

Artigos de Pesquisa

Ciclo de desenvolvimento de recursos educativos para o ensino experimental das ciências para o ensino primário: fundamentos, processo e produtos

The cycle of development in educational resources for the experimental teaching of science in primary school: foundations, process, and products

Patrícia Christine Silva^{1*} , Ana Valente Rodrigues¹

¹ Universidade de Aveiro (UA), Departamento de Educação e Psicologia (DEP), Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Laboratório Aberto de Educação em Ciências (LEduC), Aveiro, Portugal

COMO CITAR: SILVA, P. C.; RODRIGUES, A. V. Ciclo de desenvolvimento de recursos educativos para o ensino experimental das ciências para o ensino primário: fundamentos, processo e produtos. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v.20, e18932, 2025. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v20i00.1893201>

Resumo

O ensino das ciências desde os primeiros anos de idade é amplamente reconhecido como essencial para o desenvolvimento da literacia científica. A preocupação em tornar isto possível é visível em várias iniciativas educativas que têm como objetivo a disponibilização de recursos educativos adequados para o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade em Portugal. O presente artigo tem como objetivo descrever o processo de desenvolvimento de recursos didáticos de ciências concebidos para os quatro primeiros anos do ensino primário. Estes recursos foram desenvolvidos segundo o Educational Design Research, com base em ciclos iterativos. Através de uma equipa multidisciplinar foram desenvolvidos recursos para 120 atividades de ciências do ensino primário. Recorreu-se à análise de conteúdo dos dados provenientes das respostas dos professores aos inquéritos por questionários. Os resultados apontam para a adequação e originalidade dos recursos que apoiam a exploração das atividades práticas de ciências sugeridas.

Palavras-chave: Recursos educativos; Educação em Ciências; Ensino primário; Educational Design Research.

Abstract

The teaching of science at the earliest age is widely recognised as essential for the development of scientific literacy. The concern to make this possible is visible in various educational initiatives aimed at providing suitable educational resources for teaching science during the early years of schooling in Portugal. The purpose of this article is to describe the process of development in science resources designed for the first four years of primary school. These resources were developed according to Educational Design Research, based on iterative cycles. Through a multi-disciplinary team, resources were developed for 120 primary school science activities. A content analysis of data from teacher responses to the questionnaires was used. The results highlight the suitability and originality of resources that support exploration of the practical science activities that were suggested.

Keywords: Educational resources; Science Education; Primary Education; Educational Design Research.

INTRODUÇÃO

É, simultaneamente, um objetivo e um desafio criar condições nas escolas que promovam um ensino das ciências capaz de estimular a necessária literacia científica dos alunos num mundo cada vez mais influenciado pela rápida e incontornável evolução da ciência e tecnologia (Cachapuz, 2022; Salehjee; Watts, 2020). A preconização do ensino das ciências numa perspectiva Inquiry-Based Science Education (IBSE) (Harlen, 2021; Suduc; Bizoi; Gorghiu, 2015) e fundamentada numa orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (Cachapuz, 2022; Cruz,

*Autor correspondente:

christine.silva@ua.pt

Submetido: Janeiro 31, 2024

Revisado: Novembro 17, 2024

Aprovado: Fevereiro 06, 2025

Fonte de financiamento: Trabalho financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito dos projetos UIDB/00194/2020 (<https://doi.org/10.54499/UIDB/00194/2020>) e UIDP/00194/2020 (<https://doi.org/10.54499/UIDP/00194/2020>) (CIDTFF) e no âmbito do projeto SFRH/BD/143370/2019.

Conflitos de interesse: Não há conflitos de interesse.

Aprovação do comité de ética: Sim. Estudo aprovado no Parecer nº: 11-CED/2021.

Disponibilidade de dados: As atividades e respetivos recursos didáticos do PEEC descritas no presente artigo estão disponíveis no site: <https://peec.web.ua.pt>. Trabalho realizado na Universidade de Aveiro (UA), Aveiro, Portugal.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

2015; Martins, 2006), remonta à década de 1990 e mantém-se relevante até aos dias de hoje (Martins, 2020). Advoga-se, desta forma, um ensino das ciências contextualizado, sequencial, sistemático, regular, significativo, e que pressupõe o envolvimento ativo das crianças no seu processo de aprendizagem desde os primeiros anos de escolaridade.

Em Portugal alguns estudos evidenciam que as atividades práticas de ciências no ensino primário ocorrem de forma pouco sistemática e regular e ainda descontextualizada (Silva; Rodrigues; Vicente, 2023b; Bretes; Correia, 2018). Estes estudos revelam ainda que o envolvimento ativo das crianças no seu processo de aprendizagem é escasso e limitado, recorrendo-se frequentemente à utilização de manuais escolares, com enfoque excessivo na memorização de conhecimentos em detrimento da promoção de competências científicas mesmo para atividades de natureza experimental. Como principais obstáculos à efetivação de um ensino experimental das ciências, em vários estudos os professores do ensino primário identificam: o défice de recursos didáticos, a falta de um local devidamente apetrechado com recursos adequados, a falta de tempo para o cumprimento do currículo e a sua falta de formação (Bretes; Correia, 2018; Ramos; Rosa, 2016). Um estudo recente veio demonstrar que escolas do ensino primário em Portugal ainda não apresentam infraestruturas adequadas para o desenvolvimento de atividades experimentais de ciência, por exemplo um laboratório e recursos/equipamentos (Rodrigues et al., 2018). Não obstante, a presença de um laboratório e respetivos recursos específicos não dita a ocorrência regular de atividades experimentais, tratando-se sim de um fator facilitador para que estas aconteçam (Santana; Capecchi; Franzolin, 2018). A nível dos manuais escolares do Estudo do Meio, recurso de eleição em atividades de ciências neste ciclo de ensino, os estudos apontam para o baixo nível de complexidade do trabalho prático neles proposto (Ferreira; Saraiva, 2021).

Tem-se discutido a relevância de um currículo atual e de recursos adequados para o desenvolvimento de atividades práticas de ciências, de modo a promover melhores aprendizagens, despertar o interesse das crianças pela ciência e valorizar o ensino das ciências nas escolas, incluindo o tempo dedicado a esta área no currículo (International Science Council, 2021; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2006; Stubberfield; Barton, 2021). Reconhece-se que “[...] apesar do esforço feito por equipas de desenvolvimento curricular em vários países continuam a faltar adequados recursos didáticos de suporte ao ensino CTS o que exige um maior esforço na investigação didática [...]” (Cachapuz, 2023, p. 10).

Estes aspetos motivaram o desenvolvimento do Programa de Ensino Experimental das Ciências (PEEC) para os primeiros anos de escolaridade, o qual será descrito com maior detalhe nas próximas secções. Pretendeu-se contribuir com orientações curriculares mais explícitas, bem como atividades e recursos didáticos de suporte à sua operacionalização tendo por finalidade a promoção da literacia científica. Neste artigo descreve-se o ciclo de desenvolvimento, desde a fase de desenho à sua exploração com crianças, de um conjunto de atividades e recursos didáticos de ciências, subjacente à proposta curricular do PEEC.

RECURSOS EDUCATIVOS DIGITAIS EM PORTUGAL

É cada vez mais comum a integração de recursos educativos digitais (RED) no ensino das ciências (Muhaimin et al., 2020), isto porque segundo alguns autores estes recursos melhoram a experiência de aprendizagem dos estudantes (Woo; Kim; Lee, 2020). Os RED são perspectivados como “um artefacto armazenado e acessível num computador, concebido com objectivos educacionais, com identidade e autonomia relativamente a outros objectos e com padrões de qualidade adequados” (Ramos et al., 2010, p. 45). São definidos também como quaisquer “entidades digitais produzidas especificamente para fins de suporte ao ensino e à aprendizagem” (Ramos; Teodoro; Ferreira, 2011, p. 13). Outros autores (Navaridas-Nalda et al., 2020) incluem, como RED, sites, arquivos de dados, bancos de dados, *e-books*, imagens digitais, vídeos ou jogos digitais, corroborando com a ideia de que são todos os recursos digitais que, interativos ou não, apresentam-se como áudio, visual ou audiovisual. Referem-no ainda como “um recurso de aprendizagem [...] que pode ser aplicado para melhorar as competências dos alunos e o seu conhecimento de conteúdo, num ambiente digital” (Cavadas et al., 2023, p. 2). Neste sentido entende-se que um recurso educativo digital é todo o recurso digital, ou com

uma componente digital, com um propósito didático explícito que propõe a mobilização de um conjunto de aprendizagens definido para um determinado ano de escolaridade.

Um RED deve: i) ter em si subjacente um objetivo/finalidade bem definido; ii) responder à necessidade especificada do sistema educativo a que se enquadra; iii) apresentar uma identidade autónoma em relação a outros recursos digitais; e iv) satisfazer critérios de qualidade (Ramos et al., 2008). Na perspectiva de outros autores (Cardoso et al., 2022) existem cinco princípios pedagógico-didáticos que norteiam o processo de elaboração de recursos educativos digitais, nomeadamente: i) a criação de contextos significativos para a aprendizagem; ii) a integração curricular; iii) a implementação de um desenho instrucional de base construtivista; iv) a promoção da autonomia do aluno; e v) a promoção do envolvimento e da motivação do aluno no processo de ensino e de aprendizagem. Becta (2007) acrescenta aspetos como acessibilidade design, navegabilidade, interoperabilidade, inclusão, qualidade como alguns dos princípios fundamentais para o desenvolvimento de RED.

Em Portugal, a falta de dispositivos móveis nas escolas do ensino primário, dificultava e inibia a integração de recursos educativos em contexto formal. Desde o ano letivo de 2018/2019, houve um investimento significativo na equipagem das escolas com computadores, visando a efetivação do ensino com RED. Se nesse ano letivo se contava com aproximadamente 6 crianças por computador, decorrente da pandemia SARS COVID-19 em 2020/2021, passaram para quase uma criança por computador (Conselho Nacional de Educação, 2022), e cerca de 96,2% dos computadores disponíveis nas escolas tinha ligação à internet nesse ano letivo. Apesar deste investimento, é fundamental garantir a disponibilização de recursos de qualidade, alinhados com os propósitos pedagógicos atuais e adequados ao ano de escolaridade a que se destinam (Ramos et al., 2010). Embora a falta de recursos seja um dos principais obstáculos à adoção de estratégias digitais, o maior entrave tem sido a resistência dos professores à mudança, muitas vezes decorrente da sua falta de formação (Ramos; Teodoro; Ferreira, 2011).

RECURSOS EDUCATIVOS DE CIÊNCIAS DO PROGRAMA DE ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS

Com o desenvolvimento do PEEC para o ensino primário pretende-se contribuir para a promoção da literacia científica desde os primeiros anos de escolaridade, oferecendo aos professores múltiplas oportunidades de exploração didática para os variados temas das Ciências. O PEEC é composto por três componentes: a curricular, a de atividades e a de avaliação de e para aprendizagens. Estas componentes foram concebidas tendo por base a perspectiva IBSE com orientação CTS.

A componente curricular, de forma sucinta, consiste numa proposta de currículo de ciências para os quatro primeiros anos de escolaridade do ensino primário organizada em quatro áreas, nomeadamente as Ciências Biológicas, Ciências Físicas, Ciências da Terra e Natureza da Ciência. Nesta proposta curricular definiram-se diferentes temas com enunciados específicos a nível de conhecimentos, capacidades, atitudes e valores a mobilizar ao longo dos quatro anos de escolaridade (Silva; Rodrigues, 2023). A proposta curricular pode ser operacionalizada com os recursos do PEEC Atividades. Esta componente é acompanhada por 120 atividades, cada uma acompanhada de recursos de apoio para a sua implementação em sala de aula, distribuídas em 30 atividades por ano de escolaridade, com uma duração média de 90 minutos por semana. Para cada uma das atividades são disponibilizados recursos didáticos para a sua exploração com as crianças, totalmente gratuitos e online no website oficial.

A componente de avaliação, em congruência com as outras componentes do PEEC, incentiva a avaliação de competências das crianças para mais e melhores aprendizagens. Para a monitorização das aprendizagens ao longo das sessões foram desenvolvidos instrumentos de registo de avaliação para cada uma das atividades propostas coerentes com a proposta curricular. São ainda disponibilizados *serious games* como proposta de atividade de avaliação para cada ano de escolaridade e, em alternativa, quatro testes de avaliação.

As 120 propostas de atividades do PEEC e os respetivos recursos didáticos para a sua preparação e exploração com as crianças serão descritos seguidamente. As planificações são documentos

para os professores. Considerando que a qualidade do ensino está intrinsecamente associada à prática do professor (Teig; Nilsen, 2022), pretende-se evitar interpretações errôneas, por exemplo, de que na perspectiva IBSE o papel do professor é de mero observador, interpretação que poderá levar ao insucesso da atividade (Aditomo; Klieme, 2020). Alguns autores referem que a falta de orientações explícitas de como conduzir atividades nesta perspectiva pode levar à inibição de implementar mais atividades experimentais (Bernard et al., 2015). Para além disso é importante garantir que os professores reconheçam a relevância da atividade proposta em função dos objetivos subjacentes, porque o professor “[...] poderá propiciar não só o desenvolvimento de competências específicas, como também o desenvolvimento de importantes competências transferíveis para outros contextos do quotidiano dos alunos” (Bonito; Oliveira; Carneiro, 2023, p. 87). É neste sentido que as planificações do PEEC, para além de incluírem informações gerais da atividade (ano de escolaridade a que se destina, tema, tempo médio estimado), aprendizagens a serem mobilizadas e recursos didáticos, contém também uma breve descrição de como poderá ser conduzida a sessão. Estas indicações também estão incluídas nos Guiões Didáticos de Educação em Ciências e Ensino Experimental elaborados no âmbito do Programa de Formação do Ensino Experimental das Ciências e no projeto consequente e mais recente RED_Ciências (Rodrigues; Peixinho; Silva, 2023). Nestas planificações são asseguradas indicações explícitas do envolvimento das crianças nos vários momentos da atividade, nomeadamente contextualização, planificação, experimentação/realização da atividade, análise de dados e formulação da resposta à questão problema.

A contextualização das atividades recorrendo a problemas reais ou realistas têm como objetivo atribuir significado e sentido às atividades bem como aos conteúdos explorados. Vários autores argumentam a necessidade de um ensino contextualizado para despertar o interesse das crianças, motivá-las e envolvê-las na atividade, dar sentido às aprendizagens e explicitar relações CTS (Ferreira; München, 2020; Kato; Kawasaki, 2011). As estratégias de contextualização não são recentes. Por exemplo as propostas de Keogh e Naylor (1999), os *concept cartoons*, foram inovadores para a época e abriram portas para outras estratégias. Neste contexto, desenvolveram-se vídeos para cada questão problema do PEEC. Cada um destes vídeos retrata uma situação problemática de cariz científico e tecnológico de duas personagens: a Cien e Tista. Com estes episódios sugere-se que as crianças se posicionem sobre a problemática exposta e que justifiquem a sua escolha. A partir daqui poderão identificar e formular a questão problema, e no final da sessão poderão explorar o vídeo, relembrando as previsões das crianças e formulando as conclusões e resposta à questão problema.

Desenvolveram-se mais de 120 infografias de temáticas da saúde, animais, plantas, rochas, corpo humano, entre outras. Este recurso é denominado como um meio visual de informação (Locoro et al., 2017) que combina a imagem (ilustrações, gráficos, fotografias...) com texto ou áudio (Tsai; Huang; Chang, 2020). O que motivou o desenvolvimento deste tipo de recursos é o facto de estes serem considerados facilitadores de compreensão de conteúdos mais complexos de uma forma mais simples, sem perder o seu rigor e serem, no geral, do agrado dos alunos (Tsai; Huang; Chang, 2020). As infografias podem ser de três tipos: estáticas, interativas e dinâmicas (com movimento) (Lankow; Ritchie; Crooks, 2012). Privilegiou-se o desenvolvimento de infografias estáticas e dinâmicas. As estáticas, tal como o nome denuncia, são cartazes/imagens em que a informação está imobilizada e totalmente disponível (Segel; Heer, 2010). Todas as infografias estáticas apresentadas podem ser utilizadas digitalmente ou impressas, e até à data, prevê-se a disponibilização de cerca de 110 infografias estáticas, validadas a nível científico. As infografias dinâmicas são geralmente vídeos compostos por animações onde a informação vai surgindo gradual e progressivamente sem o controlo do utilizador (Lankow; Ritchie; Crooks, 2012). Neste caso, recorreremos a este tipo de infografias pela grande quantidade de informação e pela necessidade de incluir animações, contando-se até à data 10 infografias dinâmicas.

A inclusão da comunidade científica e especialistas nas aulas de ciências tem vindo a ser recomendada para a promoção de competências gerais e contribuição para o conhecimento sobre a natureza da ciência (Espada, 2007; Fallon; 2013). Foram criados vídeos inspirados num estudo anterior que utilizou entrevistas gravadas com cientistas, abordando questões sobre

si mesmos e o seu trabalho (Chen; Cowie, 2014). A rubrica “À Conversa com...” é composta por um conjunto de vídeos com diversos especialistas (biólogos, investigadores, cientistas, grávidas, enfermeiras, médicas, entre outros). Nestes vídeos, os entrevistados respondem a um conjunto de questões sobre um determinado assunto da sua área de especialização. O objetivo é levar, tal como recomendado, a comunidade em geral e científica à escola, ainda que, não se invalide a necessidade do contacto direto das crianças com especialistas. É sugerido, sempre que possível, a elaboração de outras questões que tenham surgido na sessão e convidar outro especialista que as possa responder em contexto de sala de aula.

Disponibilizaram-se vários jogos analógicos, maioritariamente sobre a exploração da temática seres vivos. Estes jogos são constituídos, na sua maioria, por cartões e bases e têm como objetivo a realização de associações e agrupamentos.

À semelhança de outros estudos desta natureza, em Portugal, para o ensino primário (Paixão; Jorge; Martins, 2012; Silva; Tenreiro-Vieira, 2015; Clemente; Vieira; Martins, 2010) disponibilizaram-se propostas de registo para as crianças. Estas propostas diferem conforme a natureza da atividade. Para atividades de cariz laboratorial o registo contempla o antes, o durante e o após a experimentação. No momento do antes, estão previstas secções para as ideias prévias (desenho, escolha múltipla...) e planificação da atividade (ordenar). Para o momento do durante estão previstas secções com o registo de observações/medições (tabelas de dupla entrada, desenho). Para o momento do após, estão previstas secções para as conclusões e/ou resposta à questão problema (resposta aberta, escolha múltipla...) tal como noutros estudos (ex. Mafra; Lima; Carvalho, 2015). Para as atividades de pesquisa ou de classificação estas propostas de registo apresentam outra estrutura. Geralmente as crianças são desafiadas a responder a um *quiz* antes e após a atividade. Estes registos podem ser respondidos individualmente, a pares ou em grupos de quatro (máximo aconselhado).

Desenvolveu-se para cada atividade um instrumento de registo de avaliação das aprendizagens que, apesar de fazer parte da componente de avaliação do PEEC, por conveniência está associado à respetiva atividade. Estes recursos também se destinam ao uso por parte dos professores. A reconhecida dificuldade dos professores na avaliação de atividades práticas de ciências (Bonito; Oliveira, 2024) foi um fator determinante para fomentar e encorajar a monitorização das aprendizagens das crianças, recorrendo a instrumentos de registo de observação durante as atividades.

METODOLOGIA

O presente estudo, de natureza qualitativa, enquadra-se no paradigma socio-crítico (Coutinho, 2014) devido ao seu carácter interventivo e transformador ao nível do ensino das ciências no ensino primário. Dada a natureza do estudo, os objetivos a eles subjacentes e as características do processo adotou-se a abordagem *Educational Design Research* (EDR). As metodologias relacionadas com o *Development and Research* que surgiram no final do século XX e início do século XXI (Mckenney; Reeves, 2013) emergiram em resposta à árdua, mas almejada relação entre a teoria e a prática na investigação. As metodologias educacionais existentes utilizadas na investigação até então distanciavam-se da realidade das escolas, das políticas educativas e resultavam, muitas vezes, em conhecimento científico pouco útil à resolução de problemas reais (Reeves, 2006). O EDR e todas as metodologias variantes vieram colmatar este problema (Design-Based Research Collective, 2003).

Neste sentido, este estudo tem como finalidade contribuir para a promoção do ensino das ciências nas escolas do ensino primário em Portugal através da disponibilização de recursos didáticos de apoio à realização de atividades práticas experimentais. Apresenta-se neste artigo o ciclo de desenvolvimento dos recursos didáticos do PEEC tendo por base o EDR assente nas seguintes características:

- Inovação educacional: partiu-se do problema detetado no contexto educativo português, neste caso, o défice do ensino das ciências experimentais nas escolas do ensino primário;

- Equipa multidisciplinar: criou-se uma equipa multidisciplinar que envolve, investigadores seniores e juniores, professores titulares de turma e professores coadjuvantes, crianças, programadores, designers, e outros especialistas, assente na colaboração efetiva entre participantes da investigação (Wang; Hannafin, 2005);
- Ciclos iterativos: propôs-se desenvolver os recursos tendo por base ciclos iterativos que envolvem as fases de análise, desenho de soluções, implementação e redesenho, e reflexão (Mckenney; Reeves, 2013). Estes ciclos de iterações possibilitam a melhoria da articulação entre a teoria e uma intervenção direcionada para a prática, na busca de soluções iterativas que satisfazem todos os envolvidos.

FASE I – ANÁLISE E EXPLORAÇÃO

À semelhança de qualquer investigação, a primeira fase do EDR consiste na identificação e descrição do problema de investigação. Neste sentido, um dos objetivos deste estudo foi desenvolver uma intervenção baseada na investigação com propostas de soluções para problemas complexos detetados na prática educativa (Plomp, 2013), nomeadamente o défice de ensino experimental das ciências nos primeiros anos de escolaridade. Identifica-se neste artigo a intenção de desenvolver soluções funcionais para problemas práticos em ambientes de aprendizagem (Reeves, 2006).

Assim, como base de sustentação à identificação da problemática, foram desenvolvidos pelos autores os seguintes estudos:

1. Estudo comparativo do atual currículo para o ensino das ciências do ensino primário à luz das aprendizagens avaliadas no TIMSS e por meio de comparação entre currículos de ciências dos Estados Unidos, Singapura, Inglaterra e Austrália (Silva; Rodrigues; Vicente, 2023a). Os resultados apontam para a necessidade de orientações curriculares mais explícitas e equidade entre conhecimentos, capacidades e atitudes e valores. Este estudo levou ao desenvolvimento de uma proposta curricular de ciências para o ensino primário (Silva; Rodrigues, 2023).
2. Estudo sobre práticas de ensino experimental das ciências de professores portugueses no ensino primário. Para tal realizou-se uma análise de mais de 100 relatórios da Inspeção-Geral da Educação e Ciência, no âmbito do ensino de ciências experimentais, descrevendo as práticas dos professores (Silva; Rodrigues; Vicente, 2023b). Percebeu-se que as atividades práticas de ciências realizadas ainda ocorrem de forma pouco sistemática e regular, pouco envolvem as crianças e são descontextualizadas.

Estes estudos preliminares serviram de suporte ao desenvolvimento da proposta de atividades e recursos promotores de um ensino experimental de ciências no ensino primário contextualizado, sistemático e que visa envolver ativamente as crianças na sua aprendizagem. Neste sentido definiu-se como objetivo de investigação “Desenvolver (conceber, planificar, validar, implementar, avaliar) propostas de exploração didática e respetivos recursos de suporte à implementação da proposta curricular do PEEC”.

FASE II – DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO

A investigação foi desenvolvida numa escola de ensino primário ao longo de dois anos letivos, envolvendo 12 turmas (250 crianças) de diferentes anos de escolaridade. Após a aprovação do Comitê de Ética, receberam-se autorizações e respetivos dados de 171 crianças (total de 11 turmas). Constituiu-se uma equipa colaborativa multidisciplinar entre os professores titulares e coadjuvantes das turmas, especialistas de várias áreas (biologia, geologia, física e química) na validação das componentes da didática e de conteúdo, um músico e programadores para a conceção dos recursos do PEEC.

Nesta fase de desenvolvimento, tanto no primeiro como no segundo ciclo de implementação, adotou-se uma dinâmica iterativa entre os vários colaboradores neste estudo. Numa primeira instância, no momento de desenho, a investigadora-criadora esboçou os recursos necessários

para as atividades (ex. planificações, folhas de registo, cartas, cartões, tabuleiros, cartazes, vídeos, instrumentos de registo de avaliação, etc.). Para a sua preparação, pesquisaram-se sites, livros e outros recursos didáticos como inspiração, tendo por base as aprendizagens estipuladas no PEEC curricular. Todo este processo de desenho, validação e implementação foi suportado por uma avaliação formativa (Mckenney; Reeves, 2012), possibilitando o seu redesenho constante em função do *feedback* de todos os intervenientes (Plomp, 2013), como se descreve no **Quadro 1**.

Quadro 1. Descrição do ciclo iterativo para o desenvolvimento dos recursos.

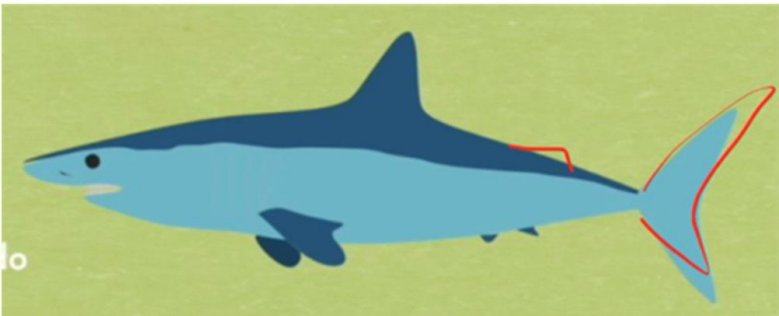
Momento	Descrição do momento	Participantes
Desenho	Desenho dos recursos didáticos necessários para a implementação das atividades.	Investigadora-criadora do PEEC
Validação 1	Validação a nível de conhecimento científico de conteúdo disciplinar, por parte de especialistas da área, de alguns recursos didáticos.	Especialistas
Redesenho	Redesenho dos recursos didáticos em função do <i>feedback</i> dado pelos validadores.	Investigadora-criadora do PEEC
Validação 2	Exploração e análise dos recursos didáticos a serem implementados (validação a nível do conhecimento científico de conteúdo didático).	Professores coadjuvantes
Redesenho	Redesenho dos recursos didáticos em função do <i>feedback</i> dado pelos professores coadjuvantes.	Investigadora-criadora do PEEC
Implementação	Implementação das atividades com as crianças.	Professores titulares e coadjuvantes
Avaliação	Avaliação dos recursos utilizados na sessão através de um inquérito por questionário.	Professores titulares e coadjuvantes
Redesenho	Redesenho final dos recursos didáticos em função de todo o <i>feedback</i> recebido.	Investigadora-criadora do PEEC

Fonte: Elaboração das autoras.

Na fase de validação 1, foram contactados diferentes especialistas da área para avaliar alguns dos recursos. A análise dos recursos foi recolhida através de reuniões e de vários canais de comunicação, permitindo obter *feedback* para a validação das ilustrações (**Figura 1a**) e/ou da informação disponibilizada (**Figura 1b**).

(a)

Tubarão: Gosto muito desta ilustração, no entanto os tubarões têm duas barbatanas dorsais e a cauda não costuma ser simétrica (fiz uns riscos no teu desenho para veres o que digo).



(b)

Comentário sobre cadeias alimentares das florestas temperadas:
Sim, podes colocar veados e esquilos como consumidores primários e linxe e lobos como consumidores secundários. E como produtos tens imensos exemplos também

Figura 1. *Feedback* de um biólogo, (a) sobre a ilustração feita de um tubarão, (b) sobre as cadeias alimentares. Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Com o *feedback* fornecido pelos validadores, procedeu-se ao redesenho dos recursos, sempre que necessário. Seguidamente avançou-se com a validação 2. Nesta fase os professores coadjuvantes deram o seu *feedback* tendo por base o seu conhecimento e experiência pedagógica. Com essas críticas redesenharam-se os recursos, e os professores titulares e coadjuvantes puderam avançar com a implementação das atividades com as crianças. O redesenho final do PEEC foi realizado com base numa avaliação mais sistemática, nomeadamente a partir das respostas dos professores ao inquérito por questionário. A exploração das atividades ocorreu, na maior parte dos casos, semanalmente, em sessões de 90 minutos e em contexto de laboratório da escola com as 12 turmas. A seleção das atividades do PEEC resultou de um consenso entre as investigadoras responsáveis pela criação do programa e as professoras titulares de cada turma, tendo em conta as propostas de atividades disponíveis e as intenções pedagógicas. As sessões implementadas iniciavam com a visualização dos vídeos de contextualização, que permitiam o levantamento das ideias prévias das crianças bem como a formulação da questão-problema. Seguidamente, recorrendo a várias estratégias (ordenar, desenhar, preencher) as crianças, com apoio do professor, planificavam a atividade, decidiam quais as etapas e tarefas para operacionalizar o planificado e selecionavam os recursos necessários para a sua execução. Em seguida, a atividade era realizada, garantindo-se sempre a disponibilização de recursos suficientes para que todas as crianças pudessem envolver-se ativamente na experiência. Dessa forma, foi possível promover diversas capacidades investigativas, como medir, observar, recolher e registar dados, pesquisar, selecionar e organizar informação. Neste sentido, aconselhava-se, em média, a realização da atividade em grupos de três a quatro crianças. Incentivava-se a interpretação dos dados e formulação da resposta à questão-problema e de conclusões, terminando a atividade com uma reflexão, avaliação e a comunicação dos resultados.

Ao longo dos dois anos letivos foram implementadas no total 168 sessões, correspondendo a 61 questões-problema distintas. No 1.º ano implementou-se 17 questões, no 2.º ano e 3.º ano 15 questões e no 4.º ano 14 questões. Foram desenvolvidas 30 atividades do PEEC para cada ano de escolaridade. No que diz respeito às atividades do 1.º ano foram desenhadas 30 atividades e foram implementadas 23, o que corresponde a cerca de 77% das atividades para este ano de escolaridade, sendo que 13 delas foram implementadas com seis turmas diferentes e as restantes 10 foram implementadas com três turmas. Para o 2.º ano também foram desenhadas 30 atividades e implementaram-se 20, correspondendo a cerca de 67% do total das atividades desenhadas, 12 delas com três turmas e as restantes oito atividades com seis turmas. No caso do 3.º ano foram concebidas 30 atividades e foram implementadas 25 atividades, cerca de 83% do número total de atividades, sendo que 13 foram implementadas com seis turmas, e oito atividades com três turmas. As restantes atividades (cerca de 25%) apesar de não terem sido implementadas, a maior parte delas foram validadas por especialistas da área.

PROCEDIMENTOS DE RECOLHA E ANÁLISES DE DADOS

A técnica de recolha de dados privilegiada neste estudo foi o inquérito por questionário. Os professores foram convidados a expressar a sua opinião sobre o grau de adequação, utilizando uma escala de *Likert* (1 - nada adequado e 5 - totalmente adequado) em relação a cada atividade explorada com as crianças, respetivos recursos e seus propósitos. No total obtiveram-se 57 respostas ao questionário no primeiro ciclo de implementação e 62 adicionais no segundo ciclo de implementação. Para a análise dos dados das perguntas de resposta aberta desenvolveu-se o instrumento de análise “Avaliação dos recursos do PEEC” que se apresenta no **Quadro 2**.

Na **Tabela 1** estão elencados o número total de evidências por dimensão de análise e tipo de questão dos dados recolhidos dos questionários.

Quadro 2. Instrumento de análise: Avaliação dos recursos do PEEC.

Dimensão	Parâmetro	Exemplos de evidências	
		Aspectos positivos	Aspectos a melhorar
Atividade	Aprendizagens	"Adequação em relação às aprendizagens esperadas"	-
	Nível de escolaridade	"A atividade mostrou-se completamente adequada ao nível etário"	"Um pouco fácil para eles"
	Coerência	"Um aspecto positivo desta atividade foi a coerência com as sessões anteriores"	"É preciso uma atividade prévia, introdução do tema..."
	Estruturação	"Atividade bem estruturada"	-
	Relevância	"A temática foi adequada, porque as crianças, no geral, pensam que um cientista trabalha somente dentro de um laboratório"	-
	Exequível	"Facilmente colocada em prática"	-
Planificação	Organização	"Bem-organizada e estruturada"	-
	Detalhe	"Descreve bem a atividade"	"Colocar na planificação a discussão possível sobre o vídeo de contextualização"
	Compreensão	"Fácil leitura e compreensão"	-
	Preferência	"Gosto mais do novo documento, divisão (antes durante e depois) é fácil perceber"	-
	Estética	"Esteticamente agradável"	-
	Dimensão	"Simples, curta"	-
Vídeo de contextualização	Utilidade	"Vídeo adequado para o arranque da atividade, sendo estimulador de interessantes previsões realizadas por parte dos alunos"	"Pode introduzir-se de outra forma, sem ser necessário a informação do vídeo"
	Situação	"Adequação relativamente ao tema a ser tratado e situação retratada"	
	Estética	"Muito apelativo o que desperta mais curiosidade!"	-
	Duração	"Vídeo curto"	-
	Agradável	"A reação das crianças ao vídeo é sempre de grande expectativa, da parte deles, porque querem sempre descobrir o tema"	"Foi usado não desperta a atenção dos alunos"
	Linguagem	"Adequação da linguagem/diálogo das personagens"	-
	Técnico	"O vídeo estava claro, bem estruturado"	"O som deveria ser melhorado"
	Simplicidade	"Simples"	"simples para o 4.º ano"
	Inovação	"o vídeo foi uma inovação"	-
	Nível de escolaridade	"Para o 1.º ano está adequado"	"pouco desafiante para este faixa etária"
	Adequação	"Adequado tal como as outros vídeos"	-

Fonte: Elaboração dos autores.

Quadro 2. Continuação....

Dimensão	Parâmetro	Exemplos de evidências	
		Aspetos positivos	Aspetos a melhorar
Kit didático	Nível de escolaridade	"Adequado ao nível etário das crianças"	"Os kits, na minha opinião não foram os mais adequados ao nível etário"
	Construção	"A aquisição de material e a construção foi simples"	"Pode ser difícil concretização pela falta de recursos nas escolas"
	Custos	"Baixo custo, qualquer escola consegue arranjar a atividade"	"Atividade com algum custo associado devido à impressão a cores e plastificação dos recursos"
	Originalidade	"Recursos originais"	-
	Adequação	"Completamente adequado"	"Recursos didáticos, complicado gerir a sessão no cés por as bases, e não conseguiram imprimir tudo, e por isso, poderiam ter funcionado melhor. são muitas bases e animais para cada grupo ter"
	Qualidade	"Vídeo muito apelativo, o discurso totalmente adequado e de linguagem muito perceptível"	"Cartaz - colocar as imagens da noite e dia para ajudar na compreensão do cartaz - pode ser complicado no início do ano por causa da leitura. ilustrar o que se está a explorar"
Folha de registo	Nível de escolaridade	"O método usado foi o da folha de registo em grupo, o que tem resultado muito bem para este nível etário"	"Ligeiramente desadequada à faixa etária"
	Estética	"Estética utilizada foi a mesma das anteriores, excelente, o que dá um fio condutor ao tema"	-
	Registo	"Fizeram bem a folha, não têm dificuldade em preencher"	"Os alunos (de todas as turmas) tiveram dificuldade no preenchimento das tabelas (de duas entradas)"
	Dimensão	-	"Considero a folha de registo um pouco extensa nos moldes em que está a ser dada"
	Compreensão	"as crianças conseguem preencher autónoma"	"mais orientação para facilitar o preenchimento"
	Preferência	"Muito melhor em relação ao do ano passado"	-
	Adequada	"Muito adequada, porque realizam em grupo o desenho, e depois ficavam com um registo individual"	-
	Agrado das crianças	"as crianças gostam"	-
	Existência	"Não havia folha de registo -> Concordo não haja necessidade de folha de registo"	"Sem, mas poderia existir um sistema de registar os pontos"
Instrumento de registo de avaliação	Preenchimento	"facilidade de preenchimento"	"por vezes aparecem demasiadas aprendizagens o que torna difícil o seu preenchimento"
	Transporte	"facilidade de deslocar"	-
	Leitura	"boa leitura e interpretação após a sessão"	-
	Adequado	"Instrumento de avaliação adequado"	-
	Estrutura	"estava bem elaborado"	"acrescentar colunas para todas as crianças"
Sessão desenvolvida	Emoções das crianças	"As crianças adoram a atividade, divertiram-se"	-
	Aprendizagens	"Permitiu aos alunos realizarem uma boa aprendizagem"	"as crianças não aprenderam o desejado"
	Duração	"foi desenvolvida no tempo estipulado"	"não aconselho a que seja realizada em apenas uma sessão."
	Envolvimento	"Atividade com envolvimento"	"A questão de pouco envolvimento entre as crianças"
	Estratégia	"A atividade foi pensada sob a forma de jogo."	"Não dominam o trabalho de pesquisa"
	Realização	"Atividade funciona muito bem"	-

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 1. Número de evidência por dimensão e tipo que questão.

Dimensão	Tipo de questão	Número de evidências
Atividade	Pergunta de resposta fechada	119
	Pergunta de resposta aberta	177
Planificação	Pergunta de resposta fechada	59
	Pergunta de resposta aberta	120
Vídeo de contextualização	Pergunta de resposta fechada	119
	Pergunta de resposta aberta	221
Kit didático	Pergunta de resposta fechada	119
	Pergunta de resposta aberta	213
Folha de registo	Pergunta de resposta fechada	108
	Pergunta de resposta aberta	149
Instrumento de registo de avaliação	Pergunta de resposta fechada	119
	Pergunta de resposta aberta	177
Sessão desenvolvida	Pergunta de resposta aberta	252
TOTAL		1952

Fonte: Elaboração dos autores.

ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As respostas aos questionários permitiram avaliar as atividades implementadas do PEEC através do posicionamento dos professores sobre aspetos positivos e/ou negativos, sugestões de melhoria e/ou alteração, problemas detectados nas dimensões “atividade”, “planificação”, “vídeo de contextualização”, “folha de registo”, “kit didático”, “instrumento de registo de avaliação” e “sessão desenvolvida”.

A **Tabela 2** reúne os dados percentuais respetivos à avaliação realizada pelos professores relativamente às seis dimensões de análise das atividades do PEEC implementadas pelos cinco níveis de adequação. De forma geral a grande parte das avaliações feitas pelos professores para as dimensões é de total adequabilidade (nível 5), destacando-se as dimensões da planificação (94,92%), instrumentos de registo de avaliação (86,55%) e kit didático (73,95%). As médias demonstram valores superiores a 4,5 em 5 em todas as dimensões.

Tabela 2. Percentagem do nível de adequação por dimensão das atividades implementadas.

Dimensão	Nível de adequação					Média
	Nada adequado (1)	Pouco adequado (2)	Adequado (3)	Muito adequado (4)	Totalmente adequado (5)	
Atividade (n=119)	0,00%	1,68%	2,52%	23,53%	72,27%	4,66
Planificação (n=59)	0,00%	0,00%	0,00%	5,08%	94,92%	4,95
Vídeo de contextualização (n=119)	0,00%	0,00%	3,36%	26,05%	70,59%	4,67
Folha de registo (n=108)	0,93%	2,78%	6,48%	23,15%	66,67%	4,52
Kit didático (n=119)	0,84%	0,00%	5,88%	19,33%	73,95%	4,66
Instrumento de registo (n=119)	0,00%	0,00%	0,00%	13,45%	86,55%	4,87

Fonte: Elaboração dos autores

Estes resultados revelam que as atividades propostas e respetivos recursos desenvolvidos são adequados na perspectiva dos professores colaboradores que as utilizaram e exploraram com as suas crianças. Efetuou-se também a análise de conteúdo dos comentários dos professores nas respostas de pergunta aberta do questionário e que de seguida se apresentam para cada uma das dimensões de análise.

DIMENSÃO DE ANÁLISE “ATIVIDADE”

Relativamente à avaliação dos professores sobre as atividades (Tabela 3) foi possível averiguar que os aspetos positivos mais referidos são a adequabilidade da atividade ao nível de escolaridade a que se destina, a coerência que a atividade apresenta em relação à anteriormente explorada e a exequibilidade da atividade tendo em conta os recursos, tempo e os objetivos de aprendizagem. Como aspetos a melhorar, com pouca expressão (9,04%), os professores referiram que algumas das atividades não estavam adequadas ao nível de escolaridade e apontaram a falta de coerência com a atividade anterior, aspetos esses corrigidos. De forma geral pode-se aferir que as atividades propostas são adequadas aos objetivos de aprendizagem, relevantes, exequíveis e coerentes.

Tabela 3. Percentagem do nível de adequação da dimensão “Atividade”.

Dimensão	Parâmetro	Frequência de apreciação		Frequência total
		Positivo	A melhorar	
Atividade	Nível de escolaridade	66	9	75
	Coerência com a atividade anterior	35	6	41
	Adequação às aprendizagens esperadas	28	1	29
	Relevância	16	0	16
	Exequibilidade	12	0	12
	Estruturação	4	0	4
TOTAL	Frequência	161	16	177
	Percentagem	90,96%	9,04%	100%

Fonte: Elaboração dos autores.

Verificou-se que em Portugal uma parte relevante das atividades práticas de ciências no ensino primário são “[...] práticas expositivas/demonstrativas, o que suscita a necessidade de reflexão sobre a sua eficácia, uma vez que a participação ativa dos alunos fica condicionada. As restantes didáticas assumem uma expressão muito reduzida ou inexistente [...]” (Inspeção-geral da Educação e Ciência, 2020, p. 78). As atividades propostas pelo PEEC podem contribuir para a exploração de atividades exequíveis de forma coerente e sequencial, garantindo o envolvimento das crianças.

DIMENSÃO DE ANÁLISE “PLANIFICAÇÃO”

Quanto à dimensão planificação (Tabela 4) foi possível verificar que os aspetos positivos (96,46%) se sobressaem em relação aos aspetos a melhorar (3,54%). Apenas o parâmetro do detalhe/descrição surge como aspecto a melhorar, em que os professores referem aspetos como “colocar na planificação a discussão possível sobre o vídeo de contextualização” ou “dar a solução ao professor e uma pequena explicação sobre o assunto”. Os professores mencionaram com mais frequência a compreensão e a organização como aspetos positivos das planificações. De forma geral pode-se afirmar que as planificações respeitam aspetos como a estrutura, detalhe, simplicidade, estética e dimensão que satisfaz as necessidades dos professores.

Tabela 4. Percentagem do nível de adequação da dimensão “Planificação”.

Dimensão	Parâmetro	Frequência de apreciação		Frequência total
		Positivo	A melhorar	
Planificação	Compreensão/facilidade de leitura	52	0	52
	Organização/estrutura	31	0	31
	Detalhe/descrição	9	4	13
	Dimensão do documento	9	0	9
	Estética	5	0	5
	Relação com ano passado	3	0	3
TOTAL	Frequência	109	4	113
	Percentagem	96,46%	3,54%	100,00%

Fonte: Elaboração dos autores.

Tal como foi referido anteriormente, as planificações são essenciais para apoiar as práticas dos professores. Vários estudos com o intuito de desenvolver e disponibilizar recursos educativos de ciências para o ensino primário, para além dos recursos para as crianças, também disponibilizam orientações para os professores de como conduzir essa atividade (Mafra; Lima; Carvalho, 2015; Silva; Tenreiro-Vieira, 2015).

DIMENSÃO DE ANÁLISE “CONTEXTUALIZAÇÃO”

A avaliação feita sobre os vídeos de contextualização (Tabela 5) na visão dos professores é positiva. Os aspetos positivos (93,67%) destacam-se em relação aos aspetos a melhorar (6,33%). Como aspetos positivos evidencia-se a utilidade, a situação e o agrado das crianças. Os aspetos a melhorar centram-se na utilidade, situação e questões técnicas (som) e agrado das crianças que nem sempre corresponderam às expectativas dos professores. Este feedback permitiu refazer estes vídeos e adequá-los relativamente à sua utilidade, situação retratada e problemas técnicos.

Tabela 5. Percentagem do nível de adequação da dimensão “Vídeo de contextualização”.

Dimensão	Parâmetro	Frequência de apreciação		Frequência total
		Positivo	A melhorar	
Vídeo de contextualização	Situação	52	4	56
	Utilidade	44	4	48
	Agrado	26	2	28
	Adequado	23	0	23
	Estética	16	0	16
	Duração	15	0	15
	Linguagem	13	0	13
	Simplicidade	10	1	11
	Técnico	4	2	6
	Nível de escolaridade	3	1	4
	Originalidade	1	0	1
TOTAL	Frequência	207	14	221
	Percentagem	93,67%	6,33%	100,00%

Fonte: Elaboração dos autores.

Tal como referido, as atividades práticas de ciências em Portugal são descontextualizadas do contexto e quotidiano das crianças (Inspeção-geral da Educação e Ciência, 2020). Já noutros estudos empíricos, os professores referem que problematizar a atividade promove o interesse das crianças, fomenta o seu envolvimento no processo de aprendizagem e promove aprendizagens significativas e úteis com ligação ao quotidiano das crianças (Maffi et al., 2019).

DIMENSÃO DE ANÁLISE “FOLHA DE REGISTO”

A dimensão “folha de registo” foi aquela que os professores foram mais vocais nos aspetos a melhorar (13,42%) tal como se pode constatar na **Tabela 6**. Neste sentido com mais expressão destacam-se como aspetos a melhorar: a estratégia de registo, a dimensão da proposta de registo e sugerem, em três ocasiões, a existência de registo. Como aspetos positivos destacam-se a estratégia de registo e adequação da proposta de registo ao seu objetivo. De forma geral as propostas de registo parecem cumprir o seu propósito a nível da sua adequação ao nível de escolaridade das crianças, sendo perceptíveis e estimulando a autonomia das crianças.

Tabela 6. Percentagem do nível de adequação da dimensão “Folha de registo”.

Dimensão	Parâmetro	Frequência de apreciação		Frequência total
		Positivo	A melhorar	
Folha de registo	Registo	34	9	43
	Adequado	29	1	30
	Nível de escolaridade	27	2	29
	Compreensão	18	2	20
	Estética	9	0	9
	Existência	5	3	8
	Agrado	4	0	4
	Relação à do ano passado	3	0	3
	Dimensão	0	3	3
TOTAL	Frequência	129	20	149
	Percentagem	86,58%	13,42%	100,00%

Fonte: Elaboração dos autores.

Neste estudo os professores sublinham a possibilidade de registar os momentos da atividade prática como um aspeto positivo. Tal como é destacado em outros estudos, as folhas de registo são essenciais para apoiar as crianças na condução das atividades práticas nos diferentes momentos da atividade. A título de exemplo, o estudo de Mafrá, Lima e Carvalho (2015) referem que a utilização dos registos apoia a realização das atividades experimentais num clima de reflexão, facilitando o processo até à resposta da questão problema. Embora outros estudos (Clemente; Vieira; Martins, 2010; Paixão; Jorge; Martins, 2012) não mencionem explicitamente os benefícios das folhas de registo, estes autores justificam a sua utilização como forma de monitorizar as aprendizagens.

DIMENSÃO DE ANÁLISE “KIT DIDÁTICO”

Na dimensão “kit didático” (**Tabela 7**) foi possível verificar que, de forma geral, os aspetos positivos (80,83%) sobrepõem-se aos aspetos a melhorar (19,17%). Nos aspetos positivos destaca-se o nível de escolaridade, a construção e a originalidade, ainda que este último não tenha uma expressão tão significativa quanto os outros. Os custos e a qualidade dos kits didáticos foram considerados os aspetos a melhorar com mais frequência. No caso dos custos, muitos dos kits referidos são recursos materiais laboratoriais (ex. ímanes, baterias) e a sua aquisição exige um certo investimento financeiro.

Tabela 7. Percentagem do nível de adequação da dimensão “Kit didático”.

Dimensão	Parâmetro	Frequência de apreciação		Frequência total
		Positivo	A melhorar	
Kit didático	Construção	53	12	65
	Custos	29	7	36
	Nível de escolaridade	28	3	31
	Adequado	23	6	29
	Qualidade	17	9	26
	Original	6	0	6
TOTAL	Frequência	156	37	193
	Percentagem	80,83%	19,17%	100,00%

Fonte: Elaboração dos autores.

Vários autores têm vindo a demonstrar que, na perspectiva dos professores, um dos maiores obstáculos à realização de mais atividades práticas nas escolas são questões financeiras, pois existe um grande custo para instalações e aquisição de recursos materiais (Bonito; Oliveira, 2024). De forma geral, os recursos aqui apresentados parecem contribuir para a lacuna da falta de recursos didáticos e da sua aquisição a baixo preço. Ainda assim, tal como um dos professores refere “No entanto, é de difícil aquisição, mas após a aquisição fica um kit para vários anos”, sendo neste sentido um investimento a longo prazo.

DIMENSÃO DE ANÁLISE “INSTRUMENTO DE REGISTO DE AVALIAÇÃO”

Na dimensão dos “instrumentos de registo de avaliação”, tal como se verifica na **Tabela 8**, os aspetos positivos (97,74%) evidenciam-se em relação aos aspetos a melhorar (2,26%). Destaca-se o fácil preenchimento, a fácil leitura e interpretação e o fácil transporte dos instrumentos de registo de avaliação. Os únicos aspetos apontados pelos professores como passíveis de melhoria foram, em alguns casos, o elevado número de aprendizagens incluídas e a falta de espaço para registar os nomes de todas as crianças da turma.

Tabela 8. Percentagem do nível de adequação da dimensão “Instrumento de registo de avaliação”.

Dimensão	Parâmetro	Frequência de apreciação		Frequência total
		Positivo	A melhorar	
Instrumento de registo de avaliação	Preenchimento	81	2	83
	Leitura	45	0	45
	Transporte	26	0	26
	Adequado	20	0	20
	Estrutura	1	2	3
TOTAL	Frequência	173	4	177
	Percentagem	97,74%	2,26%	100%

Fonte: Elaboração dos autores.

Reis refere que a avaliação de aprendizagens em ciências “apenas se torna possível desde que realizada de forma contextualizada, em situações reais nas quais as competências possam ser observadas em ação” (Reis, 2021, p. 4). Os instrumentos de registo de avaliação foram uma das estratégias disponibilizadas para que a avaliação das competências avaliadas fosse intencional, contínua, interativa e contextualizada tal como sugerem Sousa e Santos (2022).

DIMENSÃO DE ANÁLISE “SESSÃO DESENVOLVIDA”

No que diz respeito à sessão desenvolvida, tal como se verifica nas outras dimensões, a apreciação positiva prevalece em relação à negativa (Tabela 9). Destacam-se como aspetos positivos, as emoções das crianças em relação à atividade (ex. curiosidade, entusiasmo...), o contributo da atividade nas aprendizagens das crianças e a possibilidade do seu envolvimento efetivo. Como aspeto a melhorar é referido, com alguma frequência, a duração da atividade, sendo que por vezes é apontada como muito extensa e noutras como muito curta. Na perspectiva dos professores, o tipo de atividade nem sempre é o mais adequado, principalmente porque não estão habituados a conduzir atividades de pesquisa ou saídas de campo.

Tabela 9. Percentagem do nível de adequação da dimensão “Sessão desenvolvida”.

Dimensão	Parâmetro	Frequência de apreciação		Frequência total
		Positivo	A melhorar	
Sessão desenvolvida	Emoções crianças	104	0	104
	Aprendizagens	49	7	56
	Envolvimento	31	3	34
	Estratégia	28	9	37
	Realização	6	0	6
	Duração	5	10	15
TOTAL	Frequência	223	29	252
	Percentagem	88,49%	11,51%	100,00%

Fonte: Elaboração dos autores.

Os professores referem que as atividades desenvolvidas estimulam o envolvimento das crianças, proporcionando múltiplas oportunidades de aprendizagem em ciências. Este fator parece contribuir para o problema detectado de estratégias usualmente transmissivas e expositivas que apenas mobilizam conhecimentos das crianças (Inspeção-geral da Educação e Ciência, 2020). Para além disso, os professores referem que as atividades práticas de ciências provocam emoções positivas nas crianças. Estes dados, semelhantes ao estudo de King et al. (2015) demonstram que este tipo de atividade estimula atitudes positivas das crianças (surpresa, interesse, alegria), promovendo aprendizagens significativas.

CONCLUSÕES

Com o presente artigo pretendeu-se apresentar e descrever a metodologia usada para desenvolver os recursos didáticos de ciências para o ensino primário do PEEC. As conclusões deste, por sua vez, versam dois aspetos fulcrais: a avaliação do EDR como abordagem metodológica adotada para o desenvolvimento dos produtos do PEEC e a avaliação dos produtos concebidos do PEEC atividades na perspectiva dos professores utilizadores.

A principal motivação pela escolha do EDR centrou-se no facto de se tratar de um estudo assumidamente transformador, prático, útil e com um plano de ação concreto para problemas reais, contrariamente a outras abordagens tradicionais que não apresentam de forma tão veemente este propósito. Algumas das características do EDR foram decisivas para a qualidade no processo de desenvolvimento dos recursos do PEEC nomeadamente:

- Ciclos iterativos. Uma das peculiaridades do EDR é a sua iteratividade. A possibilidade de trabalhar nesta lógica foi imprescindível para o desenvolvimento de recursos educativos de qualidade com a possibilidade de um constante ciclo de desenho, implementação, avaliação, afinamento e redesenho até satisfazer todos os envolvidos.
- Equipa multidisciplinar. O privilégio de construir uma equipa de peritos para validação científica dos recursos, de professores para a exploração das atividades e recursos didáticos com as suas turmas, e de peritos em *design*, programação e acessibilidade possibilitou diferentes visões, *know-how* e contributos.

- Avaliação formativa. A possibilidade de trabalhar diretamente com os professores e as suas turmas e o *feedback* decorrente da sua exploração como utilizadores, possibilitou a identificação e superação de aspetos a melhorar. Apesar de não existirem instrumentos-tipo para a recolha de dados para esta avaliação formativa, destacam-se as conversas reflexivas antes e após as sessões entre os professores e a investigadora-criadora do PEEC e as respostas dos professores aos questionários finais de cada sessão. Este ciclo de avaliação permitiu o constante aperfeiçoamento dos recursos do PEEC.

Do estudo decorrido, concluiu-se que os recursos do PEEC, na perspectiva dos professores utilizadores, apoiam a implementação de atividades práticas de ciências no âmbito do ensino das ciências no ensino primário. Foi evidente que os aspetos positivos se sobressaíram aos negativos. De uma forma geral destacam-se como aspetos positivos para cada uma das dimensões: i) Atividade - Adequação do nível de escolaridade a que é destinada e a coerência da atividade com a anteriormente proposta; ii) Planificação - A compreensão e facilidade de leitura e a sua organização e estrutura; iii) Vídeo de contextualização - Utilidade do vídeo e a situação retratada; iv) Folha de registo - Registo e a sua adequação ao propósito; v) Kit didático - Facilidade de construção e custos acessíveis; vi) Instrumento de registo de avaliação - Fácil preenchimento e leitura e; vi) Sessão desenvolvida - As emoções das crianças e o contributo para o desenvolvimento das aprendizagens de ciências das crianças.

Pretende-se posteriormente avaliar o contributo da exploração dos recursos do PEEC nas aprendizagens das crianças participantes no estudo. Espera-se, assim, evidenciar as potencialidades das atividades práticas em ciências, em particular os recursos do PEEC, de forma a este tornar-se um contributo de recursos educativos de ciências de qualidade, variados, e contextualizados que possam ser utilizados pelos professores e adaptados ao seu contexto e crianças. Os primeiros resultados parecem corroborar o importante contributo destes recursos na influência de práticas dos professores de ciências, facilitando a exploração do ensino experimental das ciências desde os primeiros anos de escolaridade. Sugere-se a exploração e avaliação destes recursos didáticos de ciências noutras escolas do país para testar a sua adequação.

Uma das formas de combater a inércia à mudança passa pela disponibilização de propostas didáticas capazes de apoiar as práticas de ciências dos professores para mais e melhores aprendizagens em ciências dos seus alunos. A disponibilização dos recursos desenvolvidos no âmbito deste projeto concretiza-se num contributo e avanço no sentido de instigar os professores a tornarem as atividades práticas de ciências mais regulares com o objetivo de contribuir para a promoção da literacia científica das crianças desde os primeiros anos de escolaridade.

REFERÊNCIAS

- ADITOMO, A.; KLIEME, E. Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: evidence from high and low-performing education systems. **International Journal of Science Education**, London, v. 42, n. 4, p. 504-525, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1080/09500693.2020.1716093>.
- BECTA. **Quality principles for digital learning resources**. Coventry: BECTA, 2007.
- BERNARD, P. *et al.* Influence of in-service teacher training on their opinions about IBSE. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, New York, v. 77, p. 88-99, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.343>.
- BONITO, J.; OLIVEIRA, H. O trabalho prático no ensino das ciências: uma abordagem à evolução histórica. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, São Paulo, v. 27, p. 3-21, 2024. DOI: <http://doi.org/10.23925/2178-2911.2023v27esp3-21>.
- BONITO, J.; OLIVEIRA, H.; CARNEIRO, C. Teaching on rock deformation: contributions from practical activities. *In*: DEL VALLE, S. I. V.; ADOLFO, G. (ed.). **Ciências humanas: estudos para uma visão holística da sociedade**. Curitiba: Editora Artemis, 2023.
- BRETES, S.; CORREIA, M. Conceções e práticas de educadores de infância e de professores do 1.º Ciclo acerca do ensino experimental das ciências. **Revista da UI_IPSantarém**, Santarém, v. 6, n. 1, p. 21-36, 2018. DOI: <http://doi.org/10.25746/ruiips.v6.i1.16104>.
- CACHAPUZ, A. Educação em Ciências: contributos para a mudança. **Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 3, n. 2, p. 64-80, 2022. DOI: <http://doi.org/10.4025/rvc.v3i2.65705>.
- CACHAPUZ, A. Educação em ciências: pensar o todo. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, Itapetininga, v. 4, e023006, 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/933>. Acesso em: 5 jan. 2025.
- CARDOSO, A. *et al.* Princípios pedagógico-didáticos para a conceção de recursos educativos digitais: análise do recurso cozinhar a aprender. *In*: DIAS, A.; LOUREIRO, C. (ed.). **Práticas de Integração Curricular nos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico**. Lisboa: Escola Superior de Educação de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, 2022.
- CAVADAS, B., *et al.* **Criação de recursos educativos digitais eficazes**. Santarém: EduApp, 2023.

CHEN, J.; COWIE, B. Scientists talking to students through videos. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Dodrecht, v. 12, n. 2, p. 445-465, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10763-013-9415-y>.

CLEMENTE, M.; VIEIRA, R.; MARTINS, F. Educação para o Desenvolvimento Sustentável no 1.º Ciclo do Ensino Básico – propostas didáticas no âmbito das ciências. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 2, n. 1, p. 5-42, 2010. DOI: <http://doi.org/10.34624/id.v2i1.4575>.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CNE. **Estado da Educação 2021**. Lisboa: CNE, 2022.

COUTINHO, C. **Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática**. Coimbra: Edições Almedina, 2014.

CRUZ, M. A. **Questões Sócio-científicas Controversas para a promoção do Ativismo Social em Física e Química**. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2015.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, Washington, v. 32, n. 1, p. 5-8, 2003. <http://doi.org/10.3102/0013189X032001005>.

ESPADA, W. The Role of the Scientific Community in School Science Education. **Red de Revistas Científicas de América Latina**, Venezuela, v. 32, n. 8, p. 510-515, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932803>. Acesso em: 31 dez. 2024.

FALLON, G. Forging school-scientists partnerships: a case of easier said than done? **Journal of Science Education and Technology**, New York, v. 22, n. 6, p. 858-876, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10956-013-9435-y>.

FERREIRA, M.; MÜNCHEN, S. A contextualização no ensino de ciências: reflexões a partir da Educação do Campo. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Chapecó, v. 3, n. 4, p. 380-399, 2020. DOI: <http://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i4.11825>.

FERREIRA, S.; SARAIVA, S. Complexity of practical work in Portuguese primary science textbooks. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 26, n. 3, p. 281-297, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/38974>. Acesso em: 31 dez. 2024.

HARLEN, W. **The Case for Inquiry-based Science Education (IBSE)**. Italy: InterAcademy Partnership (IAP), 2021.

INSPEÇÃO-GERAL DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA – IGEC. **Gestão do Currículo: Ensino Experimental das Ciências**. Relatório 2018. (I/01004/DSAG/22). Lisboa, Portugal: Inspeção-geral da Educação e Ciência, 2020.

INTERNATIONAL SCIENCE COUNCIL. **Unleashing science: delivering missions for sustainability**. Paris: International Science Council, 2021.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100003>.

KEOGH, B.; NAYLOR, S. Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. **International Journal of Science Education**, London, v. 21, n. 4, p. 431-446, 1999. DOI: <http://doi.org/10.1080/095006999290642>.

KING, D. *et al.* Emotionally intense science activities. **International Journal of Science Education**, London, v. 37, n. 12, p. 1886-1914, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1080/09500693.2015.1055850>.

LANKOW, J.; RITCHIE, J.; CROOKS, R. **Infographics: the power of visual storytelling**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012.

LOCORO, A. *et al.* Static and interactive infographics in daily tasks: a value-in-use and quality of interaction user study. **Computers in Human Behavior**, Oxford, v. 71, p. 240-257, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.032>.

MAFFI, C. *et al.* Contextualização na aprendizagem: percepções de docentes de ciências e matemática. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v. 2, p. 75-92, 2019. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/1561>. Acesso em: 05 jan. 2025.

MAFRA, P.; LIMA, N.; CARVALHO, G. S. Microbiologia no 1.º ciclo do ensino básico: uma proposta de atividade experimental sobre higiene das mãos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA E SAÚDE: PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTO NUM MUNDO GLOBALIZADO, 11., 2015, Porto. **Anais [...]** Porto: Escola Superior de Educação, 2015. p. 500-507.

MARTINS, I. P. Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento. In: PAIXÃO, M. F. (ed.). **Educação em Ciência, Cultura e Cidadania: Encontros em Castelo Branco**. Alcains: Alma Azul, 2006.

MARTINS, I. P. Revisitando orientações CTS/CTSA na Educação e no Ensino das Ciências. **Revista APEDUC**, Vila Real, v. 1, n. 1, p. 13-29, 2020. Disponível em: <https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63>. Acesso em: 31 dez. 2024.

MCKENNEY, S.; REEVES, T. C. **Conducting educational design research**. Abingdon: Routledge, 2012.

MCKENNEY, S.; REEVES, T. Systematic review of design-based research progress: is a little knowledge a dangerous thing? **Educational Researcher**, Washington, v. 42, n. 2, p. 97-100, 2013. DOI: <http://doi.org/10.3102/0013189X12463781>.

MUHAIMIN, A. *et al.* Science teachers' integration of digital resources in education: a survey in rural areas of one Indonesian province. **Heliyon**, London, v. 6, n. 8, e04631, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04631>. PMID:32793838.

NAVARIDAS-NALDA, F. *et al.* The strategic influence of school principal leadership in the digital transformation of schools. **Computers in Human Behavior**, Oxford, v. 112, p. 106481, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106481>.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies**. Policy Report. Paris: OECD, 2006.

PAIXÃO, F.; JORGE, F.; MARTINS, H. Uma atividade criativa com luz e sombra no 1.º Ciclo do Ensino Básico. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 4, n. 1, p. 203-225, 2012. DOI: <http://doi.org/10.34624/id.v4i1.4244>.

PLOMP, T. Educational design research: an introduction. In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. (ed.). **Educational design research**. Enschede: SLO, 2013. p. 10-51.

RAMOS, et al. **Portal das Escolas** – Recursos Educativos Digitais para Portugal: Estudo Estratégico. Lisboa: GEPE, 2010.

RAMOS, J. L. et al. Modelos e práticas de avaliação de recursos educativos digitais. **Cadernos SACAUSEF 2**, Lisboa, p. 79-87, 2008.

RAMOS, J. L.; TEODORO, V. D.; FERREIRA, F. M. Recursos educativos digitais: reflexões sobre a prática. **Cadernos SACAUSEF**, Lisboa, v. 7, p. 11-34, 2011.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, R. R. S. O ensino de Ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/444>. Acesso em: 31 dez. 2024.

REEVES, T. C. Design research from a technology perspective. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (ed.). **Educational design research**. London: Routledge, 2006.

REIS, P. Desafios à educação em ciências em tempos conturbados. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. 1-9, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1590/1516-731320210000>.

RODRIGUES, A. V. et al. Laboratórios de Ciências: análise diagnóstica em escolas públicas portuguesas. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 10, p. 31-46, 2018. DOI: <http://doi.org/10.34624/id.v10i5.11107>.

RODRIGUES, A.; PEIXINHO, J. P.; SILVA, P. C. Recursos educativos digitais para o ensino básico: partilha de experiências, desafios e reflexões para o futuro. **Boletim da AIA-CTS**, Aveiro, n. 18, p. 38-42, 2023.

SALEHJEE, S.; WATTS, M. **Becoming Scientific** –Developing Science across the life-course: Stories and insights for the journey. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing, 2020.

SANTANA, R. S.; CAPECCHI, M. C.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Cádiz, v. 17, n. 3, p. 686-710, 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6608285>. Acesso em: 31 dez. 2024.

SEGEL, E.; HEER, J. Narrative visualization: telling stories with data. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, New York, v. 16, n. 6, p. 1139-1148, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1109/TVCG.2010.179>. PMID:20975152.

SILVA, M.; TENREIRO-VIEIRA, C. Educação para o Desenvolvimento Sustentável: atividades com orientação CTS/PC no 1.º CEB. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 7, n. 1, p. 96-114, 2015. DOI: <http://doi.org/10.34624/id.v7i1.2620>.

SILVA, P. C.; RODRIGUES, A. V. Desenvolvimento de uma proposta curricular de ciências para os primeiros anos de escolaridade: fundamentos, processo e produto. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 27, e023072, 2023. DOI: <http://doi.org/10.22633/rpge.v27i00.18275>.

SILVA, P. C.; RODRIGUES, A. V.; VICENTE, P. N. Currículo de ciências para o ensino primário: uma análise comparativa entre Portugal, Inglaterra, Estados Unidos, Austrália e Singapura. **Education Policy Analysis Archives**, Tempe, v. 31, n. 97, p. 1-25, 2023a. <http://doi.org/10.14507/epaa.31.8192>.

SILVA, P. C.; RODRIGUES, A. V.; VICENTE, P. N. Práticas de Ensino Experimental das Ciências no 1.º Ciclo do Ensino Básico em Portugal: uma análise dos relatórios da Inspeção-Geral da Educação e Ciência. **Praxis Educativa**, Santa Rosa, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2023b. DOI: <http://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.18.21358.062>.

SOUSA, M. T.; SANTOS, L. Avaliar para aprender em ciências experimentais. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 35, n. 2, p. 190-210, 2022. DOI: <http://doi.org/10.21814/rpe.21275>.

STUBBERFIELD, L.; BARTON, T. **Primary science education beyond 2021-what next?** London: Wellcome, 2021.

SUDUC, A. M.; BIZOI, M.; GORGHIU, G. Inquiry based science learning in primary education. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, New York, v. 205, p. 474-479, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.09.044>.

TEIG, N.; NILSEN, T. Profiles of instructional quality in primary and secondary education: patterns, predictors, and relations to student achievement and motivation in science. **Studies in Educational Evaluation**, Amsterdam, v. 74, p. 101170, 2022. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101170>.

TSAI, S. T.; HUANG, H. Y.; CHANG, T. W. Developing a motion infographic-based learning system for effective learning. **Education Sciences**, Basel, v. 10, n. 9, p. 247, 2020. DOI: <http://doi.org/10.3390/educsci10090247>. <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/9/247>. Acesso em: 31 dez. 2024.

WANG, F.; HANNAFIN, M. J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. **Educational Technology Research and Development**, Netherlands, v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF02504682>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02504682>. Acesso em: 31 dez. 2024.

WOO, H.; KIM, J.; LEE, W. Development of curriculum design support system based on word embedding and terminology extraction. **Electronics**, Basel, v. 9, n. 4, p. 608, 2020. DOI: <http://doi.org/10.3390/electronics9040608>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/4/608>. Acesso em: 31 dez. 2024.

Contribuições dos autores

PCS: Desenho, Análise, Avaliação da proposta das atividades apresentadas, Conceção do instrumento de recolha e Análise de dados e Redação do manuscrito; AVR: Validação das propostas de atividades, do instrumento de recolha e análise de dados e coautoria na redação do manuscrito.

Editor: Prof. Dr. José Luís Bizelli

Editores Executivos: Profa. Dra. Flavia Maria Uehara