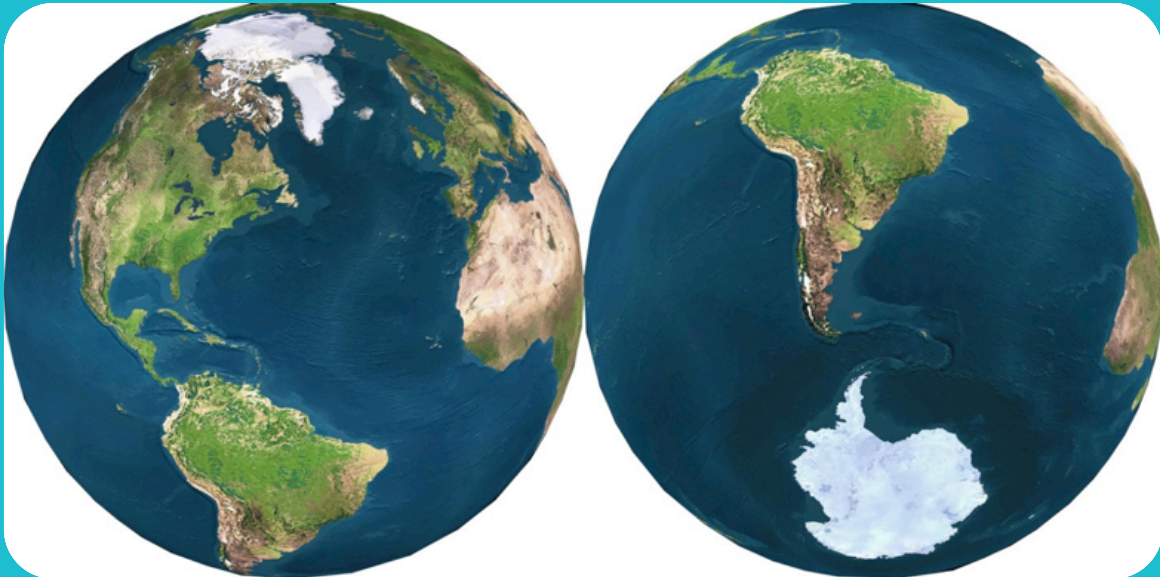


# Avaliar a Saúde do Planeta através das Regiões Polares



## Manual do professor

IIR e Ciência Polar







Colofão



O **IRRESISTIBLE** é um projeto de formação de professores, que combina a aprendizagem formal e informal, focado em Investigação e Inovação Responsáveis. É uma ação de coordenação e apoio no âmbito do FP7-SCIENCE-INSOCIETY-2013-1, ACTIVITY 5.2.2 Young people and science: Topic SiS. 2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education. É um projeto financiado pela União Europeia como um projeto FP-7 com o número 612.367

[www.irresistible-project.eu](http://www.irresistible-project.eu)

Coordenador: j.h.apotheker@rug.nl







# Caro Professor,

## Bem vindo ao módulo sobre "ciência polar"!

Este manual é parte integrante do módulo sobre ciência polar desenvolvido por professores de ciência, profissionais de educação e investigadores da Universidade de Lisboa. Fazem parte do projeto Europeu Irresistible 11 países, cujas equipas desenvolveram módulos educativos sobre diversos temas científicos. Poderá encontrar mais informação sobre o projeto Irresistible no seu website [www.irresistible-project.eu](http://www.irresistible-project.eu) ou no website do Science LinX no tópico referente ao Irresistible : <http://www.rug.nl/sciencelinx/partners/irresistible>.

A ciência polar é um domínio científico multidisciplinar que tem contribuído para a compreensão do estado de saúde do planeta Terra. As regiões polares funcionam como os termóstatos do nosso planeta logo, todos os processos que ocorrem nestas regiões afetam o nosso planeta. Embora estas regiões sejam remotas e geograficamente isoladas, elas são particularmente importantes para o planeta, não apenas pela forma como o podem afetar, mas também pela informação que fornecem permitindo conhecê-lo e compreendê-lo melhor.

Através deste módulo, os alunos irão investigar acerca das regiões polares e da ciência que por lá se faz, em distintos domínios. Pretende-se que compreendam a importância das regiões polares e da ciência polar, através do contacto com artigos científicos, da sua análise e conclusões acerca da sua relevância para o avanço do conhecimento na ciência polar.

Numa segunda fase, os alunos irão refletir acerca das 6 dimensões da Investigação e Inovação Responsáveis (IIR), e identificar e sugerir práticas IIR nos artigos científicos, bem como, conceber uma exposição interativa, planificada e construída por si, como forma de educar a comunidade sobre este tema tão importante.

Este manual irá ajudá-lo a implementar o módulo em sala de aula, de forma bem sucedida, fornecendo-lhe informação e recursos adicionais.





- 1. Abordagem pedagógica** 12
- 2. Investigação e Inovação Responsáveis (IIR)** 20
- 3. Visão geral do módulo** 26
- 4. Plano do módulo** 38

## **5. Grelhas de avaliação 42**

## **6. Bibliografia recomendada 48**



1

# Abordagem pedagógica

# Breve visão geral sobre o modelo IBSE expandido dos 5E (7E)

Este módulo de ensino está organizado em diferentes secções de acordo com as fases Engage, Explore, Explain, Elaborate, Exchange, Empower and Evaluate. Tais termos derivam do modelo dos 5E desenvolvido por Bybee et al. (Bybee, Powell & Towbridge, 2007), segundo uma estratégia de educação em ciências baseada em investigação (Inquiry-based Science Education – IBSE). Este foi o modelo adotado para o projeto, ao qual se adicionaram um 6º e 7º E: Exchange and Empower.

## ENGAGE (Envolvimento)

Esta etapa tem como objetivo despertar o interesse dos alunos – motivando-os para as tarefas subsequentes – e identificar os seus conhecimentos prévios sobre o(s) tópico(s) em estudo. O professor deve recorrer a situações problema capazes de despertar a curiosidade dos alunos e conduzi-los à formulação de questões a investigar.

## EXPLORE (Exploração)

Esta etapa tem como objetivo permitir que os alunos se envolvam no(s) tópico(s) e construam conhecimento acerca dos mesmos - realizando atividades de pesquisa, atividades experimentais, ou outras, em que formulam hipóteses, planeiam e executam investigações preliminares. Nesta etapa os alunos têm a oportunidade de se envolver diretamente com os fenómenos e materiais relacionados com o(s) tópico(s) de investigação - questionando, analisando dados e refletindo sobre os resultados. O professor deve atuar como um facilitador - fornecendo materiais e ajudando os alunos a manter o foco nos aspetos mais importantes.

**EXPLAIN (Explicação)**

Esta etapa tem como objetivo criar a oportunidade para os alunos partilharem com os pares e/ou com o professor o que aprenderam até então - fazendo uso de uma linguagem científica adequada. Pretende-se que durante este processo os alunos reflitam sobre as suas concepções cientificamente incorretas e sejam capazes de construir novas concepções, cientificamente corretas. Este momento constitui uma oportunidade para o professor introduzir e explorar mais aprofundadamente os conceitos científicos - promovendo uma maior compreensão por parte dos alunos, o que lhes permitirá explicar com maior facilidade e rigor o que aprenderam.

**EXCHANGE (Partilha)**

Esta etapa pressupõe o planeamento e a conceção de uma exposição interativa a partir dos produtos da investigação desenvolvida pelos alunos. Pretende-se que os alunos partilhem com a comunidade os resultados das suas investigações – os produtos podem assumir diferentes formatos (póster, jogo, vídeo, entre outros). Trata-se de uma oportunidade para os alunos comunicarem, para um público mais alargado, o novo conhecimento construído. Esta etapa está em estreita relação com a etapa *Empowerment* (Ativismo), já que se pretende, através da exposição, consciencializar e sensibilizar os demais para as questões-alvo da investigação.

**ELABORATE (Ampliação)**

Esta etapa tem como objetivo permitir que os alunos mobilizem o novo conhecimento (adquirido nas etapas anteriores), aplicando-o a novas situações problema - as quais incluem os aspetos da Investigação e Inovação Responsáveis. Através deste processo pretende-se que os alunos desenvolvam uma compreensão mais abrangente e aprofundada dos conceitos, relacionando as novas experiências com as experiências anteriores.

**EMPOWER (Ativismo)**

Esta etapa desenvolve-se em simultâneo com as restantes; pretende-se envolver os alunos numa ação coletiva, fundamentada em pesquisa e investigação, tendo em vista a resolução de problemas sociocientíficos relacionados com temas científicos atuais. Desde cedo devem ser

criadas oportunidades para que os alunos sintam valorizada a sua participação em todas as etapas do processo.

#### **EVALUATE (Avaliação)**

Nesta etapa os alunos têm a oportunidade de avaliar os seus conhecimentos e capacidades; o professor tem a possibilidade de avaliar o progresso dos seus alunos relativamente aos objetivos de aprendizagem estabelecidos. O processo avaliativo foca-se, sobretudo, nos alunos e na criação de oportunidades para que estes reflitam sobre o seu desempenho - fazendo uso da autoavaliação – mas também sobre as próprias tarefas realizadas. Esta etapa está presente ao longo da concretização das restantes etapas – é importante que os alunos tenham várias oportunidades para refletirem sobre o seu desempenho, dificuldades e resultados.

**Na tabela da página seguinte apresentam-se e descrevem-se as diferentes etapas no contexto do projeto.**

**tabela 1**

Etapas do modelo dos the 7E

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
<b>Engage</b> (envolver)	O tema é apresentado aos alunos através do recurso a um texto, a uma tarefa de reflexão e a um vídeo que evidencia alguns aspetos da investigação científica realizada por um biólogo marinho português em solo Antártico. Acreditamos que o facto de se mostrar que existem investigadores portugueses a contribuir para o avanço da ciência polar, levará os alunos a ficar mais interessados e envolvidos no tema. É essencial, para o envolvimento dos alunos, que estes entendem o propósito do seu trabalho, relativamente a este módulo: como cidadãos ativos, os alunos têm o poder de alertar os outros e instigá-los à mudança no comportamento e na forma de pensar, através da exposição final sobre IIR na ciência polar.
<b>Explore</b> (investigar)	Através de pesquisa orientada e de alguns recursos acerca das regiões polares (Antártida e Ártico), os alunos serão capazes de caracterizar estas regiões quanto a alguns aspetos relevantes, como o seu clima, biologia, geologia, entre outros. Esta tarefa, que se concretiza através da construção de um mapa de conceitos ou de uma apresentação, tem a finalidade de evidenciar a ciência polar como um domínio mais relevante e importante para os alunos.
<b>Explain</b> (explicar)	Após a divisão da turma em grupos de trabalho, os alunos irão analisar diferentes artigos científicos de modo a compreenderem o seu contributo para o avanço do conhecimento acerca das regiões polares e da ciência polar, assim como, o seu contributo para uma Investigação e Inovação mais Responsáveis no campo da ciência polar.
<b>Elaborate</b> (ampliar)	A abordagem ao conceito de IIR (um conceito novo para a maioria dos alunos) deverá ser realizada pelo professor. Para tal, sugerimos a utilização dos textos de suporte e o debate e discussão com os alunos sobre o conceito e as suas 6 dimensões. Após a compreensão do conceito, pretende-se que os alunos identifiquem no mesmo artigo analisado na etapa anterior a presença/ou ausência de boas práticas no que respeita à Investigação e Inovação Responsáveis (IIR) em função das seis dimensões da IIR. Pretende-se, igualmente, que os alunos apresentem sugestões (fundamentadas) de melhoria da investigação analisada de modo a torna-la mais responsável. De modo a ilustrar as dimensões da IIR, os alunos têm a possibilidade de explorar alguns exemplos de boas práticas IIR em ciência polar e, e refletir sobre se os mesmos são, efetivamente, bons exemplos quanto a essa temática.



tabela 1 (cont.)

Etapas do modelo dos the 7E

Etapa	Descrição
<b>Exchange + Empower</b> (partilha + ativismo)	<p>Os alunos são convidados a produzir uma exposição com o propósito de dar a conhecer o tema e alertar os outros para as questões da IIR em Ciência Polar.</p> <p>Esta exposição final é muito importante, pois serve como uma plataforma para os alunos partilharem com os outros o que aprenderam, bem como as suas próprias opiniões e preocupações sobre o tema. Os alunos devem ser divididos em grupos (poderão ser os mesmos grupos de trabalho das tarefas anteriores) e planificar e construir objetos que incluam o tema e as 6 dimensões da IIR, que virão a integrar a exposição final.</p>
<b>Evaluate</b> (avaliação)	<p>A auto e a hetero avaliação estão presentes em distintos momentos ao longo do módulo. Os alunos devem avaliar os objetos construídos (mapa de conceitos, apresentações e objetos a integrar a exposição final) pelo seu grupo (autoavaliação) e pelos colegas dos outros grupos (heteroavaliação), assim como, a exposição no seu todo. Devem, ainda, conceber um instrumento de avaliação (questionário) que lhes permita conhecer as perceções dos visitantes relativamente à exposição.</p>

## O ENVOLVIMENTO DOS ALUNOS NO DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DA EXPOSIÇÃO CIENTÍFICA INTERATIVA NUMA PERSPETIVA DE IIR: A DIMENSÃO EMPOWERMENT

A gravidade das controvérsias sociocientíficas que afetam a nossa sociedade exige uma sociedade bem informada e capacitada para tomar as medidas apropriadas sobre essas questões (Gray et al. 2009). A ação comunitária fundamentada em investigação é frequentemente considerada um dos principais aspetos da literacia científica (Hodson 1998) e uma forma de capacitar os alunos como críticos e criadores de conhecimento, em vez de os colocar no papel de consumidores de conhecimento, como os sistemas do ensino das ciências muitas vezes parecem apoiar (Bencze e Sperling 2012).

Num contexto como este, é necessária uma transformação das práticas do ensino das ciências e uma ampliação do conceito de literacia científica. Em muitas salas de aula, a ênfase é dada aos produtos da ciência e tecnologia, através de modos de ensino que suprimem os desejos de questionamento dos alunos, de **buscar os seus próprios caminhos de investigação**, de **discutir/criticar** diferentes perspetivas e de desenvolver as suas **próprias conclusões** (Bencze e Carter 2011). O foco do ensino das ciências no conhecimento, bem estabelecido e consensual promove uma conceção simplista positivista da prática da ciência e a noção de que suas conclusões são absolutas e inequívocas (Driver et al 1996; Levinson 2008). No entanto, a ciência no contexto real é muitas vezes incerta, hesitante e controversa (Ziman, 2000). De acordo com Derek Hodson (2003), a instrução deve ser ampliado, a fim de promover o conhecimento sobre a natureza da ciência e da tecnologia e capacidades de investigação científica e ativismo sociopolítico sobre questões sociocientíficas (QSS). Numa sociedade ameaçada por QSS complexas, uma análise explícita e o reconhecimento das injustiças sociais e da importância resultante de ação sociopolítica torna-se crítica. Portanto, o conceito de **literacia científica** deve incluir o desenvolvimento de "capacidade e compromisso de tomar as medidas adequadas, responsáveis e eficazes em questões de interesse social, económico, ambiental e ético-moral" pelos alunos (Hodson 2003, p. 658). Alguns autores sugerem que as ações de ativismo realizada por alunos sobre QSS têm o poder de melhorar: (a) o seu conhecimento sobre as questões; (B) as suas competências de investigação e de cidadania; e, por fim, (c) o bem-estar dos indivíduos, sociedades e ambientes (Bencze e Carter 2011; Roth e De'sautels 2002).

Neste contexto, os alunos e os professores devem ser reconhecidos como **agentes de mudança** "usando a ciência para resolver seus próprios problemas e, como resultado da tentativa de encontrar soluções, produzir novos conhecimentos" (Levinson 2008, p. 144). Os estudantes de

qualquer idade são considerados como **cidadãos do presente**, em oposição a cidadãos futuros e “a ciência é um meio de promover uma democracia onde os cidadãos agem de forma socialmente responsável ”(Levinson 2008, p. 145).

O processo de construção e preparação de exposições permite aos alunos ir além da análise e discussão, criando uma oportunidade para participar (e até mesmo para instigar) em **ação comunitária sobre questões sócio científicas controversas**.

Exposições sobre IIR, como contexto sociocultural, podem levantar questões, provocar reflexão pessoal e estimular conversas entre alunos e visitantes, transformando-os em aprendizes (Braund & Reiss, 2004).

**Fonte:** L. Bencze and S. Alsop (eds.), *Activist Science and technology Education*, Cultural Studies Os Science Education 9, DOI 10.1007/978-94-007-4360-1\_31, Springer Science+Business Media Dordrecht, 2014.

2

# INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS

# INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS (IIR)

O conceito de Investigação e Inovação Responsáveis foi adotado pela União Europeia com o objetivo de aproximar a comunidade científica da sociedade. A ciência e a Indústria devem questionar se determinadas inovações são desejadas pela sociedade. A investigação científica e a inovação estão constantemente a transformar o mundo. Dos telemóveis à internet, passando pelos mais recentes tratamentos contra o cancro, a ciência e a tecnologia têm o potencial de mudar as nossas vidas. Estes desenvolvimentos também criam novos riscos e novos dilemas éticos. A ideia de investigação e inovação responsáveis procura trazer a debate estas questões, antecipar consequências e rumos da investigação e inovação, e pôr a sociedade a discutir como a ciência e a tecnologia podem ajudar a criar o mundo e o futuro que desejamos.

## PORQUÊ INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS?

Graças à crescente capacidade da ciência e tecnologia, a humanidade goza de um poder único para intervir no mundo, ora alterando os ecossistemas e o clima à escala global, ora manipulando os mais ínfimos constituintes da matéria e da própria vida. Entretanto, os

**desafios** que a sociedade enfrenta também são imensos — do envelhecimento saudável à sustentabilidade, da saúde global à segurança dos recursos. **A investigação e a inovação poderão dar conta destes desafios, mas nada garante o seu sucesso à partida.**

A investigação e a inovação são sempre um pouco imprevisíveis, mas tal não pode servir de desculpa para a irresponsabilidade. Por outro lado, 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 distribuição dos seus resultados (tanto positivos como negativos), os usos de novas tecnologias e o foco na resolução de problemas prementes são questões que nós, como sociedade, temos de discutir e decidir em conjunto.

### COMO DEVERÁ SER A INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS?

É impossível definir a IIR no singular. A sua definição irá variar conforme as instituições, as culturas e as áreas científicas e tecnológicas. Uma característica, no entanto, terá sempre: **a IIR centra-se nas necessidades dos cidadãos.**

Numa economia de mercado, as empresas deverão dar lucro, mas a IIR irá reorientar a investigação da preocupação de “será que isto pode dar dinheiro?” para “como poderá isto satisfazer as necessidades da sociedade no mercado?”.

### E SOBRE INVESTIGAÇÃO “DE BASE”?

A investigação fundamental não se destina a satisfazer as necessidades materiais imediatas da sociedade. Os profundos *insights* sobre o mundo em que vivemos - das escalas subatômicas às universais, do micro-biótico ao meio ambiente global – são uma parte **vital da cultura humana.**

A IIR aplica-se a todas as fases e aspectos da investigação, incluindo a investigação de base. Ela exige que o conhecimento adquirido seja **aberto e acessível a todos** e, que desde o seu ponto de partida sejam envolvidos o maior número de cidadãos que queiram participar na criação de novos conhecimentos tanto quanto possível.

### NECESSIDADES DE QUEM, DESAFIOS PARA QUEM?

Como poderemos, então, reconhecer as necessidades e anseios dos nossos concidadãos? Ao longo das últimas décadas temos assistido a muitas iniciativas que promovem o envolvimento do público em discussões e decisões políticas relacionadas com ciência, a colaboração entre cientistas, especialistas em ética e cientistas sociais, iniciativas de *open source*, inovação

orientada pelo utilizador ou ciência cidadã, entre outras. Devemos apoiar estas atividades e juntarmo-nos a elas. As instituições que financiam, regulam e governam a ciência e inovação também devem ser incitadas a dar-lhes resposta.

Praticar IIR significa **aperfeiçoar iniciativas já existentes e criar outras**. Significa prestar atenção aos desenvolvimentos atuais, sejam eles esforços ativos levados a cabo por cientistas para se responsabilizarem por tecnologias emergentes, ou barreiras culturais e institucionais que travam o progresso neste campo.

A IIR também engloba a ética na investigação, o género e outras formas de inclusão, o acesso livre a dados e publicações e a educação científica. Os cientistas e os inovadores devem ser incentivados a **responsabilizarem-se pelas realidades futuras a que ajudam a dar forma**. Mas a responsabilidade não é individual, e não é só deles. O desafio está em encontrar **formas colectivas de cuidar do futuro**.

Fonte: <http://www.rri-tools.eu/>

**As seis dimensões da IIR são apresentadas e descritas na tabela da página seguinte.**

**tabela 2**

As seis dimensões da IIR

**Dimensão chave****Envolvimento –**  
“choose together”

A primeira dimensão é o Envolvimento de todos os atores sociais - investigadores, indústria, decisores políticos e sociedade civil - no processo de investigação e inovação. Uma estrutura sólida de excelência em Investigação e Inovação Responsáveis implica que os desafios sociais sejam enquadrados em função das grandes preocupações sociais, éticas e económicas. É igualmente importante que, para o desenvolvimento de uma Investigação e Inovação Responsáveis, ocorra uma aprendizagem conjunta e que as práticas adotadas sejam comuns - os atores sociais devem estar em sintonia - de modo a que se desenvolvam as melhores soluções para os problemas e oportunidades sociais, e de modo a prevenir possíveis falhas das inovações futuras.

**Igualdade de género –**  
“unlock the full potential”

O envolvimento de todos os atores sociais pressupõe um envolvimento igual e equilibrado tanto dos homens como das mulheres - é fundamental combater a baixa representatividade das mulheres nas instituições de investigação. A dimensão do género deve assim ser integrada nos conteúdos da investigação e inovação.

**Educação em ciências –**  
“creative learning, fresh ideas”

Europe must not only increase its number of researchers, A Europa precisa de mais investigadores; precisa também de aperfeiçoar o atual ensino das ciências de modo a melhor munir os futuros investigadores e demais atores sociais de conhecimento e competências necessários a uma plena participação responsável no processo de investigação e inovação. É por isso fundamental estimular nos mais novos - crianças e jovens - o gosto pela aprendizagem da Matemática, das Ciências e da Tecnologia de modo a que aqueles, sendo os investigadores do futuro, possam contribuir para uma sociedade cada vez mais cientificamente literata. O pensamento criativo no contexto da educação em ciências é fundamental se pretendermos que esta seja o motor da mudança.



tabela 2 (cont.)

As seis dimensões da IIR

**Dimensão chave****Ética** – “do the right thing and do it right”

A sociedade europeia assenta em valores comuns e partilhados. De modo a responder adequadamente aos desafios sociais, a investigação e a inovação devem respeitar os direitos fundamentais e os mais altos padrões éticos. Para além dos aspetos legais obrigatórios, esta medida visa assegurar uma maior relevância e aceitação social dos resultados da investigação e da inovação. A Ética não deve ser entendida como um constrangimento à Investigação e Inovação Responsáveis, mas antes como garante da qualidade dos resultados.

**Livre acesso** – “share results to advance”

A Responsabilidade requer uma investigação e inovação transparentes e acessíveis; tal pressupõe permitir, aos atores sociais, o **livre acesso** aos resultados - publicações e dados - da investigação científica financiada pelo dinheiro público. Tal medida estimulará não só a inovação como também a utilização dos resultados científicos por todos os atores sociais, o que contribui para a tomada de decisão fundamentada na investigação científica.

**Governança** – “design science for and with society”

A última dimensão engloba todas as outras: é a **Governança**. Os decisores políticos têm a responsabilidade de prevenir os desenvolvimentos em investigação e inovação que não tenham em conta a dimensão Ética ou que possam ser prejudiciais. Pretende-se que os decisores políticos desenvolvam modelos harmoniosos para uma Investigação e Inovação Responsáveis que integrem o Envolvimento Público, a Igualdade de Género, a Educação em Ciências, o Livre Acesso e a Ética.

3

# Visão geral do módulo

# Visão geral do módulo

**Apresentam-se, em seguida, os aspetos gerais do módulo. A sua leitura facilita a implementação do mesmo em contexto de sala de aula. É igualmente importante ler o módulo do aluno.**

## Ponto de partida

Este módulo foi desenhado para os alunos do ensino secundário, com idades entre os 15 e os 18 anos. É importante que os alunos estejam familiarizados com o método científico e que o seu nível de conhecimento e linguagem lhes permita concretizar a análise de artigos científicos. O reconhecimento das várias áreas científicas e a compreensão das causas e consequências das alterações climáticas poderá ser uma vantagem no desenvolvimento do módulo, uma vez que a ciência polar resulta da contribuição de várias áreas científicas e procura conhecer e compreender os processos que afetam as regiões polares, na sua maioria associados às alterações climáticas.

## Objetivos de aprendizagem

No final do módulo, os alunos serão capazes de:

- Reconhecer as características inerentes às regiões polares, resumir e organizar informações relevantes e de forma consistente através de um mapa conceptual (Explore phase);
- Interpretar um artigo científico, distinguir a metodologia, os resultados e as conclusões e determinar a sua contribuição para o avanço da ciência (Explain & Elaborate phase);
- Identificar a presença/ ausência de práticas de IIR no artigo em análise (Explain & Extend phase);
- Propor melhorias ao nível das práticas de IIR para a investigação representada no artigo analisado e justificar as sugestões apresentadas (Explain & Extend phase);
- Planificar e desenvolver uma exposição relativa à ciência polar, abordando as 6 dimensões da IIR (Exchange & Empowerment phase);
- Produzir uma ferramenta de avaliação que lhes permita conhecer e avaliar o impacto do seu trabalho na compreensão dos visitantes sobre a ciência polar e sobre a sua consciência quanto à IIR relativa à Ciência Polar (Exchange & Empowerment phase);

- Desenvolver capacidades de comunicação (verbal e não verbal);
- Refletir sobre o seu próprio progresso;
- Utilizar uma gama variada de ferramentas da web2.0 (Glogster, Prezi, Poplet, Pixton, Movie Maker e GoogleDocs).

## Atividades de aprendizagem baseadas no modelo IBSE dos 5E expandido (7E)

### Engage

**TAREFA 1** | O tema é apresentado aos alunos através do recurso a um texto, a uma tarefa de reflexão e a um vídeo que evidencia alguns aspetos da investigação científica realizada por um biólogo marinho português em solo Antártico. Mostrar que existem investigadores portugueses a contribuir para o avanço da ciência polar, levará os alunos a ficar mais interessados e envolvidos no tema. Assim, sugerimos o contacto com um cientista polar convidando-o a estar presente na escolar par partilha com os alunos.

Esta tarefa inicial tem a finalidade de promover um **primeiro contacto com as regiões polares** e a sua **importância para o planeta Terra** e para a ciência, bem como, permitir aos alunos antecipar a relevância das boas práticas, fundamentais para uma investigação responsável. As **questões da IIR podem e devem ser abordadas** desde o primeiro momento. Nesta fase poderá abordar, por exemplo, a contribuição da ciência e os cientistas e o papel dos diversos atores sociais e sua responsabilidade para com a mudança do clima global.

É essencial, para o envolvimento dos alunos, que estes entendem o propósito do seu trabalho, relativamente a este módulo: **como cidadãos ativos, os alunos têm o poder de alertar os outros e instigá-los à mudança no comportamento e na forma de pensar**, através da exposição final sobre IIR na ciência polar.

### Explore

**TAREFA 2** | Através de pesquisa orientada e de alguns recursos acerca das regiões polares (Antártida e Ártico), os alunos serão capazes de caracterizar estas regiões quanto a alguns aspetos relevantes, como o seu clima, biologia, geologia, entre outros. Esta tarefa, que se concretiza através da construção de um mapa de conceitos ou de uma apresentação, tem a finalidade de evidenciar a ciência polar como um domínio mais relevante e importante para os alunos.

Pretende-se que, nesta fase, os alunos coloquem questões e identifiquem conceitos relacionados com as regiões polares e com a ciência polar e compreendam profundamente por que essas regiões são tão importantes para o planeta Terra. Através da construção dos mapas conceptuais e da confrontação dos vários mapas, irão surgir questões que precisam ser esclarecidas, relacionadas com as dúvidas e equívocos dos alunos. Esta atividade tem ainda a

finalidade de tornar claro para os alunos o que eles sabem e não sabem sobre o tema, mas necessitam e querem descobrir.

Esta actividade tem ainda como finalidade clarificar e consolidar conceitos prévios e evidenciar aspetos que necessitam aprofundar ou investigar.

### Explain

**TAREFA 3 |** Após a divisão da turma em grupos de trabalho, os alunos irão analisar diferentes artigos científicos de modo a compreenderem o seu contributo para o avanço do conhecimento acerca das regiões polares e da ciência polar, assim como, o seu contributo para uma Investigação e Inovação mais Responsáveis no campo da ciência polar.

Encontra-se, a seguir, a listagem de artigos científicos produzidos no âmbito da ciência polar, disponíveis em português.

**tabela 3**

## Artigos científicos

Domínio	Título
<b>Química</b>	<p>Pesquisa de toxicidade nos sedimentos marinhos do Ártico Canadano</p> <p><a href="https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo3_pt.pdf">https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo3_pt.pdf</a></p>
<b>Biologia</b>	<p>Efeito dos transmissores de satélite em albatrozes e petréis</p> <p><a href="https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo2_pt.pdf">https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo2_pt.pdf</a></p> <p>Mudanças sazonais na dieta e comportamento alimentar de um predador de topo indicam uma resposta flexível à deterioração das condições oceanográficas</p> <p><a href="https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo4_pt.pdf">https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo4_pt.pdf</a></p> <p>Influência da idade, sexo e estado reprodutivo no padrão de acumulação de mercúrio no albatroz-errante, <i>Diomedea exulans</i></p> <p><a href="https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo1_pt.pdf">https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo1_pt.pdf</a></p>
<b>Climatologia</b>	<p>Aquecimento climático e dinâmica do Permafrost na região da Península Antártica</p> <p><a href="https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo5_pt.pdf">https://cienciapolar.files.wordpress.com/2015/04/artigo5_pt.pdf</a></p>

Após a distribuição dos artigos pelos grupos, pretende-se que os alunos aprofundem o tema através da análise e compreensão de cada uma das investigações representadas nos artigos científicos. Os alunos devem identificar os principais aspetos da investigação em análise e, compreender o seu propósito e relevância para a ciência polar.

De modo a facilitar a leitura e a análise do artigo científico, sugerimos que forneça aos alunos as seguintes questões de orientação:



## Questões para orientar os alunos na análise dos artigos científicos

1. Identifiquem: título, autores, ano de publicação, revista científica em que o artigo foi publicado. A revista científica em que o artigo foi publicado é de livre acesso? De que forma é possível aceder ao artigo original?
2. Identifiquem a área investigativa na qual o estudo se insere.
3. Identifiquem o(s) objetivo(s) do estudo/questões de investigação.
4. Em que local/locais se desenvolveu o estudo?
5. O que foi amostrado? E como foi selecionada a amostra?
6. Qual o fundamento para a necessidade de realização deste estudo? (quais os argumentos com os quais os autores justificam a necessidade de se realizar este estudo?)
7. Síntese da metodologia utilizada:
8. Que aspetos da metodologia não conseguiram compreender?
9. A que resultados chegaram os autores?
10. A que conclusões chegaram os autores?
11. Que aspetos do artigo não conseguiram compreender?
12. O estudo pareceu-vos relevante? O que destacam de mais relevante no trabalho? Que aspetos do trabalho vos pareceram mais aborrecidos de concretizar?

### Elaborate

**TAREFA 4, 5 & 6** | Esta tarefa tem a finalidade de introduzir, de um modo explícito, a IIR aos alunos, dado tratar-se de um conceito relativamente novo, e de compreensão não muito fácil, especialmente quando se trate de alunos mais novos. Após a leitura de um texto sobre a IIR, os alunos têm que elaborar a sua própria definição de IIR e procurar entender o significado de cada uma das suas 6 dimensões. Esta abordagem explícita é intencional, e pretende-se que nas tarefas subsequentes os alunos consigam realizar uma melhor ligação entre a IIR (enquanto conceito abstrato) e o tema do módulo, a ciência polar.

A partir do mesmo artigo analisado na etapa anterior, pretende-se agora que os alunos identifiquem nele a presença/ou ausência de boas práticas no que respeita à Investigação e Inovação Responsáveis (IIR) em função das seis dimensões da IIR. Pretende-se, igualmente, que os alunos apresentem sugestões (fundamentadas) de melhoria da investigação analisada de

modo a torna-la mais responsável. Por último, os alunos devem elaborar uma apresentação (Powerpoint, Prezi ou outro suporte) sobre o artigo analisado através da qual o sintetizem e indiquem qual a relevância do mesmo para o avanço do conhecimento científico. Os alunos devem incluir também as boas práticas identificadas no que respeita à IIR assim como as suas sugestões para aumentar a responsabilidade dessa investigação.

Pretende-se, nesta fase, que os alunos explorem alguns exemplos de boas práticas de IIR em Ciência Polar, e que reflitam sobre se os mesmos são, efetivamente, bons exemplos quanto a essa temática. Os alunos devem, ainda, identificar outros exemplos e apresentá-los de uma forma fundamentada.

### Exchange + Empowerment

**TAREFA 7** | Organizados em grupos, os alunos são convidados a produzir uma **exposição** com o propósito de dar a conhecer o tema e **alertar os cidadãos para as questões da IIR em ciência polar**. Os alunos têm toda a liberdade criativa para escolher o tipo de objeto interativo que irá integrar a exposição. Seja qual for o objeto escolhido, é necessário que os alunos tenham em mente que o objeto deve: a) apresentar os artigos científicos analisados; b) apresentar formas de melhorar a IIR na investigação ilustrada pelo artigo, e justificá-las; e, c) permitir a interação com o visitante, estimular a interação entre os visitantes e fazê-los refletir sobre os aspetos apresentados.

A dimensão *Empowerment* baseia-se na noção (tem de ser **explicitamente discutida** com os alunos) que os **alunos são cidadãos ativos, capazes de agir coletivamente**, com o objetivo de **alertar os outros** sobre questões acerca da **IIR em ciência polar** e mudar a sua maneira de pensar. Esta ação fundamentada em investigação científica (portanto, não no senso comum), pode assumir a forma de uma exposição produzida pelos alunos.

O **Guia para o desenvolvimento de exposições interativas IRRESISTÍVEL** – uma introdução ao desenvolvimento de exposições com os alunos como curadores – é um recurso que está disponível e que pode aceder através deste [link](#). Este guia contém todas as informações necessárias para o planeamento e construção de uma exposição interativa, assim como, exemplos de possíveis cenários e dicas que podem ajudá-lo a si e aos seus alunos no desenvolvimento desta tarefa.

Os alunos devem também conceber um instrumento de avaliação (questionário) que lhes permita conhecer as perceções dos visitantes relativamente à exposição. A **avaliação de exposição pelos visitantes é um passo importante**, por permitir **conhecer o impacto** do trabalho dos alunos na compreensão do tema dos pelos visitantes e na sua consciência sobre RRI. Todos os alunos devem estar envolvidos na tarefa de formular e escolher os itens / perguntas que devem estar presentes no questionário de avaliação. Depois da recolha dos dados sugerimos que os alunos analisem os dados obtidos em grupo e apresentem aos colegas os resultados referentes às perceções dos visitantes acerca da exposição



### Evaluate

A auto e a hetero avaliação estão presentes em distintos momentos ao longo do módulo. Os alunos devem avaliar os objetos construídos (mapa de conceitos, apresentações e objetos a integrar a exposição final) pelo seu grupo (autoavaliação) e pelos colegas dos outros grupos (heteroavaliação), assim como, a exposição no seu todo. São facultadas grelhas de avaliação para os distintos momentos de avaliação. Os **alunos devem ter acesso prévio aos critérios de avaliação de modo a poderem apresentar o seu trabalho no seu melhor.**

Devem, ainda, conceber um instrumento de avaliação (questionário) que lhes permita conhecer as perceções dos visitantes relativamente à exposição, como referido no ponto anterior.

## Investigação e Inovação Responsáveis (IIR)

No início do módulo, é introduzida aos alunos uma tarefa que os faz pensar sobre a responsabilidade na investigação científica. Esta tarefa tem como a finalidade a tomada de consciência sobre a importância das boas práticas no domínio da investigação científica.

Na fase **Elaborate**, é realizada a abordagem às 6 dimensões da IIR. A tarefa proposta implica a leitura de dois textos sobre IIR e a discussão do conceito de IIR e das suas 6 dimensões: nesta fase **o papel do professor é crucial; é necessário garantir que os alunos compreendam o conceito de IIR, bem como, cada uma das suas 6 dimensões.**

É ainda proposto aos alunos a identificação de exemplos de boas práticas IIR numa investigação científica real – a retartadad no artigo científico analisado. Segue-se a sugestão de práticas alternativas fundamentadas pelos alunos a fim de melhorar a responsabilidade dessa mesma investigação. Na parte final da tarefa, os alunos terão a possibilidade de explorar exemplos reais de boas práticas RRI em Ciência Polar – um exemplo para cada uma das seis dimensões e refletir sobre se os mesmos são, efetivamente, bons exemplos quanto a essa temática.

## Avaliação

A auto e a hetero avaliação estão presentes em diferentes momentos.

**I momento | Explore | Tarefa 2**

Avaliação dos mapas de conceitos evidenciando o conhecimento dos alunos sobre as regiões polares, resultante da investigação realizada.

**II momento | Explain | Tarefa 3**

Avaliação das respostas dos alunos às questões de orientação para a análise do artigo científico.

**III momento | Elaborate | Tarefa 5 & 6**

Apresentação sumária da análise do artigo científico + contribuições para o avanço da ciência polar + práticas IIR identificadas e sugeridas.

**VI momento | Exchange + Empowerment | Tarefa 7**

Exposição final e respetivos objetos

**V momento**

Reflexão sobre a exposição desenvolvida e os seus resultados.

As grelhas de avaliação dos mapas conceptuais (pág. 38), das apresentações (pág. 39), dos objetos da exposição (pág. 41) e exposição final (pág. 42) que poderão ser utilizadas por professor e alunos. **É crucial os alunos terem acesso prévio aos critérios de avaliação, a fim de terem a oportunidade de se apresentar no seu melhor.** Os alunos irão também construir um questionário on-line que lhes permitirá avaliar o impacto do seu trabalho na compreensão dos visitantes sobre o tema e na sua consciência acerca da IIR em Ciência Polar.





# Plano do módulo

## Plano do módulo

**O desenvolvimento do presente módulo prevê a realização de atividades em sala de aula e atividades extra sala de aula.**

**A tabela seguinte descreve um exemplo como as atividades do módulo podem ser planificadas.**

**tabela 4**

## Planificação das atividades do módulo

Tarefas	Descrição	Tempo em aula	Tempo extra aula	Recursos
1	Introdução ao módulo; levantamento de questões e identificação de conceitos relativos ao tema pelos alunos.	90'		Recursos do módulo
2	Pesquisa para a caracterização das regiões polares e produção de um mapa conceptual (construído em POPPLET) ou apresentação (em Prezi). Trabalho individual ou em pares. Partilha dos mapas conceptuais com os colegas e professor.		1 semana	Recursos do módulo Ferramentas TIC: POPPLET, PREZI
2 (conclusão)	Apresentação dos mapas concetuais.			
3	Introdução à tarefa da análise do artigo (o que é e qual é o propósito de um artigo científico, a leitura de um artigo científico; desconstruir / analisar um artigo científico). Distribuição dos artigos por grupos.	90'		Artigos científicos (traduzidos para português)
3 (continuação)	Leitura e interpretação do artigo: Que contribuição para o avanço do conhecimento sobre as regiões polares? Os alunos preparam uma primeira análise e entregam ao professor para revisão		1 semana	
3 (conclusão)	Reformulação da análise tendo em conta os comentários realizados pelo professor.		2 dias após feedback	
4	O que é a IIR e quais são as suas 6 dimensões.			
5	Análise do artigo em termos de IIR: identificação de boas práticas de IIR	45'	-	-

tabela 4 (cont.)

## Planificação das atividades do módulo

Tarefas	Descrição	Tempo em aula	Tempo extra-aula	Recursos
5 (continuação)	Construção de uma apresentação que resuma a análise do artigo + a sua contribuição para o avanço da ciência polar + práticas IIR identificadas e sugeridas pelos alunos.		1 semana	Prezi PowerPoint
5 (conclusão) 6	Comunicação das apresentações em sala de aula. Exploração de exemplos de boas práticas de IIR em ciência polar e sugestões de outras práticas de IIR e respetiva justificação.	90'		Recursos do módulo
7	Planificação dos objetos para a exposição Planificação de estratégias para divulgação da exposição / Espaço, materiais e recursos necessários para a exposição	45'	2 semanas	
7	Exposição final: montagem e divulgação Desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação para os visitantes (questionário on-line ou em papel). Procedimento a adotar para o tratamento dos dados.		1 semana	Ferramentas TIC: Googledocs (para a construção do questionário)
7	Tratamento dos dados recolhidos a partir do feedback visitantes. Reflexão sobre a exposição e sobre o trabalho realizado.		1 semana	
Avaliação (auto/hetero)		45'		Grelhas de observação

5

# Grelhas de avaliação



# Grelhas de observação

**De seguida facultam-se as grelhas de avaliação que podem ser utilizadas pelo professor e pelos alunos nos distintos momentos de avaliação do módulo.**



## Mapa de conceitos

	3	2	1	
1. Compreensão dos conceitos e da terminologia	Evidencia uma ótima compreensão dos conceitos e sub-conceitos. Os conceitos e sub-conceitos são utilizados com precisão.	Evidencia uma boa compreensão da maioria dos conceitos e sub-conceitos mas comete até duas imprecisões.	Evidencia uma fraca compreensão dos conceitos e sub-conceitos ou comete mais de duas imprecisões.	___/3
2. Relações entre conceitos	O mapa identifica todos os conceitos importantes e evidencia um pensamento complexo sobre as relações significativas entre eles.	O mapa evidencia vários conceitos importantes e um pensamento efetivo sobre as relações mais significativas entre as ideias.	O mapa utiliza poucos conceitos importantes, revela pouca reflexão sobre eles ou efetua algumas ligações incorretas.	___/3
3. Disposição dos Conceitos	Mapa muito bem organizado e com formato lógico. Principal conceito é facilmente identificável; Estrutura não-linear (os sub-conceitos ramificam-se adequadamente a partir da ideia principal) que fornece uma visão muito completa e interligada das ideias.	A maior parte do mapa é de fácil leitura; o principal conceito é facilmente identificável; estrutura não-linear (a maioria dos sub-conceitos ramifica-se adequadamente a partir da ideia principal) que fornece uma visão completa e interligada das principais ideias.	Mapa pouco organizado (algo confuso); o conceito principal não está identificado de forma clara; os sub-conceitos não se ramificam consistentemente a partir da ideia principal; o mapa não proporciona uma visão completa nem muito interligada das ideias.	___/3
4. Imagens e vídeos	As imagens e os vídeos utilizados são perfeitamente adequados ao contexto e facilitam a compreensão do tema.	A maioria das imagens e dos vídeos utilizados adequa-se ao contexto e facilita a compreensão do tema.	As imagens e os vídeos são utilizados de forma inadequada e excessiva e não facilitam a compreensão do tema.	___/3
5. "Design"	Ótimo aspeto visual; utilização eficaz da cor e do espaço para organizar ideias ou sub-temas e/ou dar ênfase.	Bom aspeto visual; na maior parte das vezes, a cor e o espaço são utilizados de forma eficaz para organizar ideias ou sub-temas e/ou dar ênfase.	Aspeto desordenado; fraco aspeto visual; utilização pouco cuidada das cores e do espaço.	___/3
TOTAL				___/15



## Apresentação

CRITÉRIOS	4	3	2	1	PONTOS
1. Correção científica	Apresentação reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações	Apresentação sem qualquer incorreção ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação com algumas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação com várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	___/4
2. Justificação da argumentação	Todos os elementos do grupo revelam um conhecimento profundo do conteúdo do seu trabalho e justificação da argumentação	A maioria dos elementos do grupo revela um bom conhecimento do conteúdo do seu trabalho e de justificação da argumentação	Vários elementos do grupo têm um conhecimento deficiente do conteúdo do seu trabalho OU são incapazes de justificar os argumentos	Os elementos do grupo não estão suficientemente preparados para defender aspetos do seu trabalho; Não possuem os conhecimentos ou as capacidades necessárias	___/4
3. Correção do discurso	Discurso muito bem articulado e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e de utilização correta de linguagem científica	Discurso razoavelmente bem articulado e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e de linguagem científica	Lapsos gramaticais e dificuldades de pronúncia e de linguagem científica	Dificuldade de discurso e incorreções gramaticais, de pronúncia e de linguagem científica	___/4
4. Articulação entre os elementos do grupo	Excelente articulação entre os vários elementos do grupo; Apresentação lógica e extremamente bem organizada	Boa articulação entre a maioria dos elementos do grupo. Contudo, algum dos elementos não preparou a apresentação com os restantes	Fraca articulação entre os vários elementos do grupo. Torna-se evidente que alguns deles não prepararam a apresentação	Não existe qualquer articulação entre os vários elementos do grupo; Apresentação desorganizada	___/4
5. Clareza e objetividade	Exposição clara, objetiva e com evidência dos aspetos fundamentais	Exposição clara, mas com alguns aspetos supérfluos	Exposição clara, mas pouco objetiva; Foram apresentados muitos aspetos supérfluos	Exposição pouco clara, pouco objetiva e sem evidência dos aspetos fundamentais	___/4
6. Apresentação da informação	A informação é apresentada e não lida	A informação é apresentada mas acompanhada da leitura de algumas notas	A maior parte da informação é lida em vez de ser apresentada	A informação é lida em vez de ser apresentada	___/4
7. Capacidade de suscitar interesse	Apresentação bem ensaiada, sem percalços e eficaz na captação da atenção e do interesse da audiência	Apresentação com alguns percalços mas eficaz na captação da atenção e do interesse da audiência	Apresentação com alguns percalços e nem sempre eficaz na captação da atenção e do interesse da audiência	Apresentação com percalços e ineficaz na captação da atenção ou do interesse da audiência	___/4
8. Suporte audiovisual	Utiliza elementos audiovisuais de grande qualidade para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação (imagens, esquemas/gráficos, vídeos)	Utiliza elementos audiovisuais de qualidade mas não os explora adequadamente	Utiliza alguns elementos audiovisuais de fraca qualidade	Não utiliza qualquer elemento audiovisual para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação (imagens, esquemas/gráficos, vídeos)	___/4



## Apresentação (cont.)

CRITÉRIOS	4	3	2	1	PONTOS
9. Criatividade	Apresentação extremamente criativa tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados	Apresentação com vários aspetos criativos ao nível da metodologia e dos materiais utilizados	Apresentação pouco criativa ao nível da metodologia e dos materiais utilizados	Apresentação nada criativa tanto ao nível da metodologia como dos materiais utilizados	___/4
10. Gestão do tempo	Ótima gestão do tempo disponível	A apresentação ultrapassa ligeiramente o período temporal que lhe estava destinado	A apresentação ultrapassa consideravelmente o período temporal que lhe estava destinado	Não respeita o tempo ou por excesso ou por defeito	___/4
11. Utilização da voz	Discurso audível durante toda a apresentação, boa articulação de voz com suportes audiovisuais	Discurso audível durante a maior parte da apresentação, com inflexão e expressividade	Discurso com grandes oscilações no volume de voz, mas sem expressividade	Discurso inaudível, com voz monótona, sem inflexões e expressividade	___/4
Total					___/48



## Objeto para a exposição

	4	3	2	1	
<b>1. Correção Científica</b>	Objeto revelador de um excelente domínio de conceitos e informações	Objeto sem qualquer incorreção ao nível dos conceitos ou das informações	Objeto com algumas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	Objeto com várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	___/4
<b>2. Mensagem</b>	Mensagem clara, objetiva e com evidência dos aspetos fundamentais	Mensagem clara, mas com alguns aspetos supérfluos	Mensagem clara, mas pouco objetiva; Foram apresentados muitos aspetos supérfluos	Mensagem pouco clara, pouco objetiva, sem evidência dos aspetos fundamentais	___/4
<b>3. IIR</b>	Existe uma ligação muito explícita entre o tema e a IIR	Existe uma ligação explícita entre o tema e a IIR	Existe uma ligação pouco explícita entre o tema e a IIR	A IIR está ausente	___/4
<b>4. Dimensões da IIR</b>	Estão presentes as 6 dimensões da IIR	Estão presentes 4 ou 5 dimensões da IIR	Estão presentes 2 ou 3 dimensões da IIR	Apenas está presente uma dimensão da IIR	___/4
<b>5. Interatividade</b> [capacidade de levantar questões, promover a reflexão individual e coletiva, promover a interação entre visitantes, permitir que o visitante deixe a sua marca]	O objeto é muito interativo	O objetivo é moderadamente interativo	O objeto é pouco interativo	O objeto não é interativo	___/4
<b>6. Ativismo</b> [capacidade do objeto alertar o visitante e motivá-lo para a ação]	Muito explícito	Moderadamente explícito	Pouco explícito	Ausente	___/4
<b>7. Aspeto Gráfico</b>	Objeto muito apelativo do ponto de vista gráfico	Objeto moderadamente apelativo do ponto de vista gráfico	Objeto pouco apelativo do ponto de vista gráfico	Objeto nada apelativo do ponto de vista gráfico	___/4
				<b>Total</b>	___/28



## Exposição

	Excelente 5	Muito Bom 4	Adequado 3	A melhorar 2	Não aceitável 1
<b>ORGANIZAÇÃO</b>					
A ideia principal da exposição é clara					
Existe uma ligação coerente entre os objetos ao longo da exposição					
Os objetos da exposição fazem sentido quando vistos isoladamente ou em conjunto					
<b>CONTEÚDO</b>					
A exposição permite desenvolver a ideia principal					
A ligação entre o tema e a IIR é explícita					
A exposição apresenta informação, gera curiosidade, altera ideias ou sentimentos relativamente ao tema e/ou motiva para a ação					
A informação apresenta correção científica					
<b>APRESENTAÇÃO</b>					
O aspeto gráfico geral da exposição adequa-se ao tema					
O aspeto gráfico geral da exposição facilita a compreensão da mensagem					
<b>IMPACTO</b>					
A exposição é envolvente, atrai o visitante e capta a sua atenção					
A exposição é capaz de alterar a perspetiva do visitante acerca do tema: enriquecendo o seu leque de conhecimentos, ensinando-lhe algo novo, modificando as suas ideias ou sentimentos relativamente ao tema, ou motivando-o para a ação.					

[Adaptado de D'Acquisto, Linda. (2006). *Learning on display: Student-Created museums that build understanding*. Alexandria, VA: Association for Supervision & Curriculum Development. pp. 116-117]

Pontuação total: \_\_\_\_\_

O que destacas de mais positivo na exposição e porquê?

O que destacas de menos positivo na exposição e porquê?

Como poderíamos melhorar? Indica um ou dois aspetos.



# 6

## Bibliografía Recomendada



# Bibliografia recomendada sobre IBSE, modelo dos 5E e IIR

- Bybee, R. (2002). Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum. In R. W. Bybee (2002) (Ed.), *Learning science and the science of learning* (25-35). Arlington, VA: NSTA Press.
- Bybee, R. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Springer.
- Bybee, R. et al (2006). *BSCS 5E Instructional Model: origins and effectiveness*.  
[http://bscs.org/sites/default/files/\\_legacy/BSCS\\_5E\\_Instructional\\_Model-Full\\_Report.pdf](http://bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Full_Report.pdf)
- Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills*.  
[http://itsisu.concord.org/share/Bybee\\_21st\\_Century\\_Paper.pdf](http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf)
- Grunwald, A. (2011). Responsible Innovation: Bringing together Technology Assessment, Applied Ethics, and STS research. *Enterprise and Work Innovation Studies*, 7, 9 - 31.  
<http://www.itas.kit.edu/pub/v/2011/grun11c.pdf>
- Hargrave, J. (2013). *Museums in the Digital Age*.  
[http://www.arup.com/~media/Files/PDF/Publications/Research\\_and\\_whitepapers/2013\\_Arup\\_FRI\\_MuseumsintheDigitalAge\\_final\\_web.ashx](http://www.arup.com/~media/Files/PDF/Publications/Research_and_whitepapers/2013_Arup_FRI_MuseumsintheDigitalAge_final_web.ashx)
- Hawkey, R. (2004). *Learning with Digital Technologies in Museums, Science Centres and Galleries*. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/04/96/PDF/hawkey-r-2004-r9.pdf>
- Heath, C. & D. vom Lehn. (2009). Interactivity and Collaboration: new forms of participation in museums, galleries and science centres. In Ross Parry (ed.). *Museums in a Digital Age*. Routledge: Milton Park, 266-280.
- Hofstein, A. & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education*, 28, 87-112.  
<http://www.bobpearlman.org/BestPractices/Israel/Bridging%20the%20Gap.pdf>
- NSTA. BSCS 5E Instructional Model <http://learningcenter.nsta.org/files/PB186X-4.pdf>
- Owen, R., Macnaghten, P. & Stigoe, J. (2012). Responsible research and innovation: from science in society to science for society, with society. *Science and Public Policy*, 39(6), 751-760.

Sutcliffe, H. (2011). *A report on on responsible research and innovation*.

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/rri-report-hilary-sutcliffe\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf)