estruturar formas de pensar, mas sem lhes dar respostas diretas. No entanto, no contexto deste estudo, a professora teve que atender a solicitações de seis grupos de trabalho, o que tornou difícil conseguir fazer um bom acompanhamento de todos. Este tipo de estratégia pedagógica será mais profícua quando aplicada a menos alunos em simultâneo, como por exemplo, o caso de turmas desdobradas, de modo a promover um acompanhamento mais efetivo e eficaz por parte do professor.

A opção de recorrer a uma estratégia socioconstrutivista, colocando os alunos a trabalhar em pequenos grupos, também se revelou como um fator potenciador da aprendizagem, contribuindo para os resultados. Tal como no estudo de Gregório et al. (2016), também aqui o trabalho em duplas e trios foi vantajoso, uma vez que, se observou que os alunos discutiam entre si, questionavam, completavam ideias e comentavam o que estavam a fazer. Já afirmava Germann e Aram (1996) que, durante as atividades baseadas em grupos, os alunos constroem significados através de interações sociais com os colegas e professor. Revelou-se então fundamental, do ponto de vista pedagógico, que os alunos pudessem coordenar as suas atividades e refletir sobre o que estavam a fazer, tendo um papel ativo na sua aprendizagem como defende Barros et al. (2008) no que diz respeito à utilização de simuladores. Esta comunicação entre elementos de cada grupo foi também facilitadora da recolha de dados, pois permitiu um registo muito completo do processo de aprendizagem nas gravações de áudio e vídeo e fomentou a triangulação de dados, enriquecendo o estudo.

Quanto à opinião dos alunos acerca deste tipo de estratégia, na qual utilizam o simulador *Photolab* e ferramentas de apoio à aprendizagem, suportados por uma metodologia por investigação, há evidências de que seja do agrado da maioria, reconhecendo-lhes importância na aprendizagem de competências científicas. Já afirmavam Martins et al. (2003) que as simulações, por si só, são recursos pedagógicos que podem aumentar a atratividade das aulas e estimular os alunos para a aprendizagem de ciências, mas neste caso, os alunos parecem legitimar potencialidades também à metodologia utilizada.

A análise do processo de aprendizagem dos alunos forneceu evidências positivas sobre a mobilização de competências científicas neste espaço de aprendizagem com o simulador *Photolab* e ferramentas de apoio, suportado por metodologia IBL. Estas descobertas podem fornecer algumas orientações para professores que pretendam enveredar por estratégias de ensino de processos científicos nestes ambientes de aprendizagem. Ficou claro que a investigação científica na sala de aula de ciências é processo cognitivamente complexo. Concorda-se com a opinião de Germann, Aram e Burke (1996), que afirmam que essa complexidade pode explicar por que motivo muitos professores adotam uma abordagem em que vários aspetos do processo científico são ignorados ou mesmo fornecidos aos alunos. Um dos desafios como professores de ciências será encontrar formas de promover o desenvolvimento destas competências nos alunos. Considera-se, tal como defendem estes autores, que deve haver um esforço para fornecer um ambiente de sala de aula onde os alunos possam aprender a raciocinar e usar as suas mentes de forma eficaz. Corrobora-se ainda a opinião de Barros et al. (2008), na atualidade, existe muita tecnologia associada a uma ampla gama de ferramentas interativas e colaborativas acessível à comunidade educativa, o que abre a possibilidade de suportar abordagens de aprendizagem socioconstrutivista. Assim, cabe a cada um de nós, professores, assumir a sua responsabilidade nesta mudança de paradigma e procurar os recursos e as estratégias que melhor se adequem ao que pretende ensinar e às características dos respetivos alunos.

## 2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Um grande desafio deste estudo foi a acumulação das funções de investigadora e professora. Por um lado, é difícil assumir uma neutralidade quando se acumula as duas funções. Por outro, o investigador tende a misturar-se com o objeto de estudo e este facto influencia comportamento dos alunos. Não é possível eliminar todos os efeitos que o investigador produz nos sujeitos e obter uma correspondência perfeita entre o que seria o “ambiente natural” e o ambiente com a presença do investigador (Bogdan & Biklen, 1994). Esta situação ficou evidente com afirmações proferidas pelos alunos como: “E agora para terem a certeza é mesmo zero vírgula zero”; “Eles entendem, são professores”, referindo-se a “quem” ia ouvir e analisar a gravação referente ao grupo. Este tipo de observação deixou denotar que a ideia de “serem observados” estava presente nos alunos. Assim, demonstraram um certo grau de condicionamento por estarem a ser objeto de estudo na investigação, apesar do esforço da professora/investigadora em agir

naturalmente. Acredita-se que foi o facto de saberem que estava a ser gravado tudo o que diziam e o que estavam a fazer no computador que desencadeou esta influência.

Na aula de realização da atividade experimental no ILS, ter que acumular os dois papéis e conseguir atender às solicitações de seis grupos de trabalho não foi uma tarefa fácil. Neste sentido, gravação de áudio e vídeo deu uma ajuda fundamental à investigação, permitindo aceder a dados a que a investigadora não teve acesso durante a atividade, apesar de estar presente fisicamente.

Outra limitação do estudo foi o facto de não ser possível analisar com rigor as respostas dadas pelos grupos às fichas de pré e pós-intervenção. Como já foi referido, houve respostas ambíguas e caso tivesse existido uma gravação de áudio e vídeo do desempenho dos grupos nessas atividades, todo o contexto e discussão entre alunos estaria registado, sendo mais fácil avaliar a mobilização ou não das competências científicas. Algumas respostas podem dever-se a problema de comunicação escrita e não à ausência de mobilização da competência.

Quanto à perceção dos alunos relativamente à estratégia/metodologia utilizada, para aferir com maior rigor teria sido importante proceder à triangulação de dados entre o questionário e as gravações de áudio e vídeo, o que não foi possível como já foi referido anteriormente. Do mesmo modo, também poderia fazer sentido ter sido aplicado o mesmo tipo questionário acerca da ficha de pré-intervenção. Assim, os alunos poderiam comparar a importância de cada uma das estratégias, uma mais tradicional e outra com recurso à tecnologia. Por outro lado, os alunos responderam ao questionário na sala de aula, logo pode ter havido a influência nas respostas resultante da presença da professora no local, apesar desta não estar a ver o seu preenchimento.

### 3. TRABALHO FUTURO

Face à riqueza dos dados obtidos e quantidade de dados recolhidos que não foram analisados neste estudo, considera-se um complemento a esta investigação, analisar o processo de aquisição das competências «Formulação de hipóteses» e «Comparação dos resultados com as hipóteses elaboradas e interpretação dos mesmos» e aferir a importância das ferramentas HS e CT para a respetiva mobilização.

No ensino secundário, a disciplina de Biologia e Geologia é alvo de exame nacional e o seu sucesso fica, muitas vezes, aquém das expectativas. Neste exame, um grupo de questões tem sido precisamente relacionado com uma investigação de cariz experimental, para o qual os alunos têm que mobilizar competências científicas. Será que a utilização de ILS criados no Go-Lab e o recurso a simuladores, de forma contínua desde o ensino básico até ao ensino secundário, poderia melhorar o desempenho dos alunos no exame nacional e contribuir para promover o sucesso escolar? Seria uma questão pertinente a investigar futuramente, até porque esta estratégia deu provas ao nível das competências científicas, mas também é pertinente na aquisição de conteúdos.

Uma das grandes problemáticas apontadas pela comunidade científica relativamente às competências do processo científico, prende-se com a dificuldade em traduzir o seu grau de desenvolvimento nos alunos numa avaliação sumativa. Neste trabalho surgiram algumas evidências de que para proceder a essa avaliação é mais eficaz recorrer à análise de desempenho dos alunos com a tecnologia do que aos métodos tradicionais (ex: fichas em papel). Mas como avaliar um conhecimento que o aluno evidencia quando este “manipula” um simulador/atividade em frente ao professor? Considera-se então pertinente desenvolver um estudo que permita esclarecer o modo como as atividades experimentais com um ILS criado no Go-Lab, poderão fornecer dados ao professor para efetuar a avaliação sumativa dos alunos em relação a competências do processo científico.

A utilização de simuladores é muito comum em áreas científicas como a Física e a Química, no entanto, não parecem existir muitos estudos nas principais bases de dados bibliográficas que evidenciem o nível de utilização deste tipo de recurso nas Ciências Naturais, em Portugal. Este facto poderá estar relacionado com o, ainda, pouco uso destes recursos nesta disciplina, pelo que seria importante aferir a opinião deste corpo docente acerca da utilização de simuladores.

## BIBLIOGRAFIA

- Abreu, A. C. (2014). *O simulador Stargenetics na aprendizagem da hereditariedade*. Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Instituto Politécnico de Leiria, Leiria. Retrieved from <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/2028>
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1991). *Computer Based Instruction: Methods and Development* (2ª). New Jersey: Prentice Hall.
- Amante, L. (2011). Tecnologias Digitais, Escola e Aprendizagem. *Ensino Em-Revista*, 18(2), 235–245. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.2/2997>
- Barros, B., Read, T., & Verdejo, M. F. (2008). Virtual Collaborative Experimentation: An Approach Combining Remote and Local Labs. *IEEE Transactions on Education*, 51(2), 242–250. <https://doi.org/10.1109/TE.2007.908071>
- Beaumont-Walters, Y., & Soyibo, K. (2001, November 25). An Analysis of High School Students' Performance on Five Integrated Science Process Skills. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 133–145. <https://doi.org/10.1080/02635140120087687>
- Bidarra, M. G., & Festas, M. I. (2005). Construtivismo(s): Implicações e Interpretações Educativas. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 39(2), 177–195. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10316/11548>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares - Ensino Básico - Ciências Naturais - 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência. Retrieved from [http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb\\_cn\\_metas\\_curriculares\\_5\\_6\\_7\\_8\\_an\\_o\\_0.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_cn_metas_curriculares_5_6_7_8_an_o_0.pdf)
- Carmo, J. M. (2016). Desenvolvimento de um instrumento para a identificação de uma orientação construtivista no ensino de ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 29(2), 163–184. <https://doi.org/10.21814/rpe.6705>
- Chagas, I. (2000). Literacia Científica - O Grande Desafio para a Escola. In *1º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor*. Lisboa: Escola Superior de Educação de Lisboa. Retrieved from <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/index.html/LiteraciaCientifica.pdf>

- Coutinho, C., & Lisbôa, E. (2011). Sociedade da Informação, do Conhecimento e da Aprendizagem: Desafios para Educação no Século XXI. *Revista de Educação*, 18(1), 5–22. Retrieved from [http://revista.educ.ie.ulisboa.pt/arquivo/vol\\_XVIII\\_1/artigo1.pdf](http://revista.educ.ie.ulisboa.pt/arquivo/vol_XVIII_1/artigo1.pdf)
- Coutinho, C. P. (2016). *Metodologias de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2ª). Coimbra: Editora Almedina.
- de Jong, T., Sotiriou, S., & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 1(3), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0003-6>
- Duschl, R. A. (2015). Naturalizing the Nature of Science for School Science. In Conselho Nacional de Educação (Ed.), *Currículos de Nível Elevado no Ensino das Ciências* (pp. 156–176). Lisboa: Conselho Nacional de Educação. Retrieved from [http://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios\\_e\\_coloquios/LIVRO\\_CNE\\_CurriculosCiencias\\_vf.pdf](http://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios_e_coloquios/LIVRO_CNE_CurriculosCiencias_vf.pdf)
- Efe, H. A., Oral, B., Efe, R., & Sünkür, M. Ö. (2011). The Effects Of Teaching Photosynthesis Unit With Computer Simulation Supported Co-Operative Learning On Retention And Student Attitude To Biology. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 313–329. Retrieved from [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/6148466/efmed\\_bye109.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1493982963&Signature=bNKzSMQKmpL4mNrz3wm%2BT45Bspc%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DThe\\_Effects\\_Of\\_Teaching\\_Photosynt](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/6148466/efmed_bye109.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1493982963&Signature=bNKzSMQKmpL4mNrz3wm%2BT45Bspc%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DThe_Effects_Of_Teaching_Photosynt)
- Ferraz, A. P., & Belhot, R. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, 17(2), 421–431. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf>
- Ferreira, S., Morais, A. M., Neves, I. P., Afonso, M., & Silva, P. (2015). Currículos de Nível Elevado no Ensino das Ciências. In C. S. e Colóquios (Ed.), *Trabalho Prático em Currículos e Práticas Pedagógicas* (pp. 104–154). Lisboa: Conselho Nacional de Educação. Retrieved from [http://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios\\_e\\_coloquios/LIVRO\\_CNE\\_CurriculosCiencias\\_vf.pdf](http://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios_e_coloquios/LIVRO_CNE_CurriculosCiencias_vf.pdf)
- Fortin, M. F. (1999). *Processo de Investigação - da Conceção à Realização*. Loures: LusoCiência - Edições Técnicas e Científicas, Lda.

- Freixo, M. J. V. (2010). *Metodologia Científica – Fundamentos, Métodos e Técnicas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M. S., Santos, M. da C., Vilela, M. da C., ... Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares - 3.º Ciclo*. Lisboa: Departamento de Educação Básica do Ministério da Educação. Retrieved from [http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb\\_cfn\\_orient\\_curriculares\\_3c\\_0.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_cfn_orient_curriculares_3c_0.pdf)
- Germann, P. J., Aram, R., & Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 79–99. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199601\)33:1<79::AID-TEA5>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<79::AID-TEA5>3.0.CO;2-M)
- Germann, P. J., & Aram, R. J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 773–798. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199609\)33:7<773::AID-TEA5>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199609)33:7<773::AID-TEA5>3.0.CO;2-K)
- Germann, P. J., Aram, R., Odom, A. L., & Burke, G. (1996). Student Performance on Asking Questions, Identifying Variables, and Formulating Hypotheses. *School Science and Mathematics*, 96(4), 192–201. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1996.tb10224.x>
- Go-Lab. (n.d.). Retrieved October 11, 2017, from <http://www.golabz.eu/>
- Gregório, E. A., Oliveira, L. G., & Matos, S. A. (2016). Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. *Experiências Em Ensino de Ciências*, 11(1), 101–125. Retrieved from [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID303/v11\\_n1\\_a2016.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID303/v11_n1_a2016.pdf)
- Harlen, W. (1999). Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1), 129–144. <https://doi.org/10.1080/09695949993044>
- Hillesheim, G. J., & Schottz, E. de S. (2014). Softwares Simuladores Interativos Aplicados ao Estudo de Biologia. *Maiêutica - Ciências Biológicas*, 1(1), 59–74. Retrieved from [https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/BID\\_EaD/article/view/1175](https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/BID_EaD/article/view/1175)
- Huppert, J., Lomask, S. M., & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: Students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803–821.

<https://doi.org/10.1080/09500690110049150>

- Lagarto, J. (2013). Inovação, TIC e Sala de Aula. In V Congresso Internacional de Educação, *As Novas Tecnologias e os Desafios para uma Educação Humanizadora* (pp. 133–158). Santa Maria, Brasil: Biblos Editora. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.14/10560>
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. et al. (Org.), *Trabalho prático e experimental na educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, pp. 91-108. Retrieved from [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10039/1/As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10039/1/As%20actividades%20laboratoriais%20e%20a%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20das%20aprendizagens%20dos%20alunos.pdf)
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano, M. G. Santos, & Orgs. (Eds.), *Cadernos Didácticos de Ciências* (pp. 77–96). Lisboa: Ministério de Educação. Departamento do Ensino Secundário (DES).
- Marôco, J., Gonçalves, C., Lourenço, V., & Mendes, R. (2016). *PISA 2015 - Portugal - Volume I: Literacia Científica, Literacia de Leitura & Literacia Matemática*. Lisboa: Instituto de Avaliação Educativa, I.P. Retrieved from [http://www.iave.pt/np4/file/310/Relatorio\\_PISA2015.pdf](http://www.iave.pt/np4/file/310/Relatorio_PISA2015.pdf)
- Martins, A. J., Fiolhais, C., & Paiva, J. (2003). Simulações on-line no ensino da Física e da Química. *Revista Brasileira de Informática Na Educação*, 11(2), 111–117. Retrieved from <https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/handle/10316/12605>
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., ... Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. Retrieved from [http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto\\_Autonomia\\_e\\_Flexibilidade/perfil\\_dos\\_alunos.pdf](http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf)
- Martins, I. P., Luísa, M., Filomena, V., Celina, T., Rui, T.-V., Vieira, M., ... Couceiro, F. (2007). *Explorando - Educação em Ciências e Ensino Experimental - Formação de Professores*. Lisboa: DGIDC - Ministério da Educação. Retrieved from [http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Documentos/explorando\\_formacao\\_professores.pdf](http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Documentos/explorando_formacao_professores.pdf)
- Meirinhos, M., & Osório, A. (2010). O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *EDUSER: Revista de Educação*, 2(2), 49–65. Retrieved from

[https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/3961/1/O estudo de caso como estratégia de investigação em educação.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/3961/1/O%20estudo%20de%20caso%20como%20estrat%C3%A9gia%20de%20investiga%C3%A7%C3%A3o%20em%20educa%C3%A7%C3%A3o.pdf)

Ministério da Educação e Ciência. (2017). *Aprendizagens Essenciais - Articulação com o Perfil dos Alunos - Ciências Naturais - 7º ano*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência. Retrieved from [http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto\\_Autonomia\\_e\\_Flexibilidade/ae\\_3oc\\_ciencias\\_naturais.pdf](http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/ae_3oc_ciencias_naturais.pdf)

Miranda, G. (2007). Limites e possibilidades das TIC na educação. *Sísifo. Revista de Ciências Da Educação*, 3, 41–50.

Morais, A. M., Neves, I. P., Ferreira, S., Afonso, M., Silva, P., Saraiva, L., & Castro, S. (2015). Algumas Propostas de Intervenção Pedagógica. In Conselho Nacional de Educação (Ed.), *Currículos de Nível Elevado no Ensino das Ciências* (pp. 240–284). Lisboa: Conselho Nacional de Educação. Retrieved from [http://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios\\_e\\_coloquios/LIVRO\\_CNE\\_CurriculosCiencias\\_vf.pdf](http://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios_e_coloquios/LIVRO_CNE_CurriculosCiencias_vf.pdf)

Morais, C., & Paiva, J. (2007). Simulação digital e actividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7.º ano de escolaridade. *Sísifo. Revista de Ciências Da Educação*, 3, 101–112. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/238072395\\_Simulacao\\_digital\\_e\\_actividades\\_experimentais\\_em\\_Fisico-Quimicas\\_Estudo\\_piloto\\_sobre\\_o\\_impacto\\_do\\_recurso\\_Ponto\\_de\\_fusao\\_e\\_ponto\\_de\\_ebulicao\\_no\\_7\\_ano\\_de\\_escolaridade](https://www.researchgate.net/publication/238072395_Simulacao_digital_e_actividades_experimentais_em_Fisico-Quimicas_Estudo_piloto_sobre_o_impacto_do_recurso_Ponto_de_fusao_e_ponto_de_ebulicao_no_7_ano_de_escolaridade)

Neto, R., Oimenta, R., Spanhol, F., & Raods, G. (2013). Taxonomia de Bloom:: uma análise dos objetivos educacionais com enfoque nas habilidades requeridas aos académicos de engenharia. In *Educação na Era do Conhecimento*. Gramado, RS: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Retrieved from [http://www.fadep.br/engenharia-eletrica/congresso/pdf/117940\\_1.pdf](http://www.fadep.br/engenharia-eletrica/congresso/pdf/117940_1.pdf)

of Education, O. M. (2013). Inquiry-based Learning. *Secretariat Special Edition - Capacity Building Series*, 32. Retrieved from [www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/](http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/).

Paiva, J., Moraes, C., & Paiva, J. (2010). Referências importantes para a inclusão coerente das TIC na educação numa sociedade “sistémica.” *Educação, Formação & Tecnologias*, 3(2),

5–17. Retrieved from <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/138>

Paiva, J., Paiva, J., & Fiolhais, C. (2002). Uso das tecnologias de informação e comunicação pelos professores portugueses. [online] Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/228516214\\_Uso\\_das\\_Tecnologias\\_de\\_Informacao\\_e\\_Comunicacao\\_pelos\\_Professores\\_Portugueses](https://www.researchgate.net/publication/228516214_Uso_das_Tecnologias_de_Informacao_e_Comunicacao_pelos_Professores_Portugueses)

Patrício, M. R. (2016). Como formar professores inovadores com TIC? Reflexões sobre a prática. In *Encontro Professores Inovadores com TIC* (pp. 27–31). Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

Peffer, M. E., Beckler, M. L., Schunn, C., Renken, M., & Revak, A. (2015). Science Classroom Inquiry (SCI) Simulations: A Novel Method to Scaffold Science Learning. *PLOS ONE*, 10(3), e0120638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120638>

PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations. (n.d.). Movimento de Projétil. Retrieved January 25, 2018, from [https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html)

Ponte, J. P. da. (2006). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Bolema*, 25(1), 105–132. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10451/3007>

Proença, S. C. de A. (2014). *Perspetivas de Qualidade sobre Recursos Educativos Digitais*. Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10451/18052>

Roldão, M. do C., Peralta, H., & Martins, H. P. (2017). *Currículo do ensino Básico e do Ensino Secundário para a Construção de Aprendizagens Essenciais Baseadas no Perfil do Aluno*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência. Retrieved from [http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto\\_Autonomia\\_e\\_Flexibilidade/ae\\_documento\\_enquadrador.pdf](http://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/ae_documento_enquadrador.pdf)

Rondonotícias. (2017). Enem 2017: Com 5 questões de física por edição, prova exige ir além da decoreba. Retrieved March 4, 2018, from <http://www.rondonoticias.com.br/noticia/educacao/1216/enem-2017-com-5-questoes-de-fisica-por-edicao-prova-exige-ir-alem-da-decoreba>

- Ruivo, J., & Mesquita, H. (2011). Ensinar e aprender : com ou para os media? In RVJ-Editores (Ed.), *Educação e media : da teoria ao terreno* (pp. 17–38).
- Saat, R. M. (2004, May 13). The acquisition of integrated science process skills in a web-based learning environment. *Research in Science & Technological Education*, 22(1), 23–40. <https://doi.org/10.1080/0263514042000187520>
- Sahin, S. (2006). Computer simulations in science education: Implications for distance education. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 7(4), 132–146.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Solano-Flores, G., & Shavelson, R. J. (1997). Development of Performance Assessments in Science: Conceptual, Practical, and Logistical Issues. *Educational Measurement*, 16(3), 13–22. Retrieved from [http://www.colorado.edu/education/sites/default/files/attached-files/Solano-Flores & Shavelson\\_Development of Performance Assessments.pdf](http://www.colorado.edu/education/sites/default/files/attached-files/Solano-Flores & Shavelson_Development of Performance Assessments.pdf)
- Sousa, M. J., & Baptista, C. S. (2011). *Como fazer investigações, dissertações, teses e relatórios segundo Bolonha* (5ª edição). Lisboa: s de Ciências Sociais, Forenses e da Educação.
- Tavares, R., & Almeida, P. (2015). Metodologia Inquiry Based Science Education no 1.º e 2.º CEB com recurso a dispositivos móveis – uma revisão crítica de casos práticos. *Educação, Formação & Tecnologias*, 8(1), 28–41. Retrieved from <http://www.eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/445>
- UNESCO. (2016). *Repensar a Educação - Rumo a um bem comum mundial?* Brasília: UNESCO. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002446/244670POR.pdf>
- van Riesen, S., Gijlers, H., Anjewierden, A., & de Jong, T. (2016). Supporting Planning and Conducting Experiments. In Chee-Kit Looi; Joseph Polman; Ulrike Cress; Peter Reimann (Ed.), *12th International Conference of the Learning Sciences - Transforming Learning, Empowering Learners - Conference Proceedings - volume 2* (pp. 823–826). Singapore: ICLS. Retrieved from [https://www.isls.org/icls/2016/docs/ICLS2016\\_Volume\\_2.pdf](https://www.isls.org/icls/2016/docs/ICLS2016_Volume_2.pdf)
- Ventura, M. (2007). O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. *Revista Da Sociedade de Cardiologia Do Estado Do Rio de Janeiro*, 20(5), 383–386. Retrieved from [http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2007\\_05/a2007\\_v20\\_n05\\_art10.pdf](http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2007_05/a2007_v20_n05_art10.pdf)

- Wang, C.-Y., Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Hwang, F.-K., Chang, H.-Y., Wu, Y.-T., ... Tsai, C.-C. (2014). A Review of Research on Technology-Assisted School Science Laboratories. *Educational Technology & Society*, 17(2), 307–320. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1031086>
- Werneck, V. R. (2006). Sobre o processo de construção do conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa. *Ensaio: Avaliação E Políticas Públicas Em Educação*, 14(51), 173–196. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362006000200003>
- Xenofontos, N., Hovardas, T., Zacharias, Z. C., de Jong, T., & Pedaste, M. (2016). The impact of a hypothesis formulation tool and an experiment design tool on primary students' inquiry skills when using a Computer-Supported Inquiry Learning Environment. In *Proceedings of the 10th Pan-Hellenic and International Conference ICT in Education, HICICTE 2016* (pp. 765–771). Ioannina, Greece: Springer. Retrieved from [http://www.etpe.gr/custom/pdf/proceedings/hcicte2016\\_proceedings.pdf](http://www.etpe.gr/custom/pdf/proceedings/hcicte2016_proceedings.pdf)
- Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A. N., ... Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: a literature review. *Educational Technology Research and Development*, 63(2), 257–302. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9370-0>
- Zara, R. (2011). Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. In *II Encontro Nacional de Informática e Educação* (pp. 256–272). Campus Cacavel - PR. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/267962787\\_Reflexao\\_sobre\\_a\\_eficacia\\_do\\_uso\\_de\\_um\\_ambiente\\_virtual\\_no\\_ensino\\_de\\_Fisica](https://www.researchgate.net/publication/267962787_Reflexao_sobre_a_eficacia_do_uso_de_um_ambiente_virtual_no_ensino_de_Fisica)

# ANEXOS

## ANEXO 1 – FASES E SUB-FASES DE UMA ESTRUTURA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM INVESTIGAÇÃO

Fases Gerais	Definições	Sub-fases	Definições
Orientação	Processo de estimular a curiosidade sobre um assunto e abordar um desafio de aprendizagem através de uma declaração de um problema.		
Conceptualização	Processo de colocar questões e/ou hipóteses baseadas na teoria.	Questionamento	Processo de criação de questões de investigação com base no problema colocado.
		Elaboração de hipóteses	Processo de elaborar hipóteses em relação ao problema colocado.
Investigação	Processo de planejar a exploração ou experimentação, recolhendo e analisando dados com base no desenho experimental ou na exploração.	Exploração	Processo de obtenção sistemática e planeada de dados com base numa questão-problema.
		Experimentação	Processo de elaboração e realização de um ensaio experimental para testar uma hipótese.
		Interpretação de dados	Processo de dar significado aos dados obtidos e criar novos conhecimentos.
Conclusão	Processo de tirar conclusões dos dados, comparando inferências feitas com base nos dados com as hipóteses ou questões-problema.		
Discussão	Processo de apresentar as descobertas de fases particulares ou de todo o ciclo de investigação, comunicando com outros e/ou controlando todo o processo de aprendizagem ou suas fases, envolvendo-se em atividades reflexivas.	Comunicação	Processo de apresentação de resultados de uma fase da investigação ou de todo o ciclo de investigação para outros (colegas, professores) e recolha de comentários dos mesmos. <b>Discussão com os outros.</b>
		Reflexão	Processo de descrever, criticar, avaliar e discutir todo o ciclo de investigação ou uma fase específica. <b>Discussão interna.</b>

“Pedaste et al., 2015 – Tradução livre”

## ANEXO 2 – FICHA DE TRABALHO (PRÉ-INTERVENÇÃO)

Ciências Naturais - 8º ano	Ficha de trabalho
Grupo: _____ _____	Data: ____/ ____/

### Pré-intervenção

#### Influência de nutrientes no desenvolvimento de plantas - Parte I

Vamos planear uma atividade laboratorial do tipo experimental que nos permita responder à questão-problema abaixo.

#### Questão-problema:

#### **Qual a influência de alguns nutrientes no desenvolvimento de jovens plantas de couve-flor?**

#### Material:

- 6 Gobelés com soluções com um nutriente cada:
  - Azoto (N)
  - Fósforo (P)
  - Potássio (K)
  - Cálcio (Ca)
  - Magnésio (Mg)
  - Ferro (Fe)
- 1 Gobelé de 50 ml
- 1 Gobelé com 40 ml de água destilada
- 1 Conta-gotas
- Torneira com água destilada
- 8 Tubos de ensaio de 35 ml
- 8 Plantas de couve-flor com igual grau de desenvolvimento
- Algodão
- Régua
- Caneta e etiquetas

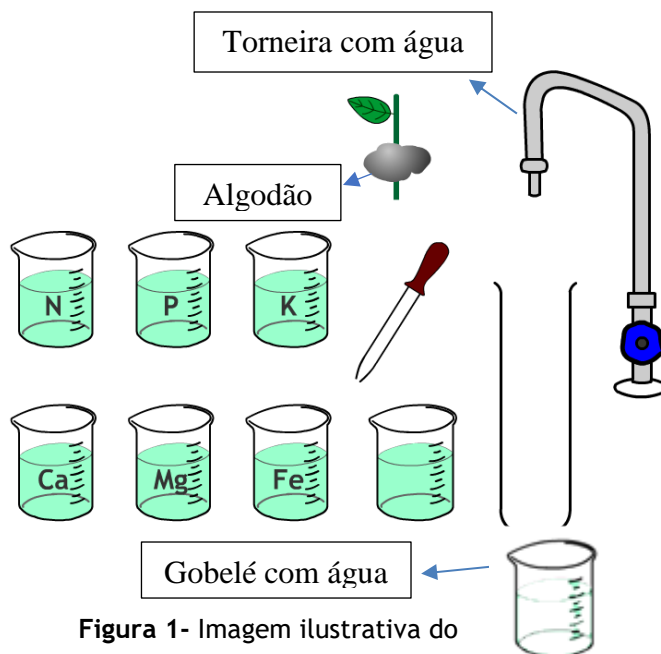


Figura 1- Imagem ilustrativa do material a utilizar.<sup>1</sup>

**Nota:** Na natureza, o solo constitui o substrato de fixação das plantas e é dele que estas retiram todos os nutrientes que necessitam para o seu desenvolvimento. Quando os solos são pobres em nutrientes, poderá haver a necessidade de se adicionarem fertilizantes artificiais.

➤ Identificação, manipulação e controlo de variáveis

Numa atividade laboratorial de carácter experimental existem variáveis independentes a serem testadas. Estas são manipuladas pelo investigador e delas se espera obter um efeito na variável dependente. Respondam às questões seguintes sobre esta componente da investigação científica.

1- Qual a variável independente (a mudar) na atividade experimental que pretende responder a esta questão-problema?

---

---

2- Qual a variável dependente na atividade experimental que pretende responder a esta questão-problema?

---

---

3- Quais as variáveis de controlo (a manter) na atividade experimental que pretende responder a esta questão-problema?

---

---

---

---

4- Na vossa opinião, por que motivo as plantas utilizadas devem todas ter o mesmo grau de desenvolvimento?

---

---

---

5- Na vossa opinião, fará sentido num dos ensaios experimentais colocar uma planta apenas em água destilada? Porquê?

---

---

---

6- Na vossa opinião, fará sentido num dos ensaios experimentais colocar uma planta com todos os nutrientes? Porquê?

---

---

---

---

---

7- Na vossa opinião, partindo do princípio que a água colocada na planta vem da torneira (água destilada) e que medimos a sua quantidade utilizando o gobelé, para que servirá o gobelé que já tem água destilada?

---

---

---

---

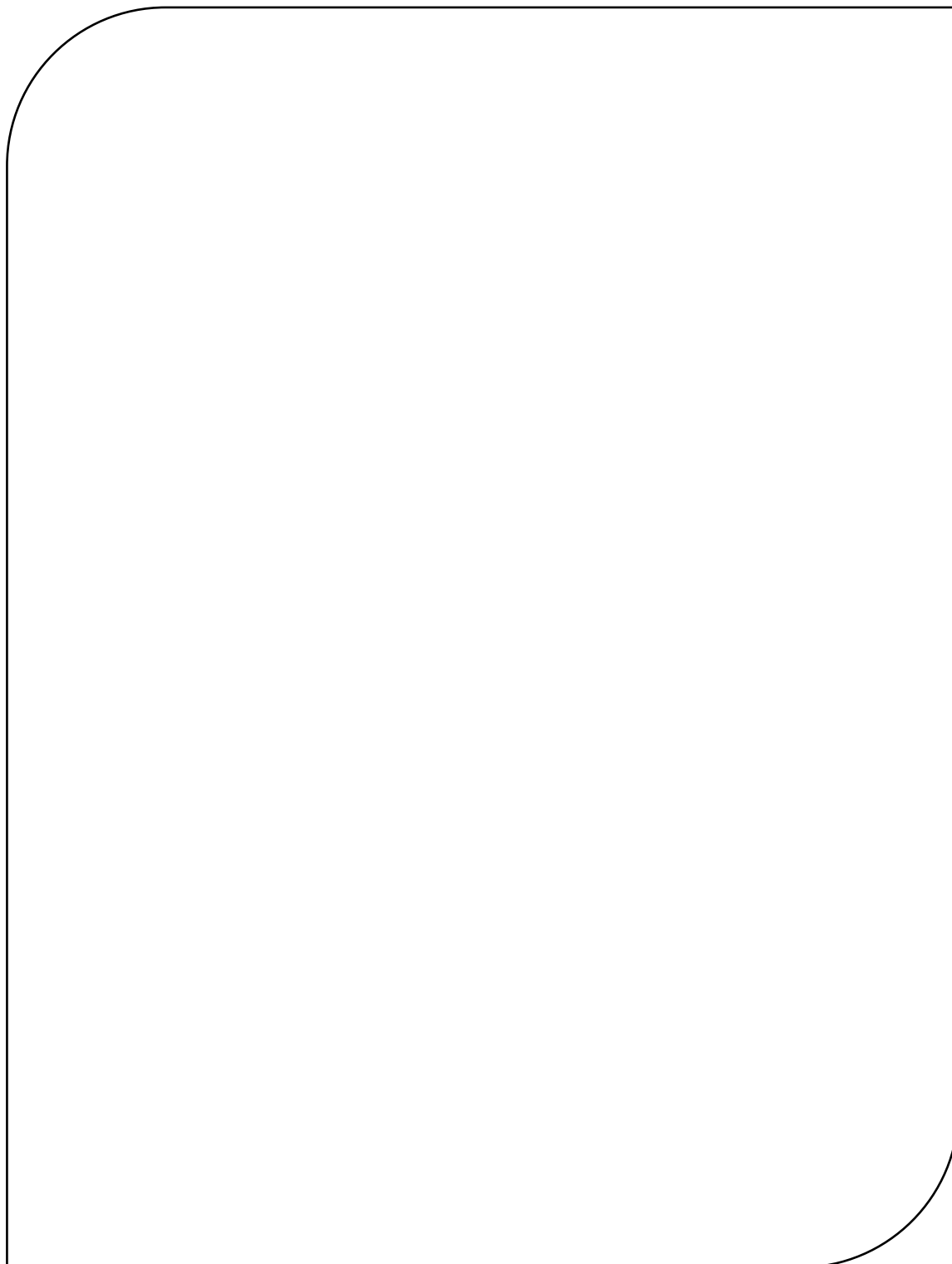
➤ Definição de hipóteses

Definam 3 hipóteses para a investigação da questão-problema proposta.

Hipótese 1	
Hipótese 2	
Hipótese 3	

➤ Design da investigação/procedimento

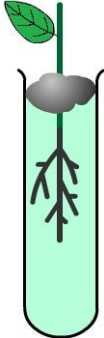
Redijam o procedimento que propõem seguir, em laboratório, para obter resposta à questão-problema, utilizando a lista de material fornecida. Façam-no por tópicos/passos numerados.

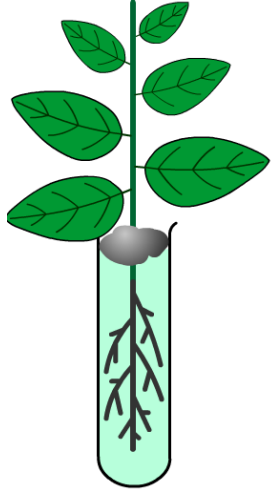


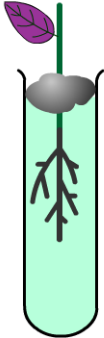
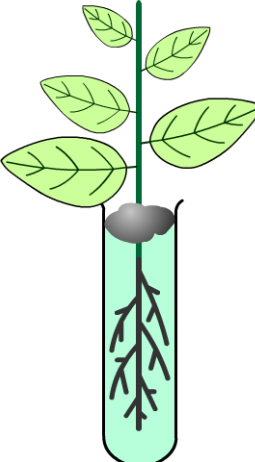
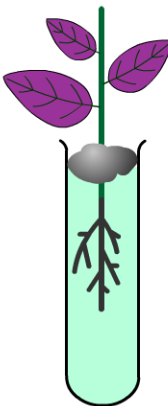
## Pré-intervenção

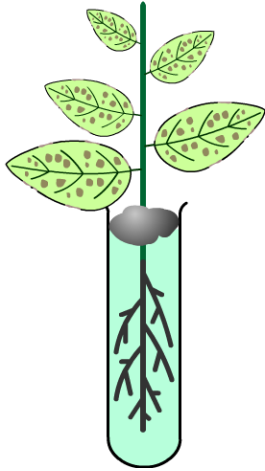
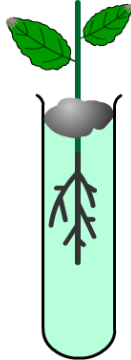
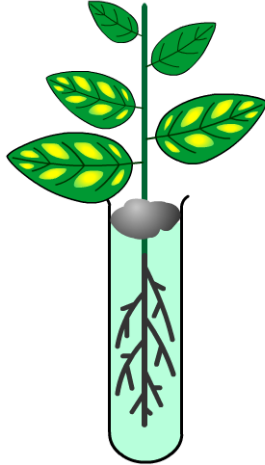
### Influência de nutrientes no desenvolvimento de plantas - Parte II

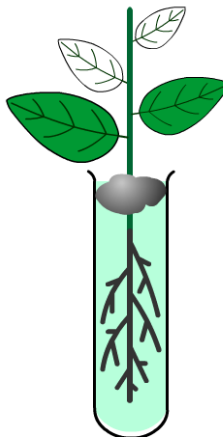
A tabela abaixo apresenta os dados obtidos através de um possível procedimento experimental. Analisem-nos com atenção.

Grau de desenvolvimento das plantas de couve-flor no início da experiência	
--	---

Ensaio experimentais	Variáveis independentes controladas e variável independente em estudo	Resultados/observações (após 2 semanas)												
1	<table border="1" data-bbox="512 1424 850 1697"><tr><td>N</td><td>P</td><td>K</td></tr><tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td></tr><tr><td>Ca</td><td>Mg</td><td>Fe</td></tr><tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td></tr></table>	N	P	K	✓	✓	✓	Ca	Mg	Fe	✓	✓	✓	
N	P	K												
✓	✓	✓												
Ca	Mg	Fe												
✓	✓	✓												

2	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>P</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Ca</td> <td>Mg</td> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>	N	P	K	X	X	X	Ca	Mg	Fe	X	X	X	
N	P	K												
X	X	X												
Ca	Mg	Fe												
X	X	X												
3	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>P</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Ca</td> <td>Mg</td> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>	N	P	K	X	✓	✓	Ca	Mg	Fe	✓	✓	✓	
N	P	K												
X	✓	✓												
Ca	Mg	Fe												
✓	✓	✓												
4	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>P</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>✓</td> <td>X</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Ca</td> <td>Mg</td> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>	N	P	K	✓	X	✓	Ca	Mg	Fe	✓	✓	✓	
N	P	K												
✓	X	✓												
Ca	Mg	Fe												
✓	✓	✓												

5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>P</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✗</td> </tr> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Fe</th> </tr> <tr> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>	N	P	K	✓	✓	✗	Ca	Mg	Fe	✓	✓	✓	
N	P	K												
✓	✓	✗												
Ca	Mg	Fe												
✓	✓	✓												
6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>P</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Fe</th> </tr> <tr> <td>✗</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>	N	P	K	✓	✓	✓	Ca	Mg	Fe	✗	✓	✓	
N	P	K												
✓	✓	✓												
Ca	Mg	Fe												
✗	✓	✓												
7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>P</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Fe</th> </tr> <tr> <td>✓</td> <td>✗</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>	N	P	K	✓	✓	✓	Ca	Mg	Fe	✓	✗	✓	
N	P	K												
✓	✓	✓												
Ca	Mg	Fe												
✓	✗	✓												

8	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">N</td> <td style="padding: 5px;">P</td> <td style="padding: 5px;">K</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">✓</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">✓</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">✓</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Ca</td> <td style="padding: 5px;">Mg</td> <td style="padding: 5px;">Fe</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">✓</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">✓</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">✗</td> </tr> </table>	N	P	K	✓	✓	✓	Ca	Mg	Fe	✓	✓	✗	
N	P	K												
✓	✓	✓												
Ca	Mg	Fe												
✓	✓	✗												

**Nota:** Em todos os ensaios foi adicionada água destilada ao tubo de ensaio onde estava a planta e isolada a entrada do tubo com algodão para evitar trocas com o meio exterior. O Símbolo ✓ representa os nutrientes adicionados ao meio de cultura da planta e o símbolo ✗ representa os nutrientes não adicionados.<sup>4</sup>

➤ Interpretação e discussão dos resultados

Respondam às questões seguintes relativamente aos dados apresentados na tabela anterior.

8- Quais as características em que se baseiam para avaliar o desenvolvimento das plantas?

---



---



---

9- Qual a condição ótima de desenvolvimento para as plantas? Porquê?

---



---



---

10- Qual a pior condição para o desenvolvimento das plantas? Porquê?

---



---



---

<sup>4</sup> Adaptado de <http://www.kscience.co.uk/animations/minerals.htm>



## ANEXO 3 – FICHA DE TRABALHO (PÓS-INTERVENÇÃO)



<b>Ciências Naturais - 8ºano</b>	<b>Ficha de trabalho</b>
Grupo: _____	Data: ____/____/____

### Pós-intervenção

#### **Influência da água e da temperatura na germinação de sementes - Parte I**

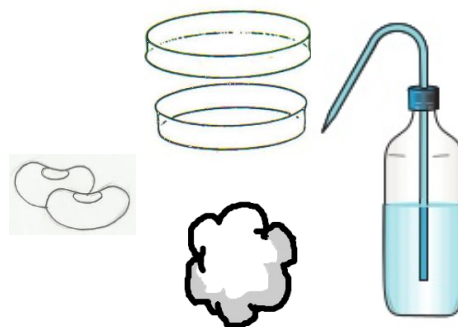
Vamos planear uma experiência laboratorial, do tipo experimental, que nos permita responder à questão-problema abaixo.

#### Questão-problema:

**Qual a influência da quantidade água e da temperatura na germinação de sementes de feijão?**

#### Material:

- 6 caixas de Petri (sem tampa)
- Frasco de esguicho com água da torneira
- Algodão
- Frigorífico a 5°C
- Estufa a 40°C
- Armário fechado (escuro) à temperatura ambiente
- 30 sementes de feijão com tamanho semelhante e do mesmo tipo, previamente demolidas em água durante 24 horas para amolecer o tegumento
- Caneta e etiquetas



**Figura 1-** Imagens ilustrativas de algum material a utilizar.

#### ➤ Identificação, manipulação e controlo de variáveis

Numa atividade laboratorial de carácter experimental existem variáveis independentes a serem testadas. Estas são manipuladas pelo investigador e delas se espera obter um efeito na variável dependente.

Respondam às questões seguintes sobre esta componente da investigação científica.

- 1- Quais as variáveis independentes (a mudar) na atividade experimental que pretende responder a esta questão-problema?

---

---

- 2- Qual a variável dependente na atividade experimental que pretende responder a esta questão de investigação?

---

---

- 3- Quais as variáveis de controlo (a manter) na atividade experimental quando se pretende testar a influência da quantidade de água disponível?

---

---

---

---

- 4- Fará sentido realizar um ensaio experimental em que se coloca uma caixa de Petri com sementes em algodão embebido em água à temperatura ambiente e outro em que se coloca uma caixa de Petri com sementes em algodão sem água na estufa, quando se pretende estudar a influência da temperatura? Porquê?

---

---

---

---

- 5- Por que motivo o armário que consta da listagem de material deve ser fechado (escuro)?

---

---

---

---

- 6- Fará sentido num dos ensaios experimentais colocar sementes de feijão sem terem sido previamente demolidas 24 horas? Porquê?

---

---

---

---

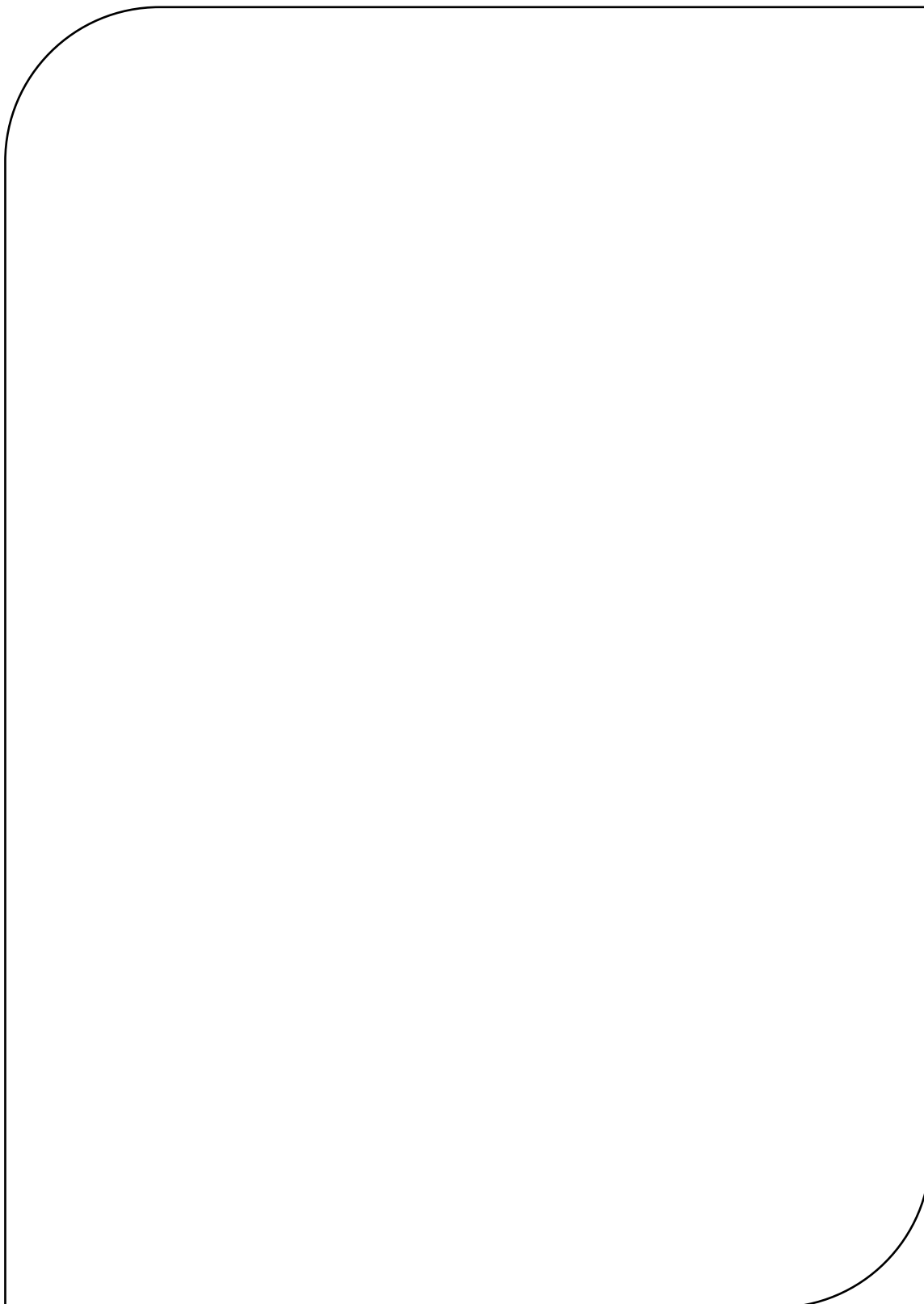
➤ Definição de hipóteses

Definam 3 hipóteses para a investigação da questão-problema proposta.

Hipótese 1	
Hipótese 2	
Hipótese 3	

➤ Design da investigação/procedimento

Redijam o procedimento que propõem seguir, em laboratório, para obter resposta à questão-problema, utilizando a lista de material fornecida. Façam-no por tópicos/passos numerados.



## Pós-intervenção

### Influência da água e da temperatura na germinação de sementes - Parte II

A tabela abaixo apresenta dos dados obtidos através de um possível procedimento experimental. Analisem-nos com atenção.

Caixa de Petri	Conteúdo	Resultados ao fim de uma semana
A	Sementes de feijão demolhadas + algodão húmido	As sementes de feijão germinaram e os caules e folhas das jovens plantas estão verdes
B	Sementes de feijão demolhadas + algodão seco	As sementes de feijão não germinaram
C	Sementes de feijão demolhadas + algodão com água a encobrir as sementes	As sementes de feijão não germinaram e apodreceram, sendo visível bolor
D	Sementes de feijão demolhadas + algodão húmido + frigorífico (5°C)	As sementes de feijão não germinaram
E	Sementes de feijão demolhadas + algodão húmido + armário à temperatura ambiente	As sementes de feijão germinaram, mas os caules e folhas da jovem planta estão amarelos
F	Sementes de feijão demolhadas + algodão húmido+ estufa (40°C)	As sementes de feijão não germinaram

#### ➤ Interpretação e discussão dos resultados

Respondam às questões seguintes relativamente aos dados apresentados na tabela anterior.

7- Quais as condições ótimas para a germinação das sementes de feijão? Porquê?

---

---

---

---

8- Apresentem uma explicação para os resultados obtidos nas caixas de Petri B e C.

---

---

---

---



## ANEXO 4 – DESCRIÇÃO DO CICLO DE INVESTIGAÇÃO E DAS FERRAMENTAS DE APOIO À APRENDIZAGEM EXISTENTES NO ILS

Na etapa «Orientação» os alunos encontraram uma explicação de como funciona o simulador educativo e de como deveriam avaliar a taxa fotossintética com o mesmo.

Na «Conceptualização» existia um breve resumo do tema para que os alunos recordassem o processo fotossintético, as substâncias necessárias para que este decorresse (reagentes) e os produtos libertados. Também foi apresentada a questão-problema subjacente à investigação que iam efetuar com o simulador: “Qual a influência da temperatura, da intensidade da luz, da cor da luz e da quantidade de dióxido de carbono na taxa fotossintética?”. De modo a mobilizarem os seus conhecimentos prévios, nesta etapa foi solicitado que respondessem a sete questões, de forma a refletirem sobre a questão-problema e promover orientação para a definição de hipóteses. As questões colocadas foram as seguintes:

- 1- Qual a variável dependente de acordo com a questão de investigação proposta?
- 2- Quais são as variáveis independentes cujo efeito se pode testar nesta atividade experimental?
- 3- Podemos testar a influência de todas as variáveis de uma vez e obter resultados fiáveis de interpretar?
- 4- A taxa fotossintética será maior com elevadas temperaturas, intermédias ou baixas?
- 5- O que vai acontecer se não for adicionado dióxido de carbono à água?
- 6- A taxa fotossintética depende da cor da luz?
- 7- Qual dos fatores abióticos será mais limitante para a fotossíntese: cor da luz, temperatura, intensidade da luz ou quantidade de dióxido de carbono?

A ferramenta *Input Box* (figura 1) foi usada para a recolha das respostas dos alunos a estas questões de forma aberta. Trata-se de uma espécie de caixa de texto para escrita livre.

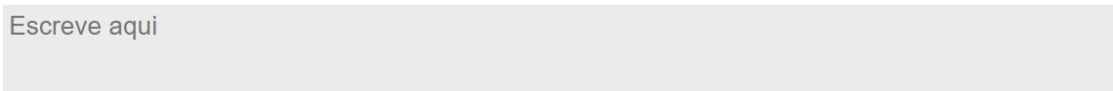
A image showing a light gray rectangular box with the text "Escreve aqui" inside, representing the Input Box tool used in the simulation.

Figura 1 – Ferramenta *Input Box*.

Por fim, foi nesta secção que os alunos definiram as suas hipóteses experimentais com o auxílio da ferramenta *Hypothesis Scratchpad* (HS), fazendo suposições de como cada fator abiótico poderia afetar, ou não, a taxa fotossintética, de forma a tentar responder à questão-problema antes de efetuar a investigação. Na ferramenta HS (figura 2) os alunos arrastaram palavras disponibilizadas para elaborar as frases que descreviam as suas hipóteses experimentais ou escreveram-nas por palavras suas na caixa “Escreva sua própria!”.

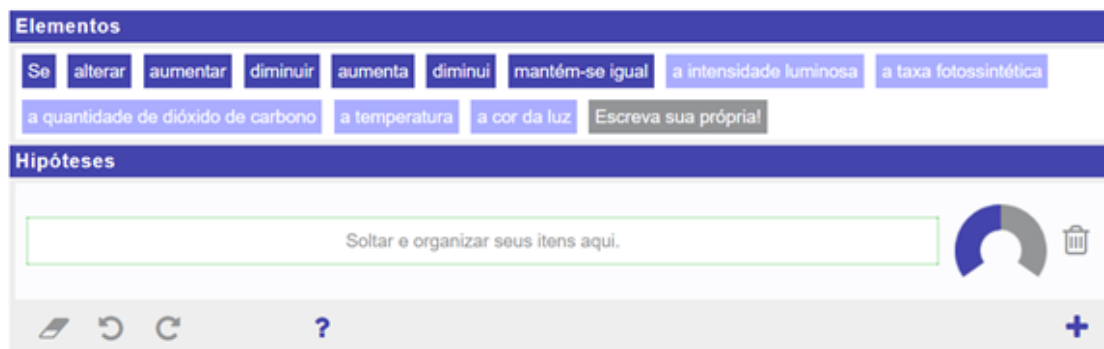


Figura 2 – Ferramenta de elaboração de hipóteses experimentais (*Hypothesis Scratchpad*).

Na fase de «Investigação» os alunos planearam o procedimento experimental a seguir para testar as suas hipóteses, isto é, decidiram e executaram os ensaios experimentais a realizar no simulador, seguindo uma metodologia definida por si mesmos. Para tal tiveram o apoio da ferramenta *Experiment Design Tool* (EDT) (Figura 3). Nesta aplicação os alunos decidiram quais as variáveis que iam alterar (independentes), qual iam medir (dependente) e quais iam manter constantes, “arrastando-as” da coluna da esquerda para a coluna apropriada (Variar, Manter constante ou Medir). Esta ferramenta apresenta a potencialidade de ajudar os alunos a usar a estratégia de controlo de variáveis (de Jong et al., 2014). Depois, os alunos definiram os valores a atribuir a cada variável e a usar em cada ensaio experimental, registando os resultados obtidos no simulador após a realização de cada ensaio.

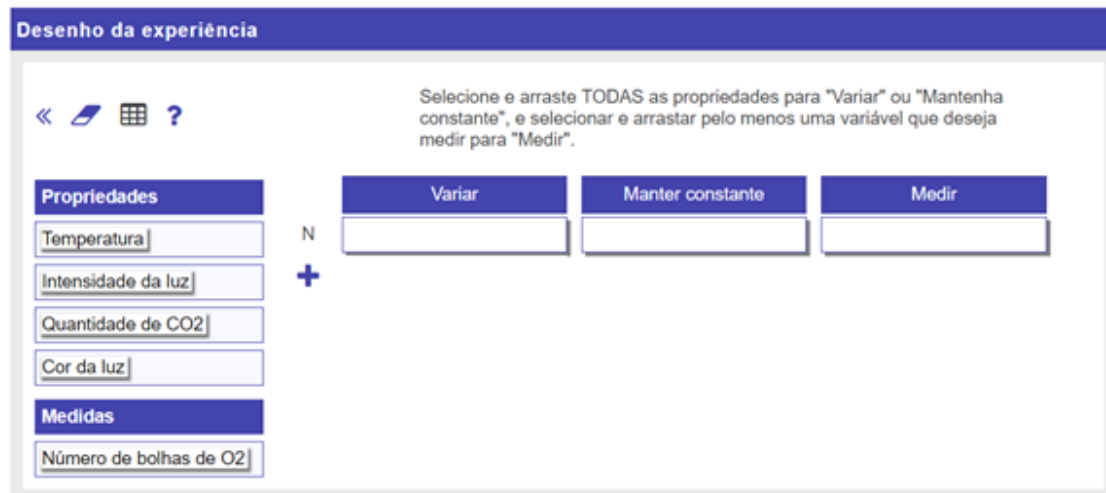


Figura 3 – Ferramenta de planeamento e apoio à realização dos ensaios experimentais (*Experiment Design Tool*).

Seguidamente, os alunos registaram as suas observações numa ferramenta disponibilizada para o efeito, designada *Observation Tool* (OT). A informação inserida pelos alunos nesta aplicação foi usada posteriormente para efetuar as conclusões. Na OT (Figura 4), os alunos fizeram um breve resumo dos resultados experimentais obtidos aquando da manipulação de cada variável independente.



Figura 4 – Ferramenta de registo de observações (*Observation Tool*).

De acordo com van Riesen et al. (2016), a fase de investigação é de extrema importância, pois é durante esta que os alunos projetam e realizam ensaios experimentais para testar hipóteses ou responder a uma questão-problema. A fase de experimentação constrói, portanto, uma ponte entre as hipóteses ou questão-problema e a análise dos dados. Segundo de Jong et al. (2014), o resultado desta fase é uma interpretação dos dados, ou seja, das relações entre as variáveis. No entanto, os alunos costumam demonstrar dificuldades em projetar ensaios experimentais, executando alguns que não permitem testar as suas hipóteses ou responder à questão-problema. Nesse sentido, a ferramenta *Experiment Design Tool* é apontada por estes autores como uma valiosa ajuda, pois, por exemplo, permite a monitorização dos ensaios experimentais realizados, uma vez que ficam gravados e os alunos podem reorganizá-los em ordem crescente ou decrescente para melhor comparar os resultados, além de eliminar a dificuldade de se terem que

lembrar de ensaios experimentais já concretizados e facilitar a sua interpretação.

Na etapa de «Conclusão» cada grupo teve acesso à ferramenta *Conclusion Tool* (CT) que permitiu, para cada hipótese elaborada, associar a observação que se adequava. Assim, os alunos puderam comparar cada hipótese com a respetiva observação e verificar se foram ou não confirmadas pelos resultados da investigação. Deste modo, puderam usar os dados da sua investigação experimental para obter uma resposta à questão-problema. A aplicação CT (figura 5) permitiu que cada hipótese definida pelos alunos fosse associada à respetiva observação, de acordo com a informação inserida na ferramenta OT, possibilitando uma confrontação entre o que os alunos consideravam que ia acontecer antes de realizarem a investigação e o que efetivamente observaram ao utilizar o simulador. Foi-lhes pedido que alterassem posteriormente o grau de confiança em cada hipótese e que justificassem essa alteração, exigindo assim uma reflexão.



Figura 5 – Ferramenta de discussão de resultados e elaboração de conclusões (*Conclusion Tool*).

No separador «Discussão» foi pedido a cada grupo que definisse outras questões de investigação, de acordo com assuntos que tivessem ficado por esclarecer com a utilização do simulador, com o objetivo de promover uma reflexão de toda a investigação realizada. De acordo com de Jong et al. (2014), a discussão serve para compartilhar o processo de investigação e os resultados com outros e envolve a apresentação e comunicação de conclusões, promovendo a reflexão sobre o próprio processo de indagação. No entanto, na atividade desenvolvida, por limitações de tempo, não seria possível essa partilha entre grupos, tendo-se optado por estimular apenas a reflexão no seio de cada grupo. A

ferramenta *Input Box* foi usada na discussão para promover uma reflexão sobre as possíveis limitações da investigação efetuada. A fase de discussão pode ser vista como um conjunto de processos que são opcionais para o “ciclo de investigação”, pois para um aluno individual os resultados de aprendizagem baseados em investigação podem ser alcançados sem qualquer comunicação ou reflexão. No entanto, a qualidade de toda a aprendizagem baseada em investigação e os ganhos de aprendizagem relacionados podem depender das discussões durante cada fase e/ou após completar todas outras fases (Pedaste et al., 2015).

## ANEXO 5 – QUESTIONÁRIO

### Utilização do simulador *Photolab*, inserido numa atividade por IBL, para promover o desenvolvimento de competências do processo científico

As seguintes questões têm como finalidade conhecer a tua opinião acerca da aula em que utilizaste o simulador *Photolab*. Lê cada afirmação e escolhe o item que considerares mais adequado.

A informação recolhida é confidencial.

Parte 1 - Utilização do simulador					
	Concordo totalmente	Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
1- O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos testar as hipóteses elaboradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 - O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos alterar facilmente todas as variáveis experimentais a testar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3- O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos medir facilmente os efeitos na variável dependente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4- O simulador <i>Photolab</i> permitiu-nos reformular o procedimento experimental.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 - O simulador <i>Photolab</i> foi fácil de utilizar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6- A utilização do simulador <i>Photolab</i> estimulou a minha participação na atividade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7 - Gostaria de utilizar simuladores noutras matérias.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>Parte 2 – Atividade por IBL</b>					
	Concordo totalmente	Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
8- A atividade desenvolvida facilitou a definição de hipóteses.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 - A atividade desenvolvida facilitou a interpretação dos resultados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 - A atividade desenvolvida facilitou a comparação das hipóteses com os resultados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11- A atividade desenvolvida permitiu-nos, em alguns momentos, aprender por nós próprios, em discussão no grupo, sem intervenção da professora.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Parte 3 – Balanço geral</b>					
	Muito satisfeito(a)	Satisfeito/(a)	Indiferente	Insatisfeito(a)	Muito Insatisfeito(a)
12 - Refere o grau de satisfação ao realizares toda a atividade, na qual se incluía o simulador <i>Photolab</i> .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Concordo totalmente	Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
13 - Gostava de usar esta estratégia de aprendizagem (simulador e atividade por IBL) para abordar outras matérias.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## ANEXO 6 – PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO À DIREÇÃO DO AGRUPAMENTO

Exma. Diretora do Agrupamento de  
Escolas de Caranguejeira e Santa Catarina da Serra,

Eu, Rita Sofia Ramalho dos Santos, professora contratada com colocação neste agrupamento, pelo grupo de recrutamento 520 (Biologia e Geologia), encontro-me a desenvolver um projeto de mestrado em Ciências da Educação – Especialização em Utilização Pedagógica das TIC, na Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Instituto Politécnico de Leiria, sob a orientação do Professor Doutor Filipe Santos.

Venho por este meio solicitar autorização para desenvolver o meu projeto nas aulas de Ciências Naturais das turmas D e E do 8º ano de escolaridade da Escola de Santa Catarina da Serra. O projeto tem como objetivos averiguar a pertinência da utilização de um simulador digital online na aprendizagem do tema “Fatores Abióticos” e na promoção de competências relacionadas com o método científico. Para a sua concretização necessito de analisar alguns dados no decorrer das aulas da minha disciplina, que serão absolutamente confidenciais, não se identificando, em nenhum momento, os alunos envolvidos.

Com os meus respeitosos cumprimentos,

Santa Catarina da Serra, 3 de outubro de 2017

---

## ANEXO 7 – PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO AOS ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO



### Escola Básica de Santa Catarina da Serra

Exmo(a) sr(a) Encarregado(a) de Educação,

Eu, Rita Sofia Ramalho dos Santos, professora de Ciências Naturais nesta escola, encontro-me a desenvolver um projeto de mestrado em Ciências da Educação – Especialização em Utilização Pedagógica das TIC, na Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Instituto Politécnico de Leiria, sob a orientação do Professor Doutor Filipe Santos.

Para concretização do meu projeto necessito de analisar alguns dados no decorrer das aulas da disciplina de Ciências Naturais, nas turmas de 8º ano, relacionados com a aquisição de competências de investigação científica pelos alunos aquando da utilização de um simulador educativo. Esta estratégia pedagógica está inserida no estudo do tema “Dinâmicas de interação existentes entre os seres vivos e o ambiente – Fatores abióticos”.

No sentido de assegurar uma análise mais rigorosa para o meu estudo, solicito a autorização para proceder à gravação em áudio a aula na qual os alunos trabalharão com o simulador, bem como à gravação do ecrã do computador, de modo a registar todo o processo de utilização desta ferramenta. A gravação destina-se apenas a este fim e os dados recolhidos serão absolutamente confidenciais, não se identificando, em momento algum, os alunos envolvidos.

Agradeço desde já a vossa compreensão e colaboração.

Com os meus respeitosos cumprimentos,

\_\_\_\_\_  
Santa Catarina da Serra, 15 de novembro de 2017

\_\_\_\_\_, Encarregado  
de Educação do(a) aluno(a) \_\_\_\_\_,  
nº \_\_\_\_\_, da turma \_\_\_\_\_ do 8º ano, declaro que autorizo a gravação da aula acima referida.

O Encarregado de Educação

\_\_\_\_\_

## ANEXO 8 – EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO E

Aluno 1: “Primeiro vamos variar a temperatura.”  
Professora: “Primeiro vão variar a temperatura. Então vamos lá pensar! Vamos acrescentar uma linha. Que temperatura querem usar primeiro?”  
Aluno 2: “15.”  
Aluno 1: “25”.  
Professora: “Só pode ser 10, 25 ou 40.”  
Aluno 3: “Então vamos fazer assim. Vamos começar com 10.” [Coloca 10 graus na variável «Temperatura» que está na coluna «Variar»]  
Professora: “Vão fazer por ordem crescente?”  
Aluno 3: “Ya!”  
Professora: “Quantidade de dióxido de carbono? Adicionar ou não?”  
Aluno 1: “Não, é constante.”  
Professora: “É como vocês quiserem. Se vão manter constante têm que usar sempre a mesma forma, ou adicionam ou não adicionam.”  
Aluno 1: “Adiciona.”  
Aluno 3: “Adiciona, que é melhor!”  
Professora: “Adiciona?! Ok.”  
[É selecionada a opção «Adicionado» para a variável «Quantidade de CO<sub>2</sub>»]  
Professora: “Intensidade da luz? Escolham um valor até 50.”  
Aluno 3: “A metade, 25.”  
[Colocam 25 na variável «Intensidade da luz»]  
Professora: “E agora a cor da luz?!”  
Aluno 3: “Ah, a cor da luz eu não queria aí, eu queria mudar.”  
Aluno 1: “É branca.”  
Professora: “Mas vais mudar depois.”  
Aluno 3: “Ah!! Tá bem!”  
[Selecionam a cor branca para a variável «Cor da luz»]  
Professora: “Então, isto significa que neste momento vocês estudar o quê?” [Apontando com o cursor para todos os dados introduzidos na ferramenta EDT]  
Alunos 1 e 3: “A temperatura.”

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo E)*

## ANEXO 9 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO E

[Os alunos vão para o simulador]

(...)

Aluno 1: “Adiciona-o. É só clicar.” [Referindo-se ao dióxido de carbono que estava a ser adicionado]

Aluno 3: “Eu sei que é só clicar.”

Aluno 1: “25” [Referindo-se à intensidade da luz que estava a ser introduzida no simulador]

Aluno 3: “Feito.”

Aluno 1: “É branca. Já está branca?”

Aluno 3: “Já.”

(...)

[No termómetro não mexeram porque já tinham seleccionada a temperatura de 10 graus]

Aluno 1: “Tá. Vai, 1, 2, 3! 20 segundos.”

Aluno 3: “Para!”

Aluno 1: “7, foi 7!”

Aluno 3: “7.”

Aluno 1: “Vai lá adicionar a baixo!”

[Vão à ferramenta EDT e colocam 7 bolhas de O<sub>2</sub> no primeiro ensaio: Temperatura de 10 graus; CO<sub>2</sub> adicionado; intensidade da luz a 25 e cor branca]

Aluno 3: “Ok, agora vamos para cima. E agora aumentar...”

[Colocam o termómetro do simulador com temperatura de 25 graus e clicam no relógio para o colocar a zeros]

Aluno 1: “Vai.”

Aluno 3: “E 1, 2, 3! Vai.”

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo E)*

## ANEXO10 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO I

[No simulador colocaram a temperatura a 10°C, a luz a intensidade zero, lâmpada branca e o CO<sub>2</sub> adicionado. Iniciam a primeira contagem.]

Aluno 1: “Acabou.”

Alunos 2 e 3: “Não saiu nem uma.”

Aluno 2: “Vamos ver se sai! Vamos tentar... Ah, não há luz! Não há luz!”

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*

## ANEXO 11 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO I

Aluno 2: “(...) Vamos ao próximo? Agora vamos ver a intensidade da luz e a temperatura, pode ser?”  
(...)

Aluno 2: “Com graus normais, aqui 25, querem luz de que cor?”

[Mudam o termómetro de 10 para 25 graus, colocam a intensidade da luz a 25]

Aluno 3: “Põe...”

Aluno 2: “Laranja, vai ser tipo o Sol!”

Aluno 1: “Mas mete com boa intensidade.”

[O frasco do CO<sub>2</sub> está cheio, logo este não foi adicionado e a luz colocada foi laranja]

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*

## ANEXO 12 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO I

Aluno 2: “(...) Agora vamos pôr muito dióxido de carbono.”

Aluno 1: Muito, mete até todo!”

Alunos 2 e 3: “Não dá mais!”

Aluno 1: “Não?”

Aluno 3: “Não.”

Aluno 2: “E intensidade da luz ao máximo.”

Aluno 1: “Qual é o máximo?”

Aluno 2: “E agora põe branco.”

[Colocaram a temperatura a 40 graus, intensidade da luz a 50, adicionaram CO<sub>2</sub> e luz branca]

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*

## ANEXO 13 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO I

Aluno 2: “Agora vamos pôr no mínimo, mas tudo igual, ok? [Referia-se à temperatura, movendo simultaneamente o termómetro para 10 graus.]

Aluno 3: “Tudo no mínimo?”

Aluno 2: “Só que a temperatura no mínimo. Fica todo o resto igual. Só a temperatura é que diminui para testar a temperatura.”

(...)

[No simulador colocaram a temperatura a 10 graus, intensidade da luz a 50, luz branca e adicionaram CO<sub>2</sub>]

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*

## ANEXO 14 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO I

[Colocam a temperatura a 25 °C, não adicionam o dióxido de carbono, intensidade da luz a 25 e luz azul]

Aluno 2: “1, 2, 3!”

[Fazem a contagem em 20 segundos]

Aluno 1: “Chega!”

Aluno 2: “10.”

Aluno 3: “10. Agora experimentamos as luzes todas. Já usámos branca, laranja e azul.”

Aluno 2: “Mas devíamos ter usado o máximo de intensidade. A intensidade da luz tem que ser sempre igual, não podemos variar a intensidade.”

Aluno 1: “Então vai dar mal!”

Aluno 2: “Fica mal por causa disto, a intensidade. Se tu usares sempre aqui não dá para comparar este com este porque a intensidade é diferente.” [Talvez tivessem a consultar a folha de rascunho]

Aluno 1: “Por isso mesmo, então comparo na mesma.”

Aluno 2: “Temos que comparar agora a todas as outras.”

Aluno 1: “Por isso mesmo.”

Aluno 2: “Agora põe tipo dois traços para sabermos que é igual a este. Laranja agora. A cor da luz é só laranja...”

Aluno 3: “Não, ainda não experimentamos com o verde.”

Aluno 2: “Já experimentámos com o laranja?!”

Aluno 1: “Verde.”

[Mudam a cor no simulador para verde]

Aluno 2: “Verde.”

[Um aluno muda a intensidade da luz]

Aluno 2: “Não podemos variar!”

[Voltam a colocar a intensidade da luz a 25]

Aluno 2: “É tudo igual, só isto e que muda, ok?”

[No simulador a temperatura está a 25 graus, a intensidade da luz a 25, a cor verde e não foi adicionado CO<sub>2</sub>]

## ANEXO 15 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO I

[Arrastam o cursor para baixo e seguem para a ferramenta EDT para registrar o desenho experimental que utilizaram]

Aluno 1: [Lê a informação] “Na próxima aplicação deverão registrar os resultados dos vossos ensaios experimentais utilizando o simulador.”

[A professora chega, numa passagem de rotina por todos os grupos]

Professora: “Então e agora? Dúvidas?”

Aluno 2: “Não.”

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*

## ANEXO 16 - EXCERTO TRANSCRITO DA GRAVAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO DO GRUPO I

[Refazem tudo. Colocam CO<sub>2</sub> adicionado; temperatura a 10 °C; intensidade da luz a 0; cor branca e número de bolhas 0]

[Começam a registar o segundo ensaio]

Aluno 2: “O seguinte, o que é que a gente manteve constante?”

Aluno 1: “Cor da luz: laranja.”

Aluno 2: “Espera. O que é que a gente manteve constante? Ok, foi a cor da luz.” (Aponta com o cursor para os dados do ensaio 1) “Então aqui também é laranja? Não estou a entender nada agora. O que é que a gente variou e o que é que a gente manteve constante?”

Aluno 1: “A quantidade de dióxido de carbono foi pouco, ou seja, não adicionado.”

[Colocam CO<sub>2</sub> não adicionado na segunda linha da tabela, referente ao ensaio 2]

Aluno 2: “Mas a gente fez outro teste aqui. O que é que variou?”

[Discutem sobre a informação que registaram na folha de rascunho]

Aluno 2: “Mas o que é que a gente queria manter agora constante?”

[Continuam a analisar os registos na folha de rascunho e optam por não seguir a sequência em que foram registados]

Aluno 2: “Aqui mantemos as cores. Esta já dava. É igual, só que mudámos a temperatura. Queres fazer esta primeiro?”

Aluno 3: “Estou toda baralhada!”

Aluno 2: “Acho que esta está mal!” [Aponta com o cursor para os registos do ensaio número 1 que tinham introduzido na ferramenta EDT]

Aluno 1: “Apaga isso?”

Aluno 2: “Onde está o caixote do lixo?” [Procurando o ícone com o cursor]

Aluno 1: “Mete aqui.” [Apontando para a o ícone «-»]

Aluno 2: “É no menos.”

[Apagaram os dados referentes ao primeiro ensaio registado. O ensaio número 2 passou a ser o primeiro ensaio]

[Surge a professora junto do grupo para verificar como está a decorrer a atividade]

Aluno 1: “Stora, não estamos a perceber muito bem isto.”

*(Excerto transcrito da gravação de áudio e vídeo do Grupo I)*