

O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM RECURSO À WEB 2.0 NO ÂMBITO DA INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS

CARLA PACIFICO DIAS

cmpcdd@gmail.com | Externato Cooperativo da Benedita, Portugal

PEDRO REIS

preis@ie.ulisboa.pt | Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal

RESUMO

Uma educação científica que se restrinja à transmissão do conhecimento científico torna-se insuficiente para capacitar os alunos como cidadãos ativos capazes de planejar e realizar ações democráticas visando a resolução responsável de problemas sociais.

O objetivo deste estudo, seguindo uma Metodologia Design Based Research, desenvolvido no contexto do Projeto IRRESISTIBLE financiado pela UE, foi desenvolver conhecimento sobre o impacto das atividades IBSE - integrando ferramentas da Web 2.0 - no desenvolvimento de conhecimentos e competências necessárias para uma cidadania ativa em investigação e inovação responsáveis sobre questões sociocientíficas (QSC). O estudo permitiu obter diferentes estratégias didáticas para a educação científica no ensino básico e novos conhecimentos sobre o desenvolvimento dessas estratégias no contexto escolar.

PALAVRAS-CHAVE

Educação em Ciências, Inquiry-based science education,
Investigação e Inovação Responsáveis (IIR), Web 2.0.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 5, ISSUE 03,

2017, PP.68-84

THE DEVELOPMENT OF RESEARCH ACTIVITIES USING WEB 2.0 IN THE CONTEXT OF RESPONSIBLE RESEARCH AND INNOVATION

CARLA PACIFICO DIAS

cmpcdd@gmail.com | Externato Cooperativo da Benedita, Portugal

PEDRO REIS

preis@ie.ulisboa.pt | Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal

ABSTRACT

A science education restricted to the transmission of scientific knowledge becomes insufficient to empower students as active citizens capable of planning and undertaking democratic actions aiming the responsible resolution of social problems.

The purpose of this study, following a Design-Based Research Methodology and developed in the context of the EU-funded IRRESISTIBLE Project, was to build knowledge about the impact of IBSE activities – integrating Web 2.0 tools – in the development of knowledge and skills necessary for an active citizenship regarding responsible research and innovation on socio-scientific issues. The study allowed to obtain different didactic strategies for science education in secondary school and new knowledge regarding the development of these strategies in school context.

KEY WORDS

Science education, Inquiry-based science education, Responsible Research and Innovation (RRI), Web 2.0.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 5, ISSUE 03,

2017, pp.68-84

O Desenvolvimento de Atividades Investigativas com Recurso à Web 2.0 no Âmbito da Investigação e Inovação Responsáveis¹

Carla Pacifico Dias | Pedro Reis

A investigação científica, seja qual for, tem sempre em si uma finalidade social. Não se pode conceber a investigação científica como algo que diga respeito apenas a um indivíduo ou a um grupo restrito: toda a descoberta, toda a conquista, todo o avanço nesse campo deve ser comunicado a toda a humanidade, porque interessa a toda a humanidade.

Ciari, 1979, p. 46

INTRODUÇÃO

Na última década tem-se assistido a um maior apelo para uma educação científica e tecnológica mais politizada, através da qual os alunos devem não só reconhecer questões ambientais e sociocientíficas complexas, muitas vezes polémicas, e formularem a sua própria posição, a respeito dessas mesmas questões, mas também prepararem e participarem em ações sociopolíticas. Devem formular opiniões críticas sobre como as prioridades da investigação são determinadas, como é feito o acesso à ciência, como a ciência pode e deve ser conduzida e como a ação realizada a nível individual, grupo e/ou a nível da comunidade, pode influenciar políticas e práticas sociais (Hodson, 2014; Reis, 2014).

É essencial formar alunos críticos, informados cientificamente, interessados pelos assuntos sociocientíficos e sócio-ambientais, de modo a conseguirem analisar o que os rodeia de forma crítica e fundamentada. A vivência de situações de aprendizagem que envolvam tomada de decisões, discussão, desempenho de papéis diferentes, argumentação, investigação, experimentação, explicação e interpretação, exigem do aluno um pensamento mais crítico, um olhar mais profundo para os acontecimentos e, conseqüentemente, um desenvolvimento de conceções mais complexas sobre questões sociais e ambientais em que a ciência aparece, na maior parte das vezes, como central. Para tal, é necessário envolver os professores num novo modo de entender a ciência, levando-os a adotar estratégias de ensino-aprendizagem inovadoras (Galvão et al., 2011).

1 Este artigo foi produzido no âmbito das atividades dos projetos: "IRRESISTIBLE—Bringing Responsible Research and Innovation into the classroom" — financiado pela Comissão Europeia sob o contrato EU.CSA-SA_FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, Project number 612367; "Technology Enhanced Learning @ Future Teacher Education Lab" — financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia sob o contrato PTDC/MHC-CED/0588/2014; e "We Act - Promoting Collective Activism on Socio-Scientific Issues".



A implementação de ações sociopolíticas sobre questões sociocientíficas e sócio-ambientais em contexto escolar tem várias implicações e requer uma transformação na prática de sala de aula nomeadamente nos tipos de atividades educativas propostas, nas formas de avaliação implementadas, nas fontes do conhecimento e de autoridade consideradas legítimas, no próprio ambiente de sala de aula e nas conceções sobre as finalidades da educação em ciências, orientações curriculares e na cidadania. O professor deixa de estar preocupado exclusivamente com a transmissão exaustiva de um conjunto de conhecimentos, assume-se como orientador, estimulador do desenvolvimento dos alunos, através da: (a) exploração de aspetos da natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; (b) promoção de competências cognitivas, sociais e morais necessárias à autonomia intelectual e ao envolvimento ativo de soluções para esses mesmos problemas, num ambiente democrático. Os alunos devem ser capacitados para discutir e agir num contexto de sala de aula baseado no interesse e no respeito que valoriza a expressão de opiniões diferentes e estimula a ação dos alunos (Reis, 2004, 2013). As práticas, na sala de aula, promotoras de ativismo, por exemplo, estão fortemente associadas a uma conceção de cidadania que reconhece os alunos como atores sociais de pleno direito, e não simples objetos de socialização (Reis, 2013).

Compete, então, ao professor conceber situações de aprendizagem que envolvam os alunos em atividades investigativas que capacitem os alunos como construtores críticos de conhecimento (e não simples consumidores). É necessário que alunos e professores se tornem conscientes da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade em prol de uma investigação e inovação que sejam, de facto, responsáveis (Projeto IRRESISTIBLE, 2014).

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

ENSINO DAS CIÊNCIAS NUMA PERSPETIVA IBSE

Através de um ensino baseado em atividades investigativas são proporcionados aos alunos ambientes que fomentam a reflexão e o pensamento lógico e crítico sobre factos ou evidências, conduzindo à apropriação dos conceitos e fenómenos científicos e a um melhor entendimento do mundo (Bybee, 2000). Este tipo de atividades, de acordo com os princípios epistemológicos do construtivismo, estimula a autonomia e a criatividade do aluno, deixando este de ter um papel passivo no processo de ensino e aprendizagem e assumindo o de principal agente responsável pela sua aprendizagem (Rocard, 2007).

Nikolova e Stefanova (2012) enumeraram as seguintes características da metodologia IBSE: (a) o processo de aprendizagem é impulsionado pelo interesse dos alunos; (b) o aluno é confrontado com um desafio, que o motiva a participar ativamente no processo de aprendizagem; (c) o aluno trabalha em equipa num projeto; (d) o professor orienta os alunos, interligando as metas pedagógicas, relativas aos conteúdos de aprendizagem, com a construção de competências pelo aluno, que poderão ser reforçadas pelo uso das TIC.



As atividades investigativas, numa perspectiva IBSE, surgem associadas ao modelo de aprendizagem dos 5E, constituído por cinco fases (Bybee et al., 2006): (i) Engage (envolver); (ii) Explore (explorar); (iii) Explain (explicar); (iv) Extend (ampliar); (v) Evaluate (avaliar).

Outros modelos adaptados a partir do modelo dos 5E de Roger Bybee surgiram, aos quais se acrescentaram E, como por exemplo o modelo dos 6E e dos 7E. A metodologia de ensino IBSE dos 7E, por exemplo, proposta pelo curso de formação em Portugal, no âmbito do Projeto IRRESISTIBLE (2014) resulta da ampliação do modelo dos 5E ao qual se acrescentou o (vi) Exchange e o (vii) Empowerment, em que se pretende que os alunos partilhem com a comunidade os resultados das suas investigações, o que pressupõe o planeamento e conceção de uma exposição científica interativa dos produtos da investigação desenvolvida de forma a consciencializar e sensibilizar a comunidade.

Bordenave e Pereira (2005) advogam que esta metodologia contribui para o aumento da capacidade do aluno participar como agente de transformação social, durante o processo de deteção de problemas reais e de procura de soluções originais, aspetos indispensáveis para o exercício de uma cidadania crítica e participativa.

Nos últimos anos, temos assistido a um crescente apelo para que as atividades investigativas desempenhem um papel importante no ensino das ciências de forma a responder às preocupações da Comunidade Europeia, tal como definido no relatório *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe* (Rocard, 2007). Há diversos projetos de educação a decorrer no âmbito do sétimo programa da União Europeia (FP7) e pretende-se que este apoio continue através do próximo oitavo programa (FP8), assim como, com o projeto *Science and Society*. O programa *Lifelong Learning Program* também financia e continuará a apoiar as atividades de educação pela ciência.

Todos estes projetos têm como objetivo tornar as aulas de ciências e a ciência, propriamente dita, mais relevante para os alunos, no sentido de compreenderem a importância da ciência na vida quotidiana. Permitem um aumento da literacia científica, uma maior motivação e envolvimento dos alunos para a aprendizagem e uma participação mais ativa na sociedade. Por outro lado, estes projetos têm um impacto muito positivo no desenvolvimento profissional dos professores, favorecido por contextos colaborativos onde o professor tem oportunidade de interagir com outros, refletir sobre a sua prática, confrontar as suas experiências e recolher informações relevantes ao seu desenvolvimento profissional (Freire et al., 2011; Galvão et al., 2011; Reis, 2014).

Alguns destes projetos têm como propósito a ampliação dos ambientes de aprendizagem tradicionais do ensino das ciências em direção a contextos informais, e usar esses ambientes como locais de educação científica, além da reflexão sobre as práticas de ensino-aprendizagem centradas na metodologia IBSE em contextos formais e informais.

A educação científica baseada na investigação, IBSE, está a tornar-se cada vez mais comum ao nível europeu e tem provado tratar-se de um método pedagógico adequado para o desenvolvimento de conhecimentos e competências necessárias à sociedade atual. Verifica-se que, aumenta, de forma significativa, o interesse dos alunos para estudar ciências e para participar ativamente na sociedade, estimulando também a motivação dos professores.

FERRAMENTAS DA WEB 2.0 NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

É importante que em contexto de sala de aula se use e se aprenda a utilizar as novas tecnologias, cada vez mais, os alunos estão motivados para as tecnologias informáticas.

As ferramentas da Web 2.0 proporcionam vantagens essenciais à educação em ciências uma vez que, promovem a comunicação, o trabalho colaborativo, partilha e troca de experiências, facilidade no trabalho de investigação científica, acesso rápido a informação, contribui para o aumento da literacia científica e espírito de equipa, desenvolve o espírito crítico e a criatividade (Solomon & Schrum, 2007).

Mas é o seu papel no apoio à aprendizagem através de atividades investigativas, IBSE, que tem de ser desenvolvido. São várias as ferramentas da Web 2.0 que podem ser usadas em cada uma das fases do IBSE, de forma a apoiar as aprendizagens significativas dos alunos, tais como, para a construção de:

- a) mapas de conceitos: Popplet, Spicy-nodes, CMapTools;
 - b) nuvens de palavras: Wordle;
 - c) mural digital: Padlet;
 - d) simulações: Phet, Virtual Labs, The Science of Addiction;
 - e) linhas de tempo: Dipity;
 - f) construção de avatares com voz: Voky;
 - g) ebooks: Issuu, Papyrus, ibook author;
 - h) posters e cartazes interativos: Glogster;
 - i) bandas desenhadas: Pixton;
 - j) podcasts: Audacity;
 - k) Blogue: Wordpress, Webnode, Wikispaces;
 - l) WebQuest; Google Earth, entre outras.
- (Projeto IRRESISTIBLE, 2014)

As aplicações da Web 2.0, baseadas em ferramentas interativas e fáceis de utilizar pedagogicamente, tanto pelos alunos como pelos professores, podem simplificar e estimular o processo de interação e as aprendizagens. Quando utilizadas de forma relevante, em contexto de sala de aula, professores e alunos, podem tirar partido destas ferramentas.

Assim, a integração de ferramentas da Web 2.0 pelo professor, nas suas aulas, é essencial para o desenvolvimento integral da formação que se exige atualmente aos alunos, preparando-os para o mercado de trabalho, em constante mudança e transformação. Deste modo, os alunos devem mostrar competências que não se limitem a áreas nas quais se especializaram, mas desenvolver um espírito aberto, flexível e capaz de se adaptar.

Segundo Solomon e Schrum (2007) e Carvalho (2008), as ferramentas da Web 2.0 também proporcionam vantagens essenciais à aprendizagem das ciências, uma vez que oferecem facilidade de comunicação e vantagem no trabalho colaborativo: partilha e troca de experiências, facilidade no trabalho de investigação científica, acesso rápido a informação, contribui para o aumento da literacia científica e espírito de equipa, desenvolve o espírito crítico e a criatividade. Podem ter um efeito profundo na aprendizagem causando uma transformação na forma de pensar (Solomon & Schrum, 2007).



INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS

Investigação e Inovação Responsável, palavras muito presentes nas narrativas das políticas Europeias. A estratégia de crescimento para a U.E. “Horizonte 2020” articula uma visão para uma economia sustentável e inclusiva, proporcionando níveis elevados de emprego, produtividade e coesão social. A investigação e inovação são fundamentais para conseguir objetivos ambiciosos em temas como o emprego, inovação, educação, inclusão social e clima/energia (Sutcliffe, 2011).

Desde 2010, o principal objetivo do plano de ação *Science in Society* é desenvolver uma estratégia que responda às inspirações e ambições dos cidadãos: um quadro de investigação e inovação responsáveis (IIR) (European Union, 2012).

É objetivo da IIR criar uma sociedade em que a responsabilidade pelo futuro seja partilhada por todos e em que as práticas de investigação e inovação apontem para resultados ambientalmente sustentáveis, eticamente aceitáveis e socialmente desejáveis. IIR implica que os atores sociais trabalhem em conjunto durante todo o processo de investigação e inovação, a fim de melhor se alinhar o processo e os seus resultados, com os valores, necessidades e expectativas da sociedade. São seis os pontos-chave que permitem desenvolver harmoniosamente modelos para a investigação e inovação responsáveis (Comissão Europeia, 2012): (1) **Envolvimento** (investigadores, indústria, decisores políticos e sociedade civil) na participação e articulação do processo de investigação e inovação; (2) **Igualdade de Género** envolver todos os atores sociais independentemente de serem homens ou mulheres; (3) **Educação em Ciência** não apenas no sentido de aumentar o número de investigadores, mas na melhoria do processo atual de educação de forma a melhor “equipar” os futuros investigadores e outros atores sociais da sociedade com o conhecimento e ferramentas necessárias para participarem de forma plena e responsável no processo de investigação e inovação; (4) **Acesso Livre** às publicações científicas e dados da investigação de financiamento público, de forma a estimular a inovação e aumentar ainda mais a utilização dos resultados científicos por todos os atores sociais; (5) **Ética** não deve ser entendida como uma restrição à investigação e inovação, mas sim como uma forma de garantir uma maior relevância para a sociedade e aceitabilidade dos resultados da investigação e inovação; (6) **Governança** os políticos têm a responsabilidade para impedir desenvolvimentos nocivos ou antiéticos em investigação e inovação.

Segundo o seminário IIR que decorreu em Lisboa compreender e responsabilizar-se por desenvolvimentos que afetam profundamente a vida de todos não diz respeito só à ciência e aos cientistas. O rumo e os objetivos da investigação e inovação, a divulgação dos seus resultados, negativos e positivos, os usos de novas tecnologias e o foco na resolução de problemas prementes são questões que a sociedade tem que discutir e decidir em conjunto.

A IIR defende que o conhecimento seja aberto e acessível a todos, engloba a ética na investigação, a igualdade de género e outras formas de inclusão, o acesso livre a dados e publicações e a educação científica. E promove o envolvimento público em discussões



políticas relacionadas com a ciência, a colaboração entre cientistas, especialistas em ética e cientistas sociais, iniciativas de *open source*, inovação orientada pelo utilizador ou ciência cidadã, entre outras.

É objetivo da IIR criar uma sociedade em que a responsabilidade pelo futuro seja partilhada por todos e em que as práticas de investigação e inovação apontem para resultados ambientalmente sustentáveis, eticamente aceitáveis e socialmente desejáveis.

Grande número de inovações, ao longo de décadas, sofreu oposição pública em diferentes fases do seu desenvolvimento. A investigação com células estaminais, o desenvolvimento da energia nuclear ou o aparecimento de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) são alguns dos muitos exemplos de investigações em que segmentos relevantes da sociedade, devido à falta de informação, à prevenção ou a posições ideológicas, exerceram protestos contra o desenvolvimento dessas inovações (EU, 2012).

As necessidades e os impactes sociais e éticos de inovações desta natureza não foram integrados nem devidamente avaliados em estádios iniciais. A prática, é incorporar essas preocupações numa fase tardia da maturidade científica e tecnológica, o que conduz, muitas vezes, a perceções negativas por parte da sociedade. Assim, é premente apoiar iniciativas que promovam uma investigação mais informada e orientada para as necessidades dos cidadãos, e para uma ligação mais sólida entre os cidadãos e o setor da investigação (EU, 2012).

Na escola pretende-se que os alunos se tornem conscientes da necessidade de cooperação entre investigação científica e sociedade em prol de uma investigação e inovação que sejam, de facto responsáveis. Para tal é fundamental que ocorra:

- (a) construção de conhecimento sobre investigação de temas científicos atuais, pertinentes e polémicos;
- (b) sejam alvo de discussão, numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis.

(Projeto IRRESISTIBLE, 2014)

Projeto europeu IRRESISTIBLE¹

O projeto IRRESISTIBLE envolve dezasseis parceiros de dez países europeus e tem como finalidade desenvolver e disseminar atividades destinadas a promover a participação dos alunos e do público em geral no processo de investigação e inovação responsáveis, através da formação de professores.

O projeto implicou o desenvolvimento de uma Comunidade de Aprendizagem (CdA), por cada um dos parceiros envolvidos com a participação de professores de ciências, formadores de professores, cientistas que investigam nas áreas científicas de ponta selecionadas e especialistas em educação não formal, profissionais de centros e museus de ciências.

Em cada país parceiro do projeto IRRESISTIBLE, a CdA produzirá um módulo de ensino que: (a) contextualize o tema a ser investigado, introduzindo-o através de uma situação do dia-a-dia; (b) faça uso de uma abordagem de ensino IBSE com recurso a



aplicações da Web 2.0, estimulando e promovendo a observação, classificação, experimentação e a explicação dos fenómenos e propriedades relevantes do tema sob investigação; (c) aborde os aspetos IIR do tema em causa: implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, e outros; (d) inclua sugestões metodológicas para os professores acerca da implementação do módulo em sala de aula; (e) disponibilize fontes de informação adicionais sobre o tema em questão; (f) permita aos alunos planear uma exposição sobre o tema investigado. Pretende-se que esta apresente o tema investigado, realçando os fenómenos e propriedades mais relevantes e abordando as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva IIR.

Cada módulo de atividades será testado por professores e alunos em contexto de sala de aula e envolverá o planeamento e realização de exposições científicas pelos alunos.

O projeto IRRESISTIBLE corrobora com os esforços da comunidade europeia para a educação em ciências baseada em IBSE, despertando a motivação dos alunos, em contextos sociocientíficos, e promovendo aprendizagens significativas baseadas na investigação científica, assim como a aquisição de competências que lhes permitam tomar decisões e resolver questões sociocientíficas, elevando a auto-eficácia dos professores de ciências para se apropriarem de formas relevantes de ensinar ciências, para, a aquisição de competências para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem criativos. A incorporação de inovação no trabalho diário pode ser um dos principais componentes de desenvolvimento profissional dos professores.

METODOLOGIA

Com o presente estudo pretendeu-se construir conhecimento sobre: Qual o impacto de atividades IBSE integrando ferramentas da Web 2.0 no desenvolvimento de conhecimentos e competências necessários ao exercício de uma cidadania ativa, fundamentada e crítica no âmbito da investigação e inovação responsáveis em áreas científicas de ponta?

Este enunciado foi delimitado nas seguintes questões de investigação:

- I. Como se poderá conjugar a reflexão sobre a investigação e inovação responsáveis com a abordagem IBSE?
- II. De que forma as aplicações da Web 2.0 poderão auxiliar na concretização das diferentes fases desta abordagem?
- III. Que potencialidades e dificuldades experimentam alunos e professores durante a realização destas atividades IBSE?

Estas questões operacionalizam-se nos seguintes objetivos que no seu conjunto orientam a opção metodológica do estudo:

1. Como conceber e realizar estratégias educativas de natureza investigativa (de tipo IBSE) sobre investigação e inovação responsáveis em áreas



científicas de ponta (atuais e controversas), adequadas ao programa de Ciências Naturais do 3.ºCEB e que integram aplicações da Web 2.0.

2. Identificar/descrever as potencialidades e dificuldades sentidas pelos alunos e professores durante a realização das atividades.

Através deste estudo pretende-se obter diferentes tipos de produtos, nomeadamente, estratégias didáticas destinadas à educação em ciências no 3.ºCEB e novo conhecimento relativo à conceção e à realização destas estratégias em contexto educativo.

De forma a operacionalizar este estudo, optou-se pela metodologia *Design Based Research* (DBR). Segundo Wang e Hannafin (2004) a metodologia DBR representa um novo paradigma de investigação no aprender a ensinar.

Metodologia de cariz qualitativa e quantitativa com implicações no desenvolvimento de novas teorias de ensino e aprendizagem (Dede, 2005). Combina a procura de soluções práticas para os problemas, reais, de sala de aula com a investigação para as questões de ensino e aprendizagem (Reeves, Herrington & Oliver, 2005). Permite preencher a lacuna existente entre a investigação e a prática educativa (Andriessen, 2007).

O estudo compreendeu ciclos de análise, desenvolvimento e avaliação, representado na figura 1.

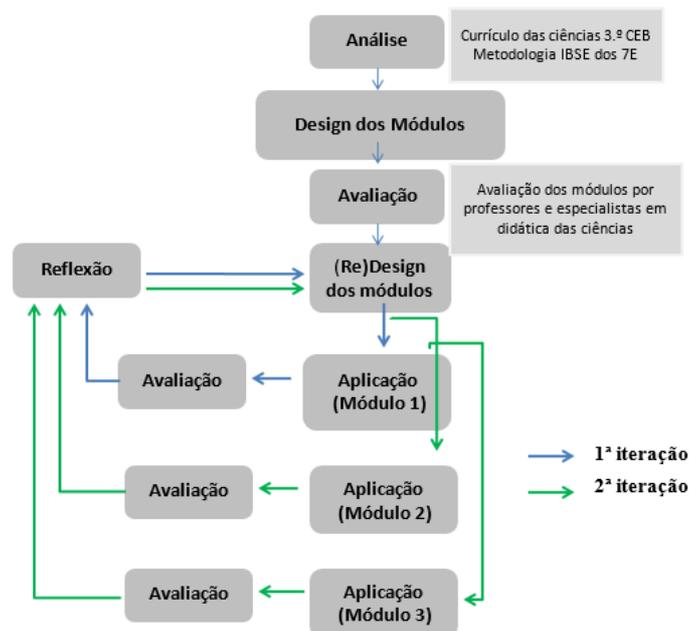


Figura 1. Ciclo do estudo.



PLANIFICAÇÃO, CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO DOS MÓDULOS

Os protótipos de módulos foram construídos no âmbito da formação do projeto IRRESISTIBLE, segundo a metodologia IBSE dos 7E com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre as áreas científicas atuais e numa perspetiva de IIR. Cada módulo de ensino: (a) contextualiza o tema a ser investigado, introduzindo-o através de uma situação do dia-a-dia; (b) faz uso da metodologia IBSE com recurso a aplicações da Web 2.0, estimulando e promovendo a observação, classificação, experimentação e a explicação dos fenómenos e propriedades relevantes do tema sob investigação; (c) aborda os aspetos IIR do tema em causa: implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, e outros; (d) inclui sugestões metodológicas para os professores acerca da implementação do módulo em sala de aula; (e) disponibiliza fontes de informação adicionais sobre a temática; e (f) permite aos alunos planear uma exposição sobre o tema investigado. Pretende-se que esta metodologia apresente o tema investigado, realçando os fenómenos e propriedades mais relevantes e abordando as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva IIR.

A professora investigadora, no âmbito da formação do Projeto IRRESISTIBLE criou três módulos: módulo1: “Vacinar ou não Vacinar?”, módulo 2: “Portugal é mais Mar?” e módulo 3: “Degelo e Erosão: Qual a relação?”. Cada módulo é acompanhado pelos respetivos guiões de atividades do professor, do aluno e grelhas de avaliação para professores e alunos. As áreas científicas atuais, adequadas ao programa de ciências naturais dos 8.º e 9.º anos, subjacentes à conceção dos módulos foram os seguintes Ciência Polar, Extensão da Plataforma Continental Portuguesa para o 8.º ano e Biotecnologia e Bioética para o 9.º ano.

Os módulos foram avaliados por especialistas das áreas educativas e professores da CdA IRRESISTIBLE de ciências naturais e de biologia e geologia. Os especialistas e professores identificaram potencialidades e fragilidades dos módulos e formas de melhorar os domínios IBSE 7E, IIR e as ferramentas Web 2.0.

Os módulos foram implementados em contexto real de ensino-aprendizagem, que corresponde à experiência educativa propriamente dita. Os módulos 1 e 2 foram aplicados no 8.º ano por duas professoras, durante os 2.º e 3.º períodos letivos e o módulo 3 foi aplicado no 9.º ano, também por duas professoras, durante o 1.º e 2.º períodos letivos.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

CONCEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS MÓDULOS

A professora investigadora, no âmbito da formação do Projeto IRRESISTIBLE criou três módulos: módulo 1: “Vacinar ou não Vacinar?”, módulo 2: “Portugal é mais Mar?” e módulo 3: “Degelo e Erosão: Qual a relação?”.



Os módulos foram construídos segundo a metodologia IBSE dos 7E com recurso a aplicações da Web 2.0 sobre as áreas científicas atuais, numa perspetiva de IIR.

Pretende-se que esta metodologia apresente o tema em investigação, realçando os fenómenos e propriedades mais relevantes e abordando as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva IIR.

Os módulos criados foram implementados em contexto real de ensino-aprendizagem. A aplicação do módulo 1 “Vacinar ou não Vacinar?” fez-se em três turmas do 9.º ano, por dois professores, durante os 1.º e 2.º períodos letivos, e permitiu identificar as possibilidades e as dificuldades da respetiva implementação em sala de aula e em relação à metodologia, bem como formas de aperfeiçoar o módulo futuramente. A identificação das possibilidades, das dificuldades e das sugestões de melhoria permitiram efetuar algumas alterações aos restantes módulos antes da sua aplicação em contexto de sala de aula.

Os módulos foram submetidos a um processo de validação por especialistas em didática das ciências e professoras da CdA IRRESISTIBLE de ciências naturais e de biologia e geologia. Os especialistas em didática das ciências (E) e os professores da CdA IRRESISTIBLE (P) identificaram potencialidades e fragilidades dos módulos e sugeriram formas de melhorar os domínios IBSE 7E, IIR e ferramentas da Web 2.0, a partir das quais foram efetuadas as correspondentes alterações.

Quadro 1

Potencialidades e fragilidades dos módulos

Potencialidades	Fragilidades
<ul style="list-style-type: none"> - A atualidade do tema proposto, título evoca de imediato conceitos relacionados simultaneamente com a tecnologia e a investigação que está a ser desenvolvida no projeto Portugal é mar; (P) - O módulo permite os alunos envolverem-se de modo a concretizar atividades que visam trabalhar com os 7E de forma progressiva e que pode incluir aspetos importantes com o recurso a aplicações da Web 2.0 e ainda os aspetos da IIR; (P, E) - A avaliação proposta no módulo, tanto do processo como do produto permite ao aluno ter conhecimento de si próprio a medida que vai construindo os diferentes produtos e conhecer significativamente a qualidade do que vais produzindo; (P) - A divulgação dos cartazes na escola e exposição NOSTRUM irá facilitar a partilha de todo o trabalho desenvolvido a toda a comunidade. Tornado possível a cada cidadão, refletir sobre os conteúdos, as inovações científicas e tecnológicas e construir de uma forma esclarecida uma opinião acerca da importância desta proposta entregue à ONU. (P, E) - A atualidade da temática proposta enquanto mote para uma atividade investigativa; (P) - A diversidade e interligação de temáticas, o que potencia a possibilidade de ser integrado num conjunto de outros projetos; (P) - A possibilidade de gerarem na escola uma dinâmica de atuação coletiva para um objetivo comum: a proteção de um bem essencial que é o planeta Terra enquanto território comum a todas as espécies vivas e sobre o qual temos especial responsabilidade. (P) 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de clarificação das questões IIR a abordar com os alunos. (E). - As notícias escolhidas incidem sobretudo em consequências do aumento da temperatura e no contexto do território português; (P) - Ausência de um guião de exploração do vídeo e da notícia “Tempo está a esgotar-se para reduzir o aquecimento global, diz estudo da ONU”; (P) - Falta de alguma controvérsia no módulo. (E)



Os alunos do 3.º CEB, 8.º e 9.º e as professoras que aplicaram os módulos em contexto de sala de aula também avaliaram os módulos de ensino e deram algumas sugestões, a partir das quais foram efetuadas as devidas alterações.

Relativamente às modificações que as professoras introduziriam nos módulos, a professora que os experimentou no 8.º ano não sugeriu qualquer alteração. No entanto, a professora responsável pela experimentação do módulo do 9.º ano sugere textos mais curtos, salientando apenas os aspetos relevantes a serem explorados pelos alunos:

P1: Não alteraria nada, pois no meu ver estão bastante bem encaminhados o que facilita a nossa preparação.

P2: Textos mais curtos. Focando o mais importante da notícia: quem optou por não vacinar e consequências; como se fabricam e funcionam as vacinas...

Relativamente às melhorias que os alunos introduziriam na atividade, a maioria dos alunos considerou que a atividade não necessitava ser melhorada. No entanto, alguns alunos sugeriram o uso de mais ferramentas da Web 2.0, a maior partilha de opiniões com os outros grupos de trabalho, os textos informativos mais curtos, mais tempo para a realização das tarefas e, também, que a atividade deveria ter incluindo atividades experimentais.

A sequência seguinte de iterações permitiu introduzir as seguintes alterações nos módulos:

Quadro 2

Alterações introduzidas nos módulos

Módulos	Quem as propôs	Iteração	Alterações introduzidas nos módulos
Vacinar ou não Vacinar?	Professor e Especialista (CdA IRRESISTIBLE)		- Guião do aluno com instruções mais orientadas;
	Professor (CdA IRRESISTIBLE)		- Exploração em sala de aula do artigo científico;
	P2 e alunos	1.ª iteração	- Textos informativos mais curtos, focando o mais importante das notícias;
	Alunos	1.ª e 2.ª iteração	- Utilização de mais ferramentas da Web 2.0; - Partilha de ideias com os outros grupos de trabalho.
Portugal é + Mar?	Especialista (CdA IRRESISTIBLE)		- Exploração em sala de aula das questões IIR inerentes ao projeto de Alargamento da Plataforma Continental;
Degelo versus Erosão: Qual a relação?	Professor (CdA IRRESISTIBLE)		- Notícias que também exploram as consequências do aumento da temperatura não só para o Território Português mas também anível global - Planeta Terra; - Guiões de exploração para as notícias;
	Especialista (CdA IRRESISTIBLE)		- Exploração de alguns dados do protocolo de Quioto (de modo a acrescentar alguma controvérsia ao módulo).
	Alunos	1.ª e 2.ª iteração	- Utilização de mais ferramentas da Web 2.0; - Mais sugestões de atividades experimentais.

Esta abordagem permitiu aos alunos com maior frequência participar em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade, discutir sobre problemas atuais ponderando sobre o efeito desses problemas afetam a vida da sociedade, desenvolver projetos que consideram importantes e socialmente relevantes, aprender a agir de forma socialmente responsável, desenvolver exposições científicas. Também proporcionou várias aprendizagens relativamente às 6 dimensões da IIR.

As estratégias de ensino e aprendizagem implementadas também revelaram impacto positivo no desenvolvimento profissional e na motivação dos professores, uma vez que permitiram desenvolver com maior facilidade as competências essenciais preconizadas nas orientações curriculares.

Este trabalho permitiu ao professor investigador melhorar as suas competências profissionais no domínio do conteúdo científico e prática no ensino das ciências. A formação de professores do projeto IRRESISTIBLE teve uma importância fulcral no desenvolvimento de competências no domínio do conteúdo científico, contribuindo para um maior conhecimento sobre as áreas científicas de ponta incluídas nos módulos de aprendizagem elaborados de acordo com este estudo. Contribuiu, também para um maior conhecimento didático inerente à metodologia IBSE dos 7E e uma maior integração de aplicações da Web 2.0 sobre áreas científicas de ponta numa perspectiva de IIR. Permitiu, ainda, aos professores que integravam a CdA IRRESISTIBLE se apropriarem-se de formas relevantes de ensinar ciências e de adquirir competências para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem inovadores e criativos.

A aplicação dos módulos na sala de aula permitiu à professora investigadora vivenciar um ambiente de grande motivação para os alunos, em que estes revelaram interesse e envolvimento nas pesquisas efetuadas. A metodologia de ensino-aprendizagem preconizada nos módulos de aprendizagem é promotora do trabalho em grupo, facilitando a compreensão da natureza colaborativa do trabalho científico, e de uma cidadania ativa e fundamentada, permitindo que o aluno se envolva numa ação coletiva fundamentada em pesquisa e investigação com a finalidade de alertar a comunidade e assim contribuir para a educação científica de outros cidadãos.

A metodologia DBR, utilizada para operacionalizar este estudo, permitiu à professora investigadora, através dos ciclos de implementação, análise e avaliação, gerar conhecimento prático sobre a intervenção, criando oportunidades de aprendizagem e de melhoria progressiva no ciclo subsequente da intervenção.

A implementação, em sala de aula dos módulos assim como a dupla função desempenhada pela professora investigadora, permitiu melhorar competências referentes à prática no ensino das ciências, à reflexão e introspeção como profissional de ensino, fatores que contribuíram para elevar a qualidade do processo ensino-aprendizagem através de melhor preparação dos alunos na aquisição das competências necessárias para os desafios do século XXI.

A melhoria qualitativa das aprendizagens e o aumento do nível de literatura científica e tecnológica dos alunos requer um ensino mais centrado no aluno. Mantendo esta finalidade em mente, é necessário que o professor adote estratégias que envolvam os alunos em atividades de investigação e pesquisa, apoiando-os na construção do seu próprio conhecimento, na colocação de questões e no planeamento e desenvolvimento



de investigações científicas. Posteriormente, é necessário auxiliar os alunos a interpretar, analisar e apresentar resultados, para que estes compreendam verdadeiramente o que aprendem, ou seja, construam estruturas mentais que representam adequadamente o que aprenderam e não se limitem a memorizar conteúdos e as informações. É importante que o aluno desempenhe um papel ativo e consciente na (re)construção, ampliação e gestão do seu conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo contribui para um maior conhecimento das potencialidades, compreensão e clarificação da aplicabilidade de estratégias educativas de natureza investigativa (de tipo IBSE), que integram aplicações da Web 2.0 sobre investigação e inovação responsáveis no ensino das ciências naturais, proporcionando um ensino interessante, desafiante e atualizado, conduzindo ao desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI.

Os três módulos de aprendizagem construídos são um dos produtos deste estudo. Permitem o desenvolvimento de competências essenciais, à construção de uma literacia científica baseada em investigação e inovação responsáveis, indispensável ao exercício de uma cidadania ativa e responsável, orientada para a ação sociopolítica, no âmbito das orientações curriculares do Ensino Básico.

O envolvimento dos alunos em atividades de natureza investigativa (do tipo IBSE) e a utilização de ferramentas da Web 2.0 para o desenvolvimento de conhecimentos e competências no âmbito da IIR em áreas científicas de ponta, influencia de modo positivo a dinâmica das aulas potenciadoras de pesquisa e facilita a participação ativa, partilha de conhecimentos e colaboração entre alunos. Metodologia promotora de interação entre alunos e aluno-professor, hábitos de trabalho de grupo, discussão de ideias/opiniões, espírito crítico, capacidade de síntese e reflexão e respeito pela opinião dos outros levando os alunos à compreensão do que é a ciência numa perspetiva de investigação e inovação responsáveis.

REFERÊNCIAS

- ANDRIESSEN, D. (2007). Combining design-based research and action research to test management solutions. *7th world Congress Action Learning: Action Research and Process management*, Groningen, 2007. Retirado em 11 de abril 2014 de <http://weightlesswealth.com/downloads/Andriessen DBR and Action Research.PDF>.
- BORDENAVE, R., & PEREIRA, A. (2005). *Estratégias de Ensino aprendizagem*. Vozes: Petrópolis.
- BYBEE, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. MINSTRELL & E. VAN ZEE (Eds.), *Inquiry into inquiry: learning and teaching in science* (pp. 20-46). Washington: American Association for the Advancement of Science.



- BYBEE, R. et al. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado: Colorado Springs.
- CARVALHO, A. (2008). *Manual de ferramentas da Web 2.0 para professores*. Lisboa: Ministério da Educação.
- CIARI, B. (1979). *Práticas de ensino*. Lisboa: Editorial Estampa.
- DEDE, C. (2005). Commentary: The growing utilization of design-based research. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5(3/4), 345-348.
- EUROPEAN UNION. (2012). *Responsible Research and Innovation Europe's ability to respond to societal challenges*. Retirado em 12 de junho de <http://ec.europa.eu/research/science-society>.
- GALVÃO, C., NEVES, A., FREIRE, A., LOPES, A., SANTOS, M., VILELA, M., OLIVEIRA, M., & PEREIRA, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- GALVÃO, C., REIS, P., FREIRE, S., & ALMEIDA, P. (2011). Enhancing the popularity and the relevance of science teaching in Portuguese Science classes. *Research in Science Education*, 41(5), 651-666.
- FREIRE, S., GALVÃO, C., REIS, P., & FARIA, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências: O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- HODSON, D. (2014). Becoming part of the solution: learning about activism, learning through activism, learning from activism. In L. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist science and technology education*. London: Springer.
- NIKOLOVA, N., & STEFANOVA, E. (2012). *Inquiry-based science education in secondary schools Informatics: Challenges and rewards*. Faculty of mathematics and Informatics, Sofia University St. Kl. Ohridsky. Retirado em 5 de janeiro de 2014 de: <file:///C:/Users/utilizador/Downloads/9783642543371-c2.pdf>.
- PROJETO IRRESISTIBLE. (2014). *Engaging the young with responsible research and innovation*. Retirado em 27 de Março de <http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/>.
- REEVES, C., HERRINGTON, J., & OLIVER, R. (2005). Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 96-116. Retirado em 12 de abril de 2014 de <file:///C:/Users/utilizador/Downloads/JCHEDesignResearch05.pdf>.
- REIS, P. (2004). *Controvérsias sociocientíficas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida*. (Tese de doutoramento). Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal.
- REIS, P. (2013). Da discussão à ação Sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1).



- REIS, P. (2014). Promoting students collective socio-scientific activism: teachers' perspectives. In L. BENCZE & S. ALSOP (Eds.), *Activist science and technology education*. London: Springer.
- ROCARD, M. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- SOLOMON, G., & SCHURM, L. (2007). *Web 2.0: New tools, new schools*. ISTE. Retirado a 5 de agosto de 2014 de <http://www.iste.org/docs/excerpts/NEWT00-excerpt.pdf>.
- SUTCLIFFE, H. (2011). A report on Responsible Research & Innovation. Retirado em 30 de março de 2016 de https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf.
- WANG, F., & HANNAFIN, M. (2004). Using design-based research in design and research of technology-enhanced learning environments. Retirado a 27 de setembro de 2014 de <file:///C:/Users/utilizador/Downloads/0a85e5314b243c4de2000000.pdf>.

*

Received: August 28, 2017

Final version received: October 27, 2017

Published online: October 31, 2017

