



DOI:

<https://doi.org/10.36367/ntqr.21.1.2025.e1211>

Marina Mota

Cristina Manuela Sá

Cecília Guerra

Data de submissão: Março, 2024

Data de avaliação: Novembro, 2024

Data de publicação: Março, 2025

DESENVOLVIMENTO DE UM RECURSO DIDÁTICO INTERATIVO EM BANDA DESENHADA CIENTÍFICA UTILIZANDO A ABORDAGEM DESIGN THINKING

RESUMO

Este estudo insere-se em um plano de Investigação & Desenvolvimento e adota a abordagem do *Design Thinking* para desenvolver um recurso didático interativo no formato de banda desenhada científica (*science comics*). Tendo como foco o tema Saúde e bem-estar, o recurso concentra-se na promoção da comunicação e educação de conceitos científicos para crianças dos primeiros anos de escolaridade (entre 6 e 9 anos de idade). O objetivo do artigo é apresentar e refletir sobre o processo de desenvolvimento do recurso, numa lógica de co-criação com uma equipa multidisciplinar – das áreas da comunicação, educação e saúde – envolvendo técnicas de recolha e análise de dados qualitativos. O processo do *Design Thinking* foi combinado com a metodologia de investigação qualitativa através da realização dos seguintes procedimentos: (1) revisão sistemática da literatura; (2) entrevistas com especialistas; (3) análise de bandas desenhadas científicas; (4) definição do design do recurso didático (5) planificação da sequência didática que orienta o seu uso; (6) implementação de protótipos em ambientes autênticos de aprendizagem e (7) recolha de *feedbacks* dos utilizadores. Foram concebidos os guiões da sequência didática e três recursos didáticos interativos em banda desenhada, com histórias sobre situações do quotidiano das crianças envolvendo conceitos de ciências naturais, saúde e educação para a saúde. Para o desenvolvimento eficaz de recursos interativos no formato de banda desenhada científica, é imprescindível compreender as necessidades educativas dos utilizadores e definir claramente os atributos interativos do recurso. Este processo é essencial para otimizar a sequência didática que orienta o seu uso, garantindo que o recurso contribua para os objetivos de aprendizagem esperados, relacionados com a promoção da literacia científica das crianças.

Palavras-Chave

Banda desenhada; Comunicação e divulgação científica; Educação em ciências; Investigação colaborativa; *Design thinking*.

DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE DIDACTIC RESOURCE BASED ON SCIENCE COMICS USING A DESIGN THINKING APPROACH

Abstract

This study is part of a Research & Development project that employs the Design Thinking approach to develop an interactive didactic resource in a science comics format. Focusing on the Health and Well-being theme, the resource aims to promote the communication and education of scientific concepts for children in the early years of schooling (aged 6 to 9). The article aims to present and reflect on the development process of the resource within a co-creation approach, involving a multidisciplinary team from the fields of communication, education, and health, and employing qualitative data collection and analysis techniques. The Design Thinking process was integrated with qualitative research methodology through the following procedures: (1) systematic literature review; (2) interviews with experts; (3) analysis of science comics; (4) definition of the design of the didactic resource; (5) planning the didactic sequence guiding its use; (6) implementation of prototypes in authentic learning environments; and (7) collection of user feedback. The guide for the didactic sequence and three interactive didactic resources based on science comics were developed, featuring stories about children's daily life situations that incorporate concepts from natural sciences, health, and health education. For the effective development of interactive didactic resources based on science comics, it is essential to understand users' educational needs and to define the resource's interactive attributes clearly. This process is crucial for optimizing the didactic sequence guiding its use, ensuring that the resource contributes to the expected learning objectives related to the promotion of children's scientific literacy.

Keywords

Comics; Scientific communication and dissemination; Science education; Collaborative research; Design thinking.

1. Introdução

A banda desenhada (BD) é uma ferramenta de comunicação apreciada por diferentes públicos, comumente associada ao entretenimento, podendo ser definida como “juxtaposed pictorial and other images in deliberate sequence, intended to convey information and/or to produce an aesthetic response in the viewer” (McCloud, 1993, p. 9). A BD integra textos e imagens, juntamente com elementos mistos (ex. balões de fala e onomatopeias), constituindo o que se pode designar de uma 'gramática da BD' (Sá, 2016).

Nas ciências naturais, a BD facilita a compreensão de conceitos abstratos, fornecendo contexto para as informações através de uma sequência narrativa (Affeldt et al., 2018; Hosler & Boomer, 2011; Scavone et al., 2019). É neste âmbito que surge o conceito de BD científica ou *science comics*, que têm como objetivo comunicar a ciência e/ou educar o leitor sobre temas científicos, portanto não-ficcionais (Tatalovic, 2009). Como observa Tribull (2017): “Much like a textbook or article, a science comic can be used to explain basic or specific concepts, ranging from introductory earth science to the research of a doctoral student” (p. 459).

Embora variem, Tribull (2017) lista alguns aspetos gerais a contemplar no desenvolvimento de BD científicas: (1) criar um enredo narrativo; (2) considerar as características do público-alvo; (3) trabalhar com parceiros; (4) avaliar o formato da BD; (5) financiamento.

Apesar da existência de inúmeros estudos sobre as potencialidades da BD na comunicação e educação em ciências (CEC) (Farinella, 2018; Hosler & Boomer, 2011; Tatalovic, 2009; Mota et al. 2021), concordamos com Tavares et al. (2023) que ainda são escassos os estudos que demonstrem o processo de desenvolvimento destes recursos. No entanto, é possível verificar que estes estudos destacam a colaboração interdisciplinar e a análise do público-alvo (Tribull, 2017; Tavares et al., 2023), bem como a criação de materiais visuais (ex. *sketches*, *storyboards*) para melhorar a comunicação entre os elementos da equipa (Friesen et al., 2018).

Neste contexto, o *Design Thinking* (DT) surge como uma abordagem promissora, enfatizando a iteratividade e envolvimento dos utilizadores no processo. No desenvolvimento de BD científicas, este aspeto é particularmente útil, pois ajuda a abordar conteúdos científicos adequadamente, considerando as necessidades do público-alvo.

Segundo Creswell (2012), a metodologia qualitativa é indicada em situações em que ainda há pouca informação sobre o fenómeno de estudo e as variáveis envolvidas são desconhecidas, sendo necessário explorar as perceções e experiências dos participantes envolvidos. Escolhemos esta metodologia por permitir captar a complexidade dos fenómenos sociais, oferecendo uma flexibilidade adaptável ao processo dinâmico do DT, sem comprometer o rigor científico.

Este artigo apresenta um estudo que seguiu o plano de Investigação & Desenvolvimento (I&D) (Barab & Squire, 2004; Easterday et al., 2018; McKenney & Reeves, 2021; Van Den Akker, 1999) para investigar o desenvolvimento de recursos didáticos interativos (RDI) em formato de BD, destinados à CEC.

Decorre no contexto não-formal de educação e aborda temas de saúde e bem-estar, tendo como questão de investigação: *Como desenvolver RDI em BD para promoção da literacia científica de crianças dos primeiros anos de escolaridade?* Partindo de princípios do plano de I&D, procurou-se combinar técnicas de recolha e análise de dados qualitativos com o processo do DT proposto por Riverdale e IDEO (2012).

2. Enquadramento teórico

Na literatura, o plano de I&D é designado por termos como *development research* (Van Den Akker, 1999), *design research* (Easterday et al., 2018), *design-based research* (Barab & Squire, 2004), e *educational design research* (McKenney & Reeves, 2021), sendo um modelo investigativo iterativo que visa compreender o desenvolvimento de artefactos, alinhando soluções práticas com a teoria subjacente e sintetizando os seus resultados em princípios gerais.

As técnicas utilizadas na I&D são similares às de outras metodologias de investigação em educação, sendo a principal diferença o foco no próprio *processo de design* como objeto de estudo (Easterday et al., 2018).

Na realidade, de acordo com Barab e Squire (2004), não se trata de uma abordagem única, mas sim de “a series of approaches, with the intent of producing new theories, artifacts, and practices that account for and potentially impact learning and teaching in naturalistic settings” (p. 2).

Neste estudo, o plano de I&D foi complementado pela abordagem do DT, considerada promissora para investigar o desenvolvimento de recursos didáticos em contextos autênticos de aprendizagem.

Tal como o plano de I&D, o DT é uma abordagem centrada no utilizador, que promove a resolução criativa de problemas fundamentada nas necessidades do contexto. Ambos destacam a colaboração e a importância de envolver, deste o início do processo, diferentes *stakeholders*, aspeto conhecido como co-design, design participativo ou co-criação (Enzingmüller & Marzavan, 2024).

Segundo Panke (2019), o DT funciona, simultaneamente, como um processo e um *mindset*, alinhando-se com diferentes metas educacionais. Este *mindset* pressupõe uma forma inovadora de pensar, aberta ao pensamento flexível e adaptando-se durante o processo. Esta flexibilidade é verificada, por exemplo, na combinação do *pensamento divergente*, que explora múltiplas perspetivas, e do *pensamento convergente*, que refina as soluções (Brown, 2009), aspeto característico do processo do DT (Tschimmel, 2012).

O processo do DT é não-linear pois as fases podem sobrepor-se ou repetir-se iterativamente, surgindo como um sistema de espaços que contribuem para o processo de desenvolvimento, em vez de uma sequência de passos ordenados (Brown, 2009; Dam, 2024).

Este estudo adotou a abordagem do “DT para educadores” (Riverdale & IDEO, 2012), cujas fases são: (1) descoberta (discovery), envolvendo compreender o desafio e reunir inspirações; (2) interpretação (interpretation), visando estruturar significados e oportunidades; (3) ideação (ideation), correspondendo à geração e refinamento de ideias; (4) experimentação (experimentation), a criação de protótipos para obter *feedbacks*; e (5) evolução (evolution), para acompanhar o progresso e aperfeiçoar a solução.

3. Metodologia

Neste estudo, a combinação entre o plano de I&D e a abordagem do DT teve como objetivo investigar o desenvolvimento de três RDI em BD, com foco nos utilizadores (crianças entre os 6 e os 9 anos), através da utilização de técnicas de recolha e análise de dados qualitativos, como se poder ver na Figura 1:



Figura 1. Fases e tarefas do *Design Thinking* associadas às técnicas da Investigação Qualitativa.

Constata-se que as fases e tarefas do DT (Riverdale & IDEO, 2012) se encaixam numa metodologia de investigação de cariz qualitativo (Bryman, 2012; Creswell, 2012), seguindo o plano de I&D (McKenney & Reeves, 2021), permitindo desenvolver e testar os três RDI em BD. Os dados recolhidos na primeira fase (descoberta) foram analisados na segunda fase (interpretação), gerando ideias para o design do RDI em BD, que decorreu na terceira fase (ideação). Os dados recolhidos na quarta fase (experimentação) foram analisados na quinta e última fase (evolução), numa lógica de interatividade e iteratividade.

Devido ao facto de os dados recolhidos em cada fase informarem diretamente a fase seguinte, a metodologia e os resultados deste estudo encontram-se interligados. Assim, optou-se por apresentar os resultados ao longo das diferentes fases metodológicas, garantindo coerência com a natureza da I&D.

3.1 Descoberta: descobrir e abordar o desafio

A fase de descoberta implica compreender o desafio, preparar a pesquisa e reunir inspiração (Riverdale & IDEO, 2012). Essas tarefas foram concretizadas com técnicas de recolha de dados qualitativos.

3.1.1 Compreender o desafio

No plano de I&D, começa-se com a compreensão da problemática da investigação, neste caso relacionada com a comunicação e aprendizagem de conceitos científicos com crianças através da BD.

Para esta tarefa, foram realizadas duas revisões sistemáticas da literatura (RSL) – sobre narrativas visuais na educação (Mota et al., 2020) e o papel da BD na CEC (Mota et al., 2021) – e um grupo focal com especialistas (Mota et al., 2024).

3.1.2 Preparar a pesquisa

Esta tarefa envolveu a definição dos conteúdos científicos relacionados com o tema saúde e bem-estar a serem abordados nos RDI em BD. Foram realizadas entrevistas não-estruturadas (Bryman, 2012) a uma investigadora de Ciências Médicas e outra de Ciências da Saúde, que tinham como objetivos:

- 1) Identificar tópicos de saúde e bem-estar relevantes para dialogar com crianças no âmbito da CEC;
- 2) Perceber como estes tópicos seriam articuladas com as Aprendizagens Essenciais (AE)¹ do 1º. Ciclo do Ensino Básico (CEB);

¹ As AE estão disponíveis no site da Direção-Geral da Educação (www.dge.mec.pt).

3) Identificar relações do quotidiano das crianças com estes tópicos.

As perceções das duas inquiridas foram depois associadas às AE de Estudo do Meio (1º. CEB) – para adequar a abordagem dos temas ao nível de escolaridade das crianças – e aos objetivos de aprendizagem do terceiro Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Saúde e bem-estar (UNESCO, 2017).

Para identificar as AE do Estudo do Meio relativas ao tema Saúde e bem-estar, baseamo-nos num estudo que consiste numa análise documental do currículo do 1º. e 2º. CEB (Ramos et al., 2023), fundamentando a análise nas diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) sobre serviços de saúde escolar (World Health Organization, 2021)

3.1.3 Reunir inspiração

De acordo com Riverdale e IDEO (2012), reunir inspiração pode envolver a busca por referências similares para identificar oportunidades para a ideação. Assim, foram recolhidas oito BD científicas (Quadro 1) para: (1) compreender como as informações científicas são integradas no enredo, considerando a estrutura da narrativa e a gramática da BD e (2) determinar como estas se relacionam com o público-alvo.

Quadro 1. BD selecionadas para a análise documental.

Género da BD	Título	Autor
Novela gráfica	Spiders: worldwide webs	Tait Howard
	Plagues: the microscopic battlefield	Falynn Koch
Álbum de BD	Saberando	Flavia Vishi Winck
	Killer Bee	Jay Hosler
Tira de BD	Body Odor	Katie McKissick
	Are We Screwed on Climate Change?	Jeremy Deaton e Matteo Farinella
Cartoon de quadro único	I'm you, but from a different dimension	Maria Boyle
	Science Cat	Tom Gauld

3.2 Interpretação: procurar significados e estruturar oportunidades

A segunda fase (interpretação) teve como objetivo interpretar os resultados da fase anterior (descoberta).

Para *compreender o desafio*, foram analisados os resultados das RSL e do grupo focal, que determinaram que a problemática incide na dificuldade das crianças em compreenderem conceitos de ciência, que podem ser demasiado abstratos para o seu nível de desenvolvimento.

Estes resultados articulam-se com os de outros estudos que mostram que: (1) o uso de narrativas visuais – como a BD – poderá ser eficaz na comunicação de conceitos científicos complexos através da combinação de textos e imagens (Farinella, 2018; Tatalovic, 2009) e (2) que a associação da ciência com situações do quotidiano contribui para a reflexão acerca de questões sócio científicas, aspeto fundamental para o desenvolvimento de cidadãos críticos (Hosler & Boomer, 2011).

Para *preparar a pesquisa*, foram analisados os resultados das entrevistas não-estruturadas veiculando as perceções das duas investigadoras sobre temas a abordar com crianças. O estudo de análise documental consultado (Ramos et al., 2023) indica a presença de vinte AE do Estudo do Meio relacionadas com o tema saúde e bem-estar, das quais dez foram associadas aos RDI em BD. Nos Anexos A e C, respetivamente, apresentamos quadros com as dez AE de Estudo do Meio e os objetivos de aprendizagem do ODS3 selecionados.

Assim, foi possível identificar temas de saúde e bem-estar associados a conteúdos específicos de ciências naturais, saúde e educação para a saúde (Quadro 2).

Quadro 2. Síntese dos conteúdos científicos das BD.

Temas de Saúde e bem-estar	Ciências Naturais	Saúde	Educação para a Saúde
Higiene e interação com o ambiente	Microrganismos	Doenças transmissíveis	Cuidados com a higiene e uso correto de medicamentos
Alimentação e exercício físico	Sistema digestivo	Obesidade infantil	Importância da alimentação saudável e prática de exercício físico
Acidentes e ambiente do hospital	Ossos e músculos do corpo humano	Fraturas	Cuidados com lesões e exercício físico

Por fim, era preciso *reunir inspiração* analisando as características das BD científicas a mobilizar para comunicar estes conteúdos científicos a crianças e desenvolver aprendizagens em saúde e bem-estar.

Analisámos 8 BD científicas segundo o procedimento descrito por Bowen (2009): leitura superficial inicial, seguida de uma análise aprofundada e interpretação. Neste estudo, a análise implicou a organização das informações em categorias previamente definidas a partir da literatura, permitindo uma estruturação dos dados em função da questão de investigação.

A Figura 2 sintetiza as características observadas nas BD analisadas:

GÊNERO     cartoon de quadro único tira de banda desenhada álbum/livro de banda desenhada novela gráfica		SUPORTE Físico (impresso em papel) Digital (e-books, blogs, PDF)	PÚBLICO Diverso (crianças, jovens e adultos).
TEMAS Predominância de temas relacionados com as ciências naturais.	NARRATIVA O enredo envolve situações do quotidiano do público-alvo.	PERSONAGENS Seres humanos Animais Microorganismos	METÁFORAS Presença de metáforas científicas para facilitar a comunicação de conceitos abstratos.

Figura 2. Síntese da análise documental.

Constata-se a predominância de temas relacionados com as ciências naturais, a presença de enredos com situações do quotidiano, personagens que exibem traços humanos (mesmo sendo animais ou microrganismos) e a utilização de metáforas científicas, o que facilita a associação da ciência com o quotidiano. O uso da gramática da BD para articular textos, imagens e elementos mistos – como setas e esquemas – ajuda a descrever a informação de forma clara e detalhada.

3.3 Ideação: gerar e refinar ideias

Na fase de *ideação*, foram definidos o design do RDI em BD e a sequência didática para sua exploração. Os resultados das fases iniciais do DT identificaram padrões e oportunidades, fornecendo *insights* para criar um referencial para a conceção de BD científicas (Figura 3).

CARACTERIZAÇÃO DA BANDA DESENHADA <hr/> 1. Título da banda desenhada 2. Sub-género Romance gráfico Álbum de banda desenhada Tira de banda desenhada Cartoon de quadro único 3. Suporte de distribuição Impresso Digital 4. Público-alvo	APRESENTAÇÃO DO TÓPICO TRATADO <hr/> 7. Estrutura narrativa 7.1 Elementos da narrativa 7.1.1 <i>Personagens</i> Seres humanos Animais Microorganismos Objetos Outros 7.1.2 <i>Espaço</i> Real Simbólico 7.1.3 <i>Tempo</i> Explícito Implícito 7.1.4 <i>Ação</i> Sim Não 7.2 Categorias da estrutura narrativa 7.2.1 <i>Situação Inicial</i> 7.2.2 <i>Problema</i> 7.2.3 <i>Peripécias</i> 7.2.4 <i>Resolução</i> 7.2.5 <i>Moral</i> 8. Gramática da banda desenhada 8.1 Elementos icónicos significativos 8.2 Elementos verbais significativos 8.3 Elementos mistos significativos
CARACTERIZAÇÃO DO TÓPICO <hr/> 5. Tópico tratado 6. Metáforas científicas 6.1 Identificação 6.2 Construção	

Figura 3. Referencial para conceção de BD científicas.

O referencial organiza-se em três dimensões: a *caracterização da BD*, a *caracterização do tópico* e a *apresentação do tópico*, sendo esta última dimensão fundamentada em (Sá, 2016). Esta estrutura proporciona uma visão ampla da concepção de BD científicas, tendo em conta o conteúdo e a forma da BD e destacando aspetos narrativos e visuais.

De seguida, apresentam-se os resultados do processo de ideação dos três RDI em BD: (1) criação da narrativa com recurso ao *storyboard*, (2) aplicação de *brainstorming* para geração de ideias, (3) design dos RDI em BD e 4) planificação da sequência didática.

3.3.1 Criação da narrativa

Os conteúdos científicos de ciências naturais, saúde e educação para a saúde foram inseridos na estrutura da narrativa, seguindo o referencial criado (Figura 3).

Para apoiar a criação da narrativa, recorremos ao *storyboard*, um tipo de protótipo no qual as cenas são desenhadas em série, permitindo a interação com o recurso de forma simples e direta (Rogers et al., 2013).

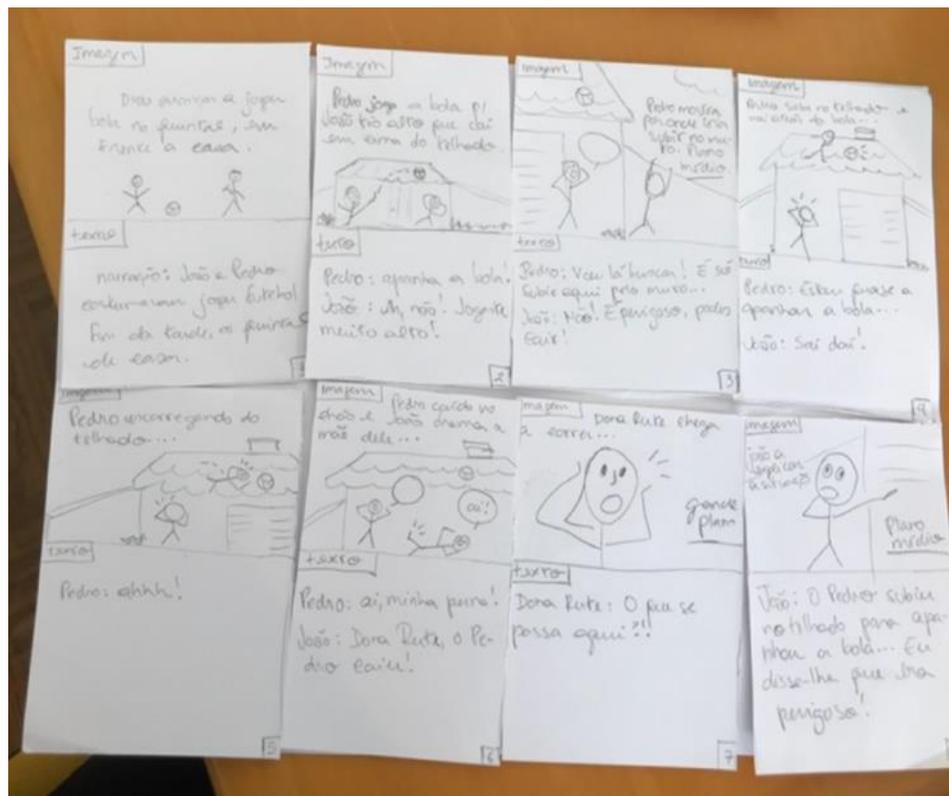


Figura 4. Exemplo de *storyboard*.

O *storyboard* foi útil para (1) a validação científica, realizada por uma investigadora da Saúde, que avaliou os conteúdos sobre saúde e bem-estar tendo em conta o público-alvo (crianças do 1.º CEB), (2) a validação narrativa, realizada por uma contadora de histórias, que introduziu modificações no texto para o tornar mais apelativo e (3) a validação didática, realizada por uma professora do 1.º CEB, ponderando questões relacionadas com o currículo e o nível de escolaridade das crianças.

3.3.2 Aplicação de *brainstorming*

O design do RDI em BD inclui os atributos visuais relacionados com o *design de comunicação* – como a ilustração da capa, dos cenários e personagens – e os atributos interativos, relacionados com o *design de interação*. Segundo Rogers et al. (2013), o design de interação envolve a criação de interfaces e sistemas interativos que promovam uma experiência de uso eficaz e agradável, focando-se na interação entre os utilizadores e o produto desenvolvido.

Para gerar ideias sobre como utilizar uma BD como recurso didático interativo, recorremos à técnica do *brainwriting* (Figura 6), uma versão de *brainstorming* em que cada pessoa escreve ideias, uma nova pessoa lê o conjunto de ideias já escritas e, por fim, adiciona novas (Wilson, 2013). O objetivo era divergir permitindo que o pensamento criativo atuasse na geração de ideias, que depois foram avaliadas e selecionadas. Os participantes envolvidos eram investigadores das áreas da didática das ciências e das línguas, visto o recurso envolver linguagens e ciências.

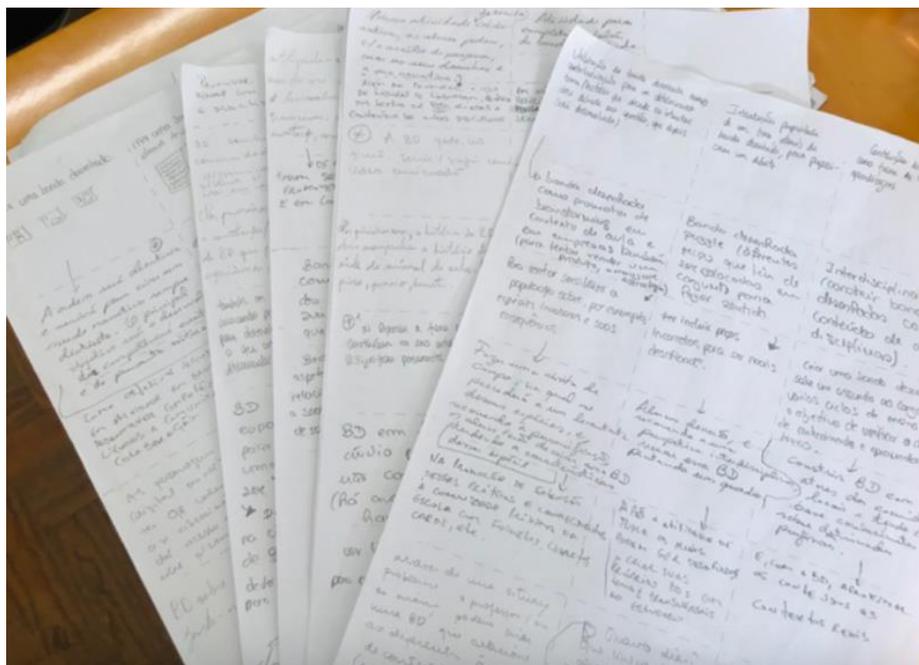


Figura 5. Recursos do *brainwriting*.

Após a análise das ideias geradas durante o *brainwriting*, foram selecionadas as propostas relacionadas com a interação dos utilizadores com o RDI em BD, permitindo-lhes ordenar, completar ou criar a narrativa.

3.3.3 O design dos RDI em BD

Neste ponto, serão apresentados os resultados do design dos três RDI em BD com foco: (1) nos atributos visuais, como infográficos e sequências visuais que orientam a leitura, e (2) nos atributos interativos relativos ao fluxo de interação do utilizador com o recurso.

O RDI em BD “Ciência no recreio da escola”, sobre higiene e interação com o ambiente, envolve três crianças no recreio da escola em situações em que podem estar em contacto com microrganismos.

As personagens são as crianças, a professora e microrganismos que ajudam a explicar as situações que envolvem conceitos científicos.

Neste caso, a gramática da BD está presente no uso de ilustrações e elementos mistos (setas) para “tornar visível o invisível”, como a lupa e o destaque em círculo (Figura 6).

Este recurso contém vinhetas² em formato de cartões e pranchas³ de BD com espaços vazios, para serem completados pelos utilizadores.

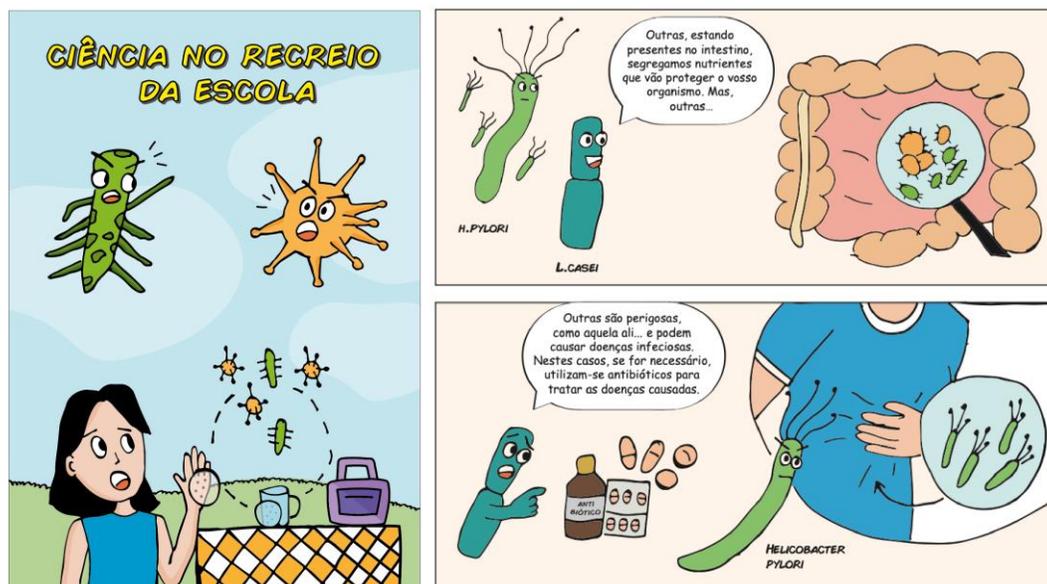


Figura 6. BD “Ciência no recreio da escola”.

² Divisão mais pequena da BD, conhecida por “quadrado” (fonte: infopédia)

³ Página inteira da BD, onde se mostra uma história ou parte dela (fonte: infopédia)

O RDI em BD “Somos diferentes, somos iguais” explora tópicos de alimentação e exercício físico. O enredo envolve três irmãos e os pais, que buscam uma receita de uma *pizza* saudável durante uma visita ao hipermercado. Enquanto isso, conversam sobre os alimentos, exercício físico e conceitos como calorias e energia. Embora superficialmente, esta BD também explora aspetos de saúde mental e *bullying* na infância, pois uma das crianças está acima do peso e sofre com “chacotas” do irmão.

A metáfora científica associa o conceito de “energia” ao desenho de uma bateria vazia e a um corpo cansado que, ao ingerir alimentos, fica com a bateria cheia e mais energia (Figura 7).

Este recurso contém elementos da gramática da BD (ex. vinhetas, balões de fala) em formato de papel, que seriam oferecidos aos utilizadores para a criação livre.



Figura 7. BD “Somos diferentes, somos iguais”.

Por fim, o RDI em BD “Brincar, aprender rir... com segurança!”, sobre acidentes e ambiente do hospital envolve uma criança que sofre um acidente e tem de lidar com o ambiente do hospital (Figura 8). A questão das fraturas e da segurança é um tema inserido no currículo do Estudo do Meio, além de ter sido reforçado por uma das investigadoras entrevistadas o facto de as crianças terem receio do ambiente do hospital. Este recurso contém balões vazios para serem completados com diálogos.

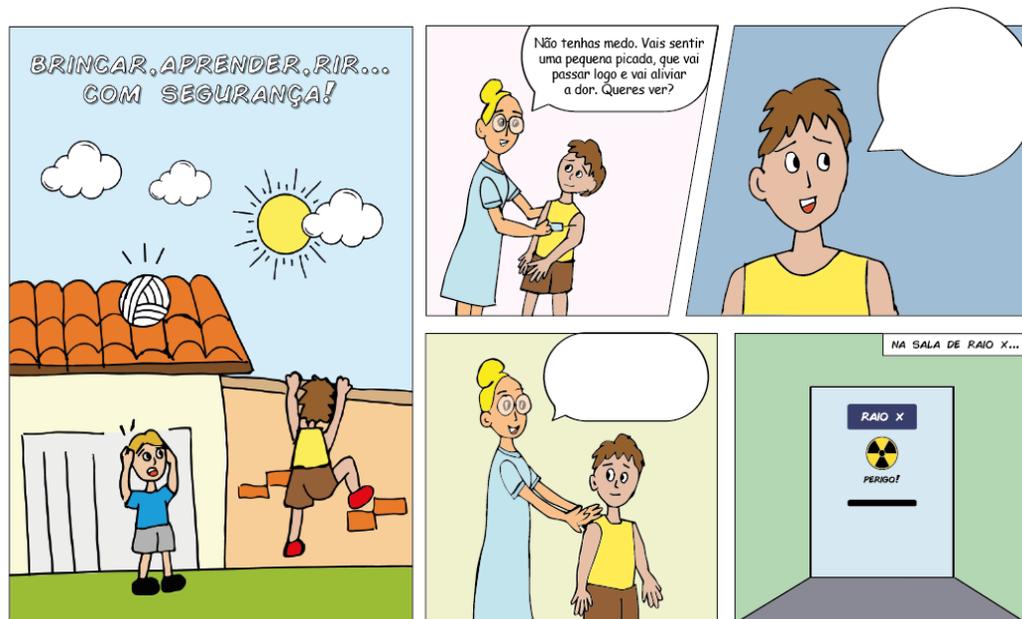


Figura 8. BD “Brincar, aprender, rir... com segurança!”

3.3.4 Planificação da sequência didática

A sequência didática foi planeada em formato de guião didático de exploração dos RDI em BD, pois, uma vez criada a “ferramenta de comunicação”, era necessário pensar como poderia também ser uma “ferramenta de ensino e aprendizagem”.

Envolve: (1) as áreas curriculares de Português (Anexo B) e Estudo do Meio (1.º CEB), (2) os domínios dessas áreas curriculares que foram considerados e (3) as AE selecionadas. Além disso, dialoga com as aprendizagens específicas relacionadas com o terceiro ODS: Saúde e Bem-Estar (UNESCO, 2017).

3.4 Experimentação e evolução: concretização e aprimoramento da ideia

A quarta fase (experimentação) envolveu a construção dos três protótipos do RDI em BD e o teste em ambiente autêntico de utilização, recolhendo *feedbacks* dos utilizadores, enquanto a quinta fase (evolução) apresenta os resultados finais do estudo, avaliando-se os ciclos de testagem e os ajustes feitos aos protótipos com base nos *feedbacks* dos utilizadores.

3.4.1 O contexto da testagem

A testagem dos RDI em BD decorreu no âmbito do programa Ases da Ciência, um serviço educativo da Fábrica Centro de Ciência Viva de Aveiro (FCCVA), um espaço de educação não-formal em ciências. Entre fevereiro e abril de 2023, foram realizadas três sessões em que participaram quinze alunos do 1.º CEB – organizados em pares – e dois monitores da FCCVA.

Os protótipos foram construídos em colaboração com a equipa da FCCVA usando materiais físicos (ex: papel) permitindo aos utilizadores manuseá-los para testar os atributos interativos: por exemplo, a inserção de vinhetas em formato de cartões nas pranchas da BD.

Este estudo obteve aprovação do Conselho de Ética e Deontologia e do Encarregado de Proteção de Dados Pessoais da Universidade de Aveiro, em conformidade com o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD).

3.4.2 A avaliação dos ciclos de teste

A avaliação dos três ciclos de teste envolveu a recolha de dados sobre as interações dos alunos e monitores com o RDI em BD através de observação não-participante (Bryman, 2012; Rogers et al., 2013), entrevistas semiestruturadas (Bryman, 2012) com os monitores e uma entrevista de grupo (Bryman, 2012) com as crianças (adaptada à faixa etária).

Cada sessão era um ciclo de teste permitindo – com base nas interações registadas em vídeo e nas impressões recolhidas dos entrevistados – ajustar os protótipos e, assim, aperfeiçoar o RDI em BD e a sequência didática.

Estes dados foram triangulados e submetidos à análise de conteúdo (Bardin, 2002) focada na compreensão de padrões sobre a interação das crianças e monitores com o RDI em BD para atingir os objetivos da sequência didática.

Os objetivos específicos formulados foram: (1) identificar potencialidades e constrangimentos do RDI em BD, (2) determinar se os conteúdos científicos abordados contribuíram para atingir os objetivos da sequência didática e (3) verificar a eficácia do design (atributos visuais e interativos) na sua utilização.

3.4.3 Primeiro ciclo de teste

O primeiro ciclo de teste centrou-se na exploração do RDI em BD “Ciência no Recreio da Escola”. A estratégia didática envolve a leitura ativa, que é importante para implicar os alunos no processo de aprendizagem através de um desafio com metas objetivas, um agente educativo mediador e o trabalho colaborativo (Wellington & Osborne, 2001).

A sessão começou com a exploração da capa da BD para compreender as ideias prévias dos alunos (incluindo conceções alternativas). Seguiu-se o desafio: os pares iniciariam (juntos) a leitura da introdução da BD até que precisassem de tomar uma decisão: escolher – entre duas opções – a continuação da história. A depender da escolha, a história seria diferente. Depois receberiam um conjunto de cartões – fazendo alusão às vinhetas das BD – para construir o percurso da história através da sua leitura, da interpretação das situações e da realização de inferências (Figura 9).

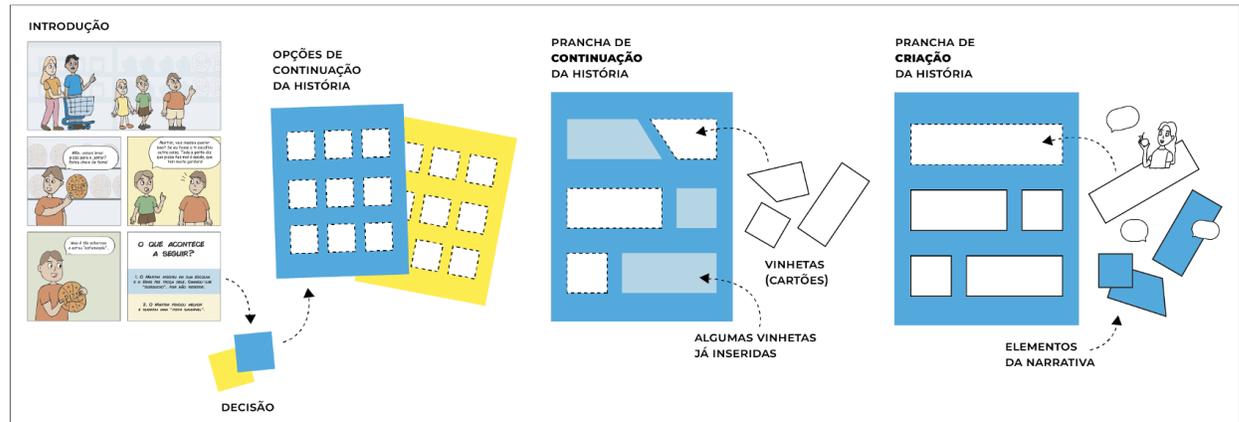


Figura 10. Dinâmica de exploração do segundo ciclo de teste.

Observou-se que a complexidade da atividade, decorrente do excesso de opções na sequência didática e da variedade de elementos interativos no RDI em BD, dificultou a exploração do recurso dentro do tempo disponível e do contexto de educação não-formal, que exige maior flexibilidade e dinamismo. A entrevista com os monitores corroborou esta análise, sugerindo que uma abordagem mais direta e simplificada poderia favorecer a interação com o recurso.

Estes *feedbacks* foram essenciais para adaptar o último protótipo, agora centrado numa tarefa específica de leitura e escrita.

3.4.5 Terceiro ciclo de teste

O último ciclo de teste envolveu a exploração do RDI em BD “Brincar, aprender, rir... com segurança!”. Iniciou-se a sessão com a exploração da capa para identificar ideias prévias, atividade que correu bem em todas as sessões.

O desafio seria diferente: ler a história, identificar as situações presentes nas imagens, interpretá-las e escrever os diálogos nos balões de fala, que estavam vazios (Figura 11).

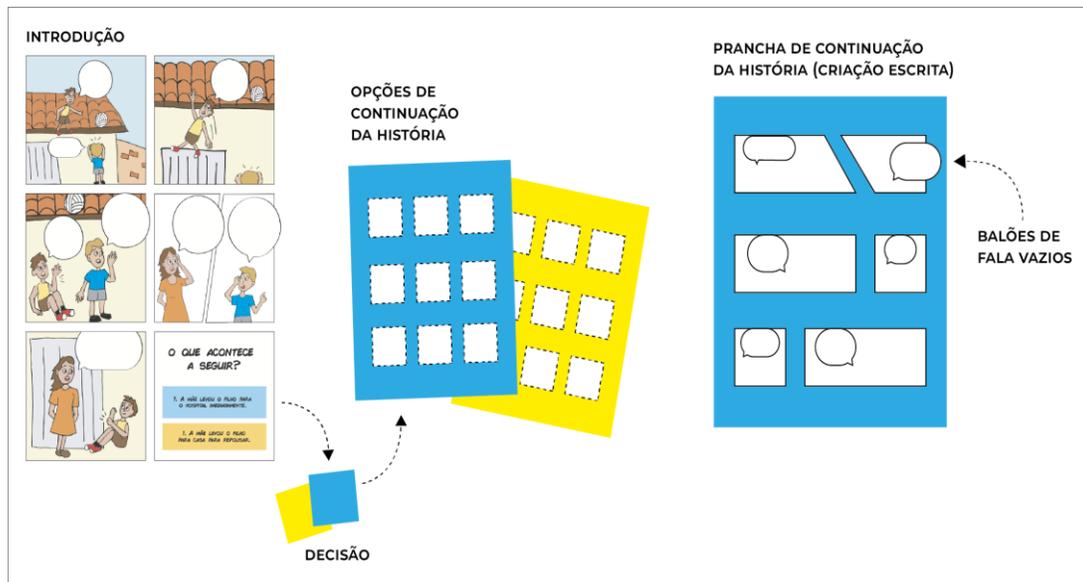


Figura 11. Dinâmica de exploração do terceiro ciclo de teste.

Esta sessão destacou a importância de um trabalho com objetivos específicos, pois as crianças exploravam a leitura das imagens e a escrita, frequentemente questionando os monitores sobre ortografia e gramática.

Os monitores consideram que este RDI em BD favorece a literacia científica, estimulando o pensamento criativo, ao possibilitar a construção de narrativas distintas a partir da mesma sequência de imagens, e o pensamento crítico, ao relacionar imagens e situações do quotidiano com factos científicos.

As crianças participaram ativamente e concluíram a tarefa, alinhando-se com os objetivos de um ambiente de educação não-formal, que deve ser flexível enquanto promove (ou reforça) aprendizagens.

4. Conclusão

Este estudo seguiu um plano de I&D, adotando o DT para desenvolver três RDI em BD, focados na CEC, com ênfase na saúde e bem-estar. A metodologia qualitativa utilizada foi articulada com os fundamentos teóricos e práticos do DT.

Na **descoberta**, o pensamento divergente permitiu explorar a problemática da comunicação de conceitos científicos. Na **interpretação**, o pensamento convergente identificou padrões e oportunidades, definindo como a BD poderia contribuir para a literacia científica das crianças. A **ideação** centrou-se na geração e seleção de ideias para o RDI em BD e a sequência didática, enquanto as fases de **experimentação** e **evolução** envolveram a testagem iterativa dos protótipos e a recolha de *feedbacks* dos utilizadores, permitindo analisar potencialidades e constrangimentos.

Os resultados demonstraram que o RDI em BD é flexível, podendo ser explorado por meio da leitura, escrita ou criação livre, ajustando-se a diferentes objetivos educativos. Verificou-se ainda que a integração de conteúdos científicos em enredos narrativos facilita a aprendizagem, ao associar a ciência a situações do cotidiano.

Os resultados dos três ciclos de teste indicam que o desenvolvimento de RDI em BD para a promoção da literacia científica em crianças deve priorizar um design objetivo, uma vez que os desafios identificados nos primeiros dois ciclos de teste demonstraram que o excesso de atributos interativos pode tornar a atividade demasiado complexa para o contexto de educação não-formal, dificultando o envolvimento e a compreensão das crianças. Assim, a adaptação realizada no terceiro ciclo, com uma versão mais focada do RDI em BD, mostrou-se eficaz, garantindo acessibilidade e envolvimento na comunicação e educação em ciências.

Ao integrar I&D e DT, foi possível otimizar o processo e gerar contributos teóricos embasados empiricamente, permitindo a formulação de princípios gerais. Assim, o desenvolvimento eficaz de RDI em BD requer a consideração de três dimensões fundamentais:

1. Aspectos metodológicos – criação de uma equipa multidisciplinar, testagem iterativa dos protótipos e recolha de *feedbacks*.
2. Aspectos de *design* – construção de narrativas apelativas, articulação entre texto e imagem e inclusão de atributos interativos.
3. Aspectos da educação científica – seleção dos conceitos científicos, garantindo adequação ao público-alvo e alinhamento com os objetivos de aprendizagem.

Estes princípios teóricos, fundamentados em dados empíricos, servirão de base para a elaboração de diretrizes para o desenvolvimento de RDI em BD, orientando futuras investigações e práticas educativas.

5. Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito dos projetos UIDB/00194/2020 e UIDP/00194/2020 (CIDTFF) e da bolsa de investigação de doutoramento (BI-D) com a referência 2020.07278.BD.

6. Referências

Affeldt, F., Meinhart, D., & Eilks, I. (2018). The use of comics in experimental instructions in a non-formal chemistry learning context. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 93–104. <https://doi.org/10.18404/ijemst.380620>

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1

- Bardin, L. (2002). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Collins.
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods* (4th ed.). Oxford University Press Inc.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research* (4th ed.). Pearson.
- Dam, R. F. (2024). The 5 Stages in the Design Thinking Process. Interaction Design Foundation - IxDF. <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process>
- Easterday, M. W., Rees Lewis, D. G., & Gerber, E. M. (2018). The logic of design research. *Learning: Research and Practice*, 4(2), 131–160. <https://doi.org/10.1080/23735082.2017.1286367>
- Enzimgmüller, C., & Marzavan, D. (2024). Collaborative design to bridge theory and practice in science communication. *Journal OfScience Communication*, 23(02), 1–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.22323/2.23020401>
- Farinella, M. (2018). The potential of comics in science communication. *Journal of Science Communication*, 17(1). <https://doi.org/10.22323/2.17010401>
- Friesen, J., Van Stan, J. T., & Elleuche, S. (2018). Communicating science through comics: A method. *Publications*, 6(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/publications6030038>
- Hostler, J., & Boomer, K. B. (2011). Are comic books an effective way to engage nonmajors in learning and appreciating science? *CBE Life Sciences Education*, 10(3), 309–317. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-07-0090>
- McCloud, S. (1993). *Understanding Comics: the invisible art* (M. Martin, Ed.). HarperCollins.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2021). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical Education*, 55(1), 82–92. <https://doi.org/10.1111/medu.14280>
- Mota, M., Sá, C. M., & Guerra, C. (2020). As narrativas visuais na educação: uma revisão sistemática de literatura. In S. Oliveira e Sá, F. Freitas, P. Castro, M. González Sanmamed, & A. P. Costa (Eds.), *Investigação Qualitativa em Educação: avanços e desafios* (2nd ed., pp. 415–427). Ludomedia. <https://doi.org/10.36367/ntqr.2.2020.415-427>
- Mota, M., Sá, C. M., & Guerra, C. (2021). A banda desenhada na comunicação e educação em ciência: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Lusofona de Educacao*, 51(51), 99–119. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle51.07>
- Mota, M., Sá, C. M., & Guerra, C. (2024). Comunicação e Educação em Ciências através de Banda Desenhada: Contributos de Stakeholders portugueses em um Grupo Focal. *Technology and Society (BRAJETS) Br. J. Ed., Tech. Soc.*, 3. <https://doi.org/10.14571/brajets.v17.n3.2024>
- Panke, S. (2019). Design Thinking in Education: Perspectives, Opportunities and Challenges. In *Open Education Studies* (Vol. 1, Issue 1, pp. 281–306). De Gruyter Open Ltd. <https://doi.org/10.1515/edu-2019-0022>
- Ramos, A. C., Mota, M., Guerra, C., & Sá, C. M. (2023). Health education in the early years of schooling in Portugal: a perspective from the Portuguese official curriculum documents. *Investigacoes Em Ensino de Ciencias*, 28(1), 176–189. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p176>
- Riverdale, & IDEO. (2012). *Design Thinking for Educators* (2nd Edition).
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2013). *Design de interação: além da interação humano-computador* (3. ed.). Bookman.
- Sá, C. M. (2016). Banda desenhada e desenvolvimento de competências em leitura e escrita. *Exedra, Número Temático – Entre a Investigação e as Práticas em Didática do Português: Alguns Diálogos*, 37–86.
- Scavone, P., Carrasco, V., Umpiérrez, A., Morel, M., Arredondo, D., & Amarelle, V. (2019). Microbiology can be comic. *FEMS Microbiology Letters*, 366(14), 1–6. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz171>
- Tatalovic, M. (2009). Science comics as tools for science education and communication: a brief, exploratory study. *Journal of Science Communication*, 8(4), 1–17. <http://jcom.sissa.it/>

- Tavares, R., Alemany-Pagès, M., Araújo, S., Cohn, N., Ramalho-Santos, J., & Azul, A. M. (2023). Comics in Science and Health Communication: Insights From Mutual Collaboration and Framing a Research Practice. *International Journal of Qualitative Methods*, 22. <https://doi.org/10.1177/16094069231183118>
- Tribull, C. M. (2017). Sequential Science: A Guide to Communication Through Comics. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(5), 457–466. <https://doi.org/10.1093/aesa/sax046>
- Tschimmel, K. (2012). Design Thinking as an effective Toolkit for Innovation. *Proceedings of the XXIII ISPIM Conference: Action for Innovation: Innovating from Experience*. http://www.hpi.uni-potsdam.de/d_school
- UNESCO. (2017). Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197>
- Van Den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. In *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_1
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University Press.
- Wilson, C. (2013). Brainwriting. In *Brainstorming and beyond: a user centered design method*. Elsevier Inc.
- World Health Organization. (2021). WHO guideline on school health services. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029392>

7. Anexos

Anexo A. Quadro com as Aprendizagens Essenciais (AE) do Estudo do Meio consideradas para definição dos conteúdos científicos do RDI em BD, relacionadas com os temas de saúde e bem-estar da World Health Organization (2021)

Área curricular	Domínio	AE: Conhecimentos, capacidades e atitudes	Áreas da Saúde da WHO (2021)
Estudo do Meio	Natureza	Identificar situações e comportamentos de risco para a saúde e segurança individual e coletiva em diversos contextos – casa, rua, escola e meio aquático - e propor medidas de proteção adequadas.	Saúde positiva e desenvolvimento
		Refletir sobre comportamentos e atitudes, vivenciados ou observados, que concorrem para o bem-estar físico e psicológico, individual e coletivo.	
		Reconhecer mecanismos simples de defesa do organismo, por exemplo, a pele como primeira barreira de proteção e de prevenção de doença.	
		Descrever, de forma simplificada, e com recurso a representações os sistemas digestivo, respiratório, circulatório, excretor e reprodutivo, reconhecendo que o seu bom funcionamento implica cuidados específicos.	Lesão não intencional
		Conhecer procedimentos adequados em situação de queimaduras, hemorragias, distensões, fraturas, mordeduras de animais e hematomas.	
		Manifestar atitudes de respeito, de solidariedade, de cooperação, de responsabilidade, na relação com os que lhe são próximos.	Violência
		Reconhecer a importância do diálogo, da negociação e do compromisso na resolução pacífica de situações de conflito.	
		Reconhecer a importância da vacinação e do uso correto dos medicamentos, nomeadamente dos antibióticos.	Doença transmissível
		Identificar os fatores que concorrem para o bem-estar físico e psicológico, individual e coletivo, desenvolvendo rotinas diárias de higiene pessoal, alimentar, do vestuário e dos espaços de uso coletivo.	Doença não transmissível, funções sensoriais, incapacidade física, saúde oral, nutrição e atividade física.
		Associar os ossos e os músculos à posição, ao movimento e ao equilíbrio, reconhecendo que o seu bom funcionamento implica cuidados específicos (postura e atividade física).	

Anexo B. Quadro com as Aprendizagens Essenciais (AE) do Português consideradas para a sequência didática de exploração do RDI em BD.

Área curricular	Domínio	AE: Conhecimentos, capacidades e atitudes	
Português	Oralidade	Compreensão	Identificar intenções comunicativas de textos orais, designadamente perguntas, afirmações, exclamações apreciativas, ordens, pedidos.
		Expressão	Falar com clareza e articular de modo adequado as palavras.
			Usar a palavra na sua vez e empregar formas de tratamento adequadas na interação oral, com respeito pelos princípios de cooperação e cortesia.
			Variar adequadamente a prosódia e o ritmo discursivo em função da finalidade comunicativa.
			Formular perguntas, pedidos e respostas a questões considerando a situação e o interlocutor.
			Planear, produzir e avaliar os seus próprios textos.
	Recontar histórias e narrar situações vividas e imaginadas.		
	Leitura-Escrita	Leitura	Compreender o sentido de textos com características narrativas e descritivas, associados a finalidades diferentes (lúdicas, estéticas, informativas).
			Mobilizar as suas experiências e saberes no processo de construção de sentidos do texto.
			Identificar e referir o essencial de textos lidos.
		Escrita	Escrever textos curtos com diversas finalidades (narrar, informar, explicar)
	Educação Literária		Redigir textos coerentes e coesos com recurso a elementos como a concordância entre constituintes, a correlação de tempos verbais, a sinonímia e a pronominalização.
			Proceder à revisão de texto, individualmente ou em grupo após discussão de diferentes pontos de vista.
			Ler narrativas e poemas adequados à idade, por iniciativa própria ou de outrem.
			Antecipar o(s) tema(s) com base em noções elementares de género [...], em elementos do paratexto e nos textos visuais (ilustrações).
Compreender narrativas literárias (temas, experiências e valores). (Re)contar histórias.			

Anexo C. Quadro com os objetivos de aprendizagem de saúde bem-estar (ODS 3) considerados para definição dos conteúdos científicos do RDI em BD

Objetivos de aprendizagem cognitiva	O educando conhece conceitos de saúde, higiene e bem-estar e pode refletir criticamente sobre eles.
	O educando entende a importância da saúde mental. O educando entende os impactos negativos de comportamentos como a xenofobia, a discriminação e o bullying na saúde mental e no bem-estar emocional e como a dependência de álcool, tabaco ou outras drogas causam danos à saúde e ao bem-estar.
Objetivos de aprendizagem socioemocional	O educando é capaz de incentivar outros a decidirem e agirem em favor da promoção da saúde e do bem-estar para todos.
	O educando é capaz de criar uma compreensão holística de uma vida saudável e de bem-estar, assim como esclarecer valores, crenças e atitudes relacionadas.
Objetivos de aprendizagem comportamental	O educando é capaz de incluir comportamentos de promoção da saúde em suas rotinas diárias.
	O educando tem a capacidade de perceber quando os outros precisam de ajuda e de procurar ajuda para si mesmo e para os outros.

Marina Mota

CIDTFF - Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro, Portugal
 <https://orcid.org/0000-0002-1939-9854>
 ✉ marinamota@ua.pt

Cristina Manuela Sá

CIDTFF - Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro, Portugal
 <https://orcid.org/0000-0002-8768-661X>
 ✉ cristina@ua.pt

Cecília Guerra

Unidade de Ensino das Ciências Faculdade de Ciências da Universidade do Porto CIDTFF - Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Portugal
 <https://orcid.org/0000-0002-2560-165X>
 ✉ cguerra@fc.up.pt