

# DO CONCRETO PARA O ABSTRATO PELO USO DOS SENTIDOS E DE SENSORES: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O ECOSISTEMA POÇAS DE MARÉ

**MARIA JOÃO SILVA**

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto, Portugal  
inED – Centro de Investigação & Inovação em Educação  
mjosilva@ese.ipp.pt

**LUÍSA GONÇALVES**

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto, Portugal  
luisagoncalves2003@hotmail.com

**JOÃO SAMPAIO MAIA**

inED – Centro de Investigação & Inovação em Educação  
jsampaia@gmail.com

## RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de caso exploratório, desenvolvido no contexto do Projeto *Sondar e Sentir o Ambiente para Desenvolver o Pensamento Abstrato* (SOS Abstrato), que visa estudar as potencialidades da utilização conjunta e sinérgica dos sentidos humanos e de sensores eletrónicos para desenvolver o pensamento abstrato nas crianças. O estudo de caso foi desenvolvido com uma turma do 4.º ano de escolaridade e centrado no ecossistema Poças de Maré de uma praia no Norte de Portugal. A utilização dos sentidos e sensores em atividades experimentais produziu evidências de desenvolvimento da abstração no estudo da biodiversidade e da temperatura.

**PALAVRAS CHAVE:** Crianças; Ensino Básico; Pensamento Abstrato; Sentidos; Sensores.

## ABSTRACT

This paper presents an exploratory case study, developed in the context of the *Using Sensors and Sensing in the Environment to Develop Abstract Thinking* Project (SOS Abstract), which goal is to study the potential of the joint and synergetic use of electronic sensors and human senses to develop children's abstract thinking. The case study was developed with a 4<sup>th</sup> year class and is centred on the Tide Pools of a beach in the North of Portugal. The use of senses

and sensors in experimental activities produced evidences of the development of abstract thinking, while studying biodiversity and temperature.

**KEYWORDS:** Children; Elementary Education; Abstract thinking; Senses; Sensors.

## INTRODUÇÃO

Tem vindo a ser reconhecido internacionalmente que, para uma verdadeira cidadania no século XXI, é necessário que a escola desenvolva o pensamento abstrato, nomeadamente através do desenvolvimento de competências de resolução de problemas em situações da vida quotidiana, designadamente através da observação, da procura de regularidades, de interpretação de dados e da formulação de conclusões (Hilton, 2010; Lombardi, 2007; Ministério da Educação, 2004). Constatam-se, no entanto, dificuldades de desenvolvimento das competências de abstração nas nossas escolas de ensino básico, nomeadamente no ensino/aprendizagem das ciências da natureza (Brites *et al.*, 2011) e da matemática (Quaresma, 2010).

Neste contexto, este artigo apresenta o Projeto SOS Abstrato (Sondar e Sentir o Ambiente para Desenvolver o Pensamento Abstrato) e um estudo de caso, desenvolvido com uma turma do 4.º ano de escolaridade, no contexto do referido Projeto. Trata-se de um Projeto que visa estudar as potencialidades da utilização conjunta e sinérgica dos sentidos humanos e de sensores eletrónicos para desenvolver o pensamento abstrato nas crianças dos 9 aos 12 anos de idade, em contextos de educação ambiental.

O presente documento está estruturado da seguinte forma: após a introdução, apresenta-se o enquadramento teórico. Sequencialmente, a secção Metodologia descreve as principais opções metodológicas do estudo. São, então, apresentadas as duas fases do estudo de caso desenvolvido, nomeadamente no que se refere à descrição das atividades, bem como à apresentação e interpretação dos resultados. Finalmente expõem-se as principais conclusões.

## ENQUADRAMENTO TEÓRICO

No projeto SOS Abstrato, a expressão “pensamento abstrato” é utilizada para referir o pensamento operacional formal, caracterizado pela capacidade de desenvolver modelos mentais complexos e de equacionar simultaneamente um conjunto de variáveis (Adey, 1999; Lombardi, 2007). O pensamento abstrato inclui a capacidade de equacionar os efeitos de variáveis independentes num conjunto de variáveis dependentes (Adey, 1999).

O desenvolvimento do pensamento abstrato em educação ambiental e no ensino das ciências da natureza está relacionado com o conhecimento matemático, nomeadamente no que se refere aos campos dos números racionais, das grandezas e medidas e da organização e tratamento de dados (Ministério da Educação, 2004; Ponte *et al.*, 2007).

Diversos investigadores, incluindo Piaget e Vygotsky, enfatizaram a importância do ensino no desenvolvimento do pensamento abstrato, salientando que o desenvolvimento espontâneo no quotidiano não é suficiente (Adey, 1999; Eberbach, & Crowley, 2009;). Tem, ainda, sido constatada a necessidade de ambientes de aprendizagens que facilitem e sejam a base de trajetórias entre as práticas quotidianas das crianças e o novo domínio de conhecimento (Eberbach & Crowley, 2009; Henning, 2004).

Um dos tópicos em que os alunos do ensino básico apresentam maiores dificuldades em compreender e aprender é o dos números racionais (Brito, 2009; Quaresma & Ponte, 2012). Para reduzir essa dificuldade, o NCTM (2000) sugere a ligação da matemática a outras áreas do saber. No atual programa de matemática do ensino básico, Ponte *et al.* (2007) afirmam que “a exploração de conexões entre ideias matemáticas, e entre ideias matemáticas e ideias referentes a outros campos do conhecimento ou a situações próximas do dia-a-dia do aluno, constitui também uma orientação metodológica importante” (p. 9), salientando as potencialidades do tema da organização e tratamento de dados nas “conexões com outras áreas curriculares” (p. 26).

No que se refere à área das grandezas e medidas, Anderson, Gavin, Dailey, Stone e Vuolo (2009) enfatizam a importância das experiências com medidas no desenvolvimento de conhecimentos sobre a relação entre unidades, Moore (1999) realça o papel de trabalhos ligados à temperatura e ao tempo como suporte para a aprendizagem de conceitos matemáticos e para a construção de gráficos.

Em relação à organização e tratamento de dados, Ponte *et al.* (2007) referem que este tema é particularmente propício ao desenvolvimento de projetos, em especial em trabalho de grupo e que a sua aprendizagem deve ser alicerçada em atividades ligadas a situações do quotidiano e ligadas a diferentes áreas curriculares. Também Anastasiadou (2004) entende que as questões da organização e tratamento de dados, mesmo nos primeiros níveis de escolaridade, devem ser incorporados através de diversas ações noutros assuntos cognitivos, promovendo o sucesso em outros assuntos, enquanto ao mesmo tempo, demonstram a sua utilidade na vida quotidiana.

Por seu lado, Aldrich e Sheppard (2000) realçam a importância de se trabalhar com gráficos no ensino primário e dizem que o ensino das ciências “oferece uma oportunidade única para abordar a questão da “graficidade” (*graphicacy*) explicitamente e estabelecer, desde cedo, boas bases para esta capacidade ao longo da vida (p. 8) e Martins e Ponte (2011) afirmam que “as tabelas e gráficos são instrumentos essenciais à representação e análise de dados, que os alunos devem aprender a usar com desembaraço” (p. 43).

As experiências sensoriais de aprendizagem são elementos necessários ao desenvolvimento de operações formais, nomeadamente para as trajetórias do pensamento concreto para o pensamento abstrato (Minogue & Jones, 2006), sabendo-se que atualmente as experiências sensoriais humanas estão a ser

modificadas pelo uso de sensores eletrônicos integrados em muitos outros objetos do cotidiano (Silva *et al.*, 2009).

Os sensores eletrônicos, em conjunto com os sentidos humanos, oferecem, a crianças e docentes, a possibilidade de adquirir e apresentar, com representações múltiplas, informação ambiental quantitativa e qualitativa, permitindo a leitura, interpretação e uso de tal informação em atividades significativas (Silva, Abreu, Pinto & Magalhães, 2009; Rogers, Price, Randell, Stanton-Fraser, Weal & Fitzpatrick, 2005; Kanjo *et al.*, 2008).

Concordando com Charpak (1997, pp.158-159), que refere que “o aluno (...) aprende pela multiplicação das experiências que vivencia, sobre as quais age, das quais verifica os efeitos, que descreve e comenta”, no estudo de caso apresentado neste artigo, os sentidos humanos e os sensores são utilizados para explorar o ecossistema Poças de Maré, promovendo os trajetos entre o pensamento concreto e o abstrato, entre a informação sensorial e a informação sobre grandezas ambientais, suas unidades, fatores e formas de variação.

Del Carmen (1999) afirma que a introdução de conteúdos relacionados com o campo conceitual dos ecossistemas não é uma tarefa simples. Em termos pedagógicos, o estudo do ecossistema Poças de Maré justifica-se nomeadamente porque “o litoral é uma excelente zona de treino para a educação ambiental, albergando comunidades com uma surpreendente diversidade de espécies, controladas por gradientes físicos, químicos e biológicos, que determinam a distribuição dos organismos” (Weber, 1997, p. 171). Pelo que afirma Tomanek e Helmuth (2002), a zona intertidal rochosa contribui para a elucidação da relação entre os fatores físicos e biológicos e a abundância e distribuição dos organismos na natureza. Em suma, permite que se desenvolvam aprendizagens significativas, no ambiente, que conduzam a uma melhor compreensão da biodiversidade.

A decisão de desenvolver um estudo de caso sobre as Poças de Maré surge porque se parte do pressuposto que o estudo da biodiversidade favorece a construção do conceito de ser vivo e o alarga, e este é objeto de estudo no 1.º Ciclo do Ensino Básico (Ministério da Educação, 2004). Ao propor-se às crianças que observem e descrevam seres vivos, falem sobre eles, os agrupem e classifiquem discutindo critérios, reconheçam a sua diversidade (entre espécies e dentro da mesma) e percecionem que estes vivem em equilíbrio dinâmico com o meio, e nomeadamente com a temperatura e suas variações, está a contribuir-se para os ajudar a compreender a variabilidade estrutural e funcional do ecossistema. Da inter-relação entre os fatores bióticos e abióticos dos ecossistemas resulta uma diversidade de *habitats* que é necessário preservar com vista a garantir a biodiversidade.

Concluindo este enquadramento teórico, importa realçar que não se conhecem projetos que se tenham centrado no estudo da facilitação do desenvolvimento do pensamento abstrato em crianças dos 9 aos 12 anos, através da utilização dos sentidos e de sensores em atividades de educação ambiental. É no

sentido da colmatação desta lacuna que o projeto SOS Abstrato e este seu estudo de caso exploratório se desenvolvem.

## METODOLOGIA

A investigação apresentada neste artigo procura ilustrar a possibilidade de desenvolver o pensamento abstrato das crianças, utilizando os sentidos e as TIC, nomeadamente os sensores eletrónicos, no estudo de um ecossistema específico (Poças de Maré).

Trata-se de uma investigação de natureza qualitativa, de carácter interpretativo, centrada num estudo de caso, de índole exploratória, desenvolvido, em duas fases, numa escola do ensino particular e cooperativo do concelho de Vila Nova de Gaia, no ano letivo 2011/2012, com uma turma de 26 crianças: 16 raparigas e 10 rapazes do 4.º ano de escolaridade, com idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos, oriundos de famílias, maioritariamente, com nível de escolaridade superior, cujas profissões se enquadram nos setores secundário e terciário.

A investigadora, também docente da turma, e segunda autora deste artigo, foi responsável pela conceção e implementação das intervenções pedagógicas, recorrendo a métodos e técnicas, característicos da investigação-ação. O seu envolvimento ativo possibilitou que, além da compreensão das visões dos participantes sobre o problema em análise, se pretendesse agir e melhorar a ação educativa, recorrendo à reflexão sobre as práticas, com vista ao aperfeiçoamento das pessoas envolvidas.

Os dados recolhidos, recorrendo à observação participante, a gravações áudio e ao registo fotográfico das interações dos participantes e suas relações com o contexto, nomeadamente, nos debates de ideias e construção de modelos, assim como os desenhos e produções escritas dos alunos, foram coligidos, categorizados e analisados quanto ao seu conteúdo.

A primeira fase do estudo de caso teve por objetivo aproximar as crianças do ecossistema Poças de Maré, motivando-as e conduzindo-as ao reconhecimento de alguns sinais e elementos de biodiversidade aí presentes e familiarizando-as, numa primeira abordagem, com a grandeza física temperatura. A segunda fase centrou-se numa abordagem experimental à biodiversidade, apoiada neste ecossistema e nas características físicas deste, e tendo presente a intervenção didática anterior, no sentido de uma compreensão mais aprofundada e formal de conceitos como biodiversidade, zonação e temperatura.

### 1.ª Fase: O Ecossistema Poças de Maré – Da Familiarização Sensorial à Medição

Neste estudo de caso, procurou-se compreender como é que as estratégias didáticas utilizadas permitiriam que os alunos desenvolvessem, num percurso do concreto para o abstrato, competências de observação, classificação e medição, necessárias à compreensão do ambiente. De entre as desenvolvidas, por se considerar que partiram do apelo ao uso dos sentidos humanos na exploração

ambiental e continuaram numa caracterização mais formal do ecossistema Poças de Maré, pelas crianças, salientam-se:

- Audição de sons referentes ao mar e registo de sensações e perceções emergidas;
- Visita virtual ao litoral;
- Representação, através de desenho, do litoral;
- Ida à praia, com a família, para fotografar a zona entre marés;
- Análise e diálogo sobre o conteúdo das fotografias;
- Familiarização com a grandeza física temperatura: monitorização da temperatura da água e do ar.

Na primeira atividade, utilizaram-se sons da agitação da água do mar, da brisa marítima e de aves marinhas, para motivar uma chuva de ideias sobre o litoral e para perceber qual o grau de conhecimento dos alunos sobre o mesmo. Foi pedido aos alunos que registassem sensações e perceções, como se estivessem no local. As ideias, registadas por escrito, foram categorizadas no Quadro 1, revelando que os alunos possuíam saberes prévios sobre o ecossistema, podendo presumir-se que, em parte, tal se deva à proximidade geográfica entre a escola e o litoral.

**Quadro 1.** Sensações e Perceções sobre o Litoral registadas pelos alunos na atividade de escuta de sons referentes ao mar

Categorias	Menções
Elementos e processos físicos	Areia, rochas, espuma, ondulação, transparente, rebentação, maré, azul, vento, maresia, água, sal
Elementos e sinais de Biodiversidade	Mexilhões, lapas, algas, gaivotas, estrela do mar, peixes, caranguejos, golfinhos, polvo, conchas, ovas, ouriços-do-mar, tartaruga, corais, lagosta, camarões, plantas, pulga-do-mar, pássaros, búzios, anêmonas, baleia, árvores, cavalo marinho, habitado, musgo, sapo
Sensações, Emoções, Sentimentos e outros estados similares	Agradável, húmido, descanso, perigoso, molhado, assustada, coragem, aventura, espanto, quente, liberdade, adrenalina, brincar, medo, público, bem, frio, fantástico, espetacular, tristeza, força

Recorrendo-se ao Google Maps, efetuou-se uma visita virtual ao litoral de Vila Nova de Gaia, no norte de Portugal. Do debate de ideias entre alunos e entre estes e a professora/investigadora, sobressaíram discursos como: “Onde começa o mar e acaba a areia?”, “São imagens reais?”, “A maré pode estar cheia ou vazia.”, “Quando a maré vazia, a água desaparece e quando chove fica cheia.” e “Eu já apanhei lapas quando a maré está vazia.”. Motivaram-se, assim, esclarecimentos, desconstrução de ideias erradas, exposição de saberes e reflexão sobre comportamentos. Esta visualização de imagens reais do ecossistema litoral, em diferentes perspetivas, procurou contribuir para desenvolver a imagem que os alunos têm do ecossistema, tendo-lhes ainda fornecido elementos sobre a forma como as tecnologias da informação e da comunicação (TIC) podem contribuir para monitorizar o ambiente.

Quer aquando da audição de sons, quer na visita virtual ao litoral, os estímulos sensoriais relembrou aos alunos informações multissensoriais que já possuíam sobre o ambiente, fruto da relação física e emocional estabelecida com este, e que sustentam o seu pensamento e as suas ações. Esta base sensorial foi mobilizada pelas crianças, com mediação da professora/investigadora, aquando da observação e interpretação das imagens satélite da visita virtual (ver Quadro 1).

O desenho facilitou o acesso dos investigadores e dos alunos aos conhecimentos de que dispunham sobre a zona entre marés, sendo que os desenhos produzidos foram alvo de análise, pelos participantes, e agrupados segundo evidências de biodiversidade. Durante a categorização dos desenhos, verificou-se se ocorria a inclusão de fauna e flora marinha, se na distribuição dos organismos representados se atendia a algumas das suas características biológicas, por exemplo, o tamanho e o aspeto do corpo, se as mesmas estavam relacionadas com o local onde se situavam e quais os limites físicos do ecossistema.

A referência a elementos e sinais de biodiversidade e os modelos de pensamento exteriorizados refletiram alguns dos saberes formais dos alunos sobre o ambiente, em particular, os que já tinham sido adquiridos em contexto de aula, e que se materializam num conhecimento das características dos seres vivos e dos ambientes em que ocorrem. Refletiram também outros conhecimentos resultantes de experiências sensoriais aquando de idas, em contexto familiar, ao ecossistema em estudo.

Tendo-se solicitado às crianças que se deslocassem ao litoral, com as suas famílias, para o fotografar, recolhendo evidências de organismos que aí se podem encontrar e ilustrando o ecossistema em estudo, corporizou-se o que havia sido uma aproximação virtual, possibilitando a aquisição de informações sobre o ambiente, na forma de sensações (como sons e cheiros), emoções e perceções.

As fotografias foram visualizadas em aula e geraram diálogos entre alunos e entre estes e a professora/investigadora, para aferir alguns critérios da sua produção. Durante o diálogo, reconheceram-se alguns seres vivos e em que zonas ocorriam, identificaram-se diferentes perspetivas do litoral, em função da maré e do tipo de praia (rochosa ou arenosa). A análise das fotografias permitiu



percecionar características do ecossistema, nomeadamente a zonação, conceito com considerável nível de abstração, que implica a relação de um conjunto de variáveis. A constatação de sensações e percepções, vivenciadas na deslocação ao ecossistema, ao serem expostas perante o grupo, contribuíram para a construção coletiva do conhecimento.

Dado que os sentidos devem ser complementados com outras fontes de informação que confirmem ou infirmem os dados por eles recolhidos e conduzam ao relacionar de diferentes variáveis (Gouveia, 2008), partiu-se para a exploração quantitativa de uma grandeza física fundamental no ecossistema: a temperatura.

A temperatura faz parte do quotidiano dos alunos, mas a ausência de quantificação regular e contínua dificulta a percepção das suas modificações e a identificação das variáveis envolvidas e das suas relações. Neste estudo de caso, teve-se presente que a temperatura é um fator limitante no ecossistema Poças de Maré, já que interfere nos processos metabólicos dos organismos, e quis-se familiarizar os alunos, numa primeira abordagem, com esta grandeza, através da monitorização quer da temperatura da água, quer do ar, tentando perceber as suas variações.

Ao serem familiarizados com o uso de um termómetro digital e de um termo-higrómetro, instrumentos de medida utilizados, respetivamente, para a medição da temperatura da água e do ar, os alunos constataram que estes tinham diferentes modos de representação do valor medido, revelando maiores dificuldades na utilização do termo-higrómetro pois, se no termómetro digital o valor era expresso com dígitos, no termo-higrómetro a leitura necessitava que se atendesse à localização do ponteiro, numa escala, com valores intermédios nem sempre inscritos.

Para atingir os objetivos da atividade, durante um dia, as crianças manipularam o termómetro digital, verificaram a sua sensibilidade à medição, apontaram cuidados a ter e perceberam que o mesmo reproduzia numericamente a grandeza física em análise. Antes da medição da temperatura da água com o termómetro, apelou-se ao uso dos sentidos para quantificar e caracterizar a mesma, numa previsão de resultados a obter, tendo-se constatado que os mesmos precisam de ser treinados e complementados.

Pediu-se, então, que fosse medida, à mesma profundidade, a temperatura da água contida em três recipientes, com volumes distintos, que foram colocados, previamente, num local exterior à sala de aula, o recreio, ao longo de um período de quatro dias, e em três momentos diários: início da manhã, fim da manhã e tarde. Posteriormente, durante outros quatro dias, efetuou-se a medição, simultânea, da temperatura da água contida num dos recipientes e da temperatura do ar. Durante a medição, os valores da temperatura foram registados e organizados em tabelas, preenchidas pelos alunos com o auxílio da professora/investigadora, para que pela leitura e análise das mesmas se extraíssem conclusões.

Pela análise dos dados recolhidos, concluiu-se que ao longo do dia a temperatura da água variava nos três recipientes, tendo-se registado, no que continha



menor volume de água, uma maior amplitude térmica. Verificou-se, também, que quer a temperatura da água quer a do ar subiam, o que permitiu equacionar a hipótese da influência duma na outra. Pode afirmar-se que, com esta atividade, se alargou o conhecimento dos alunos sobre a temperatura, e se abordou, num contexto não matemático, temas e conteúdos matemáticos, especificamente, organização e tratamento de dados, unidades de medida e números racionais, contribuindo para a construção operacional do pensamento abstrato dos alunos.

## **2.ª Fase: A Biodiversidade e a Temperatura nas Poças de Maré – Aprofundamento e Formalização dos Conceitos**

Nesta fase, valorizaram-se estratégias que permitissem aceder às percepções dos alunos sobre o ambiente e potenciar a construção do conhecimento, num percurso do concreto para o abstrato. Foram também considerados os saberes e experiências dos alunos, desenvolvidos em ambientes formais e informais, nomeadamente, na 1.ª fase, procurando-se ampliá-los com práticas que fossem capazes de contribuir para uma participação significativa por parte das crianças.

Das atividades didáticas implementadas, destacam-se as que se seguem, por terem contribuído, de forma especial, para o desenvolvimento do pensamento abstrato dos alunos, através da utilização conjunta dos sentidos e de sensores:

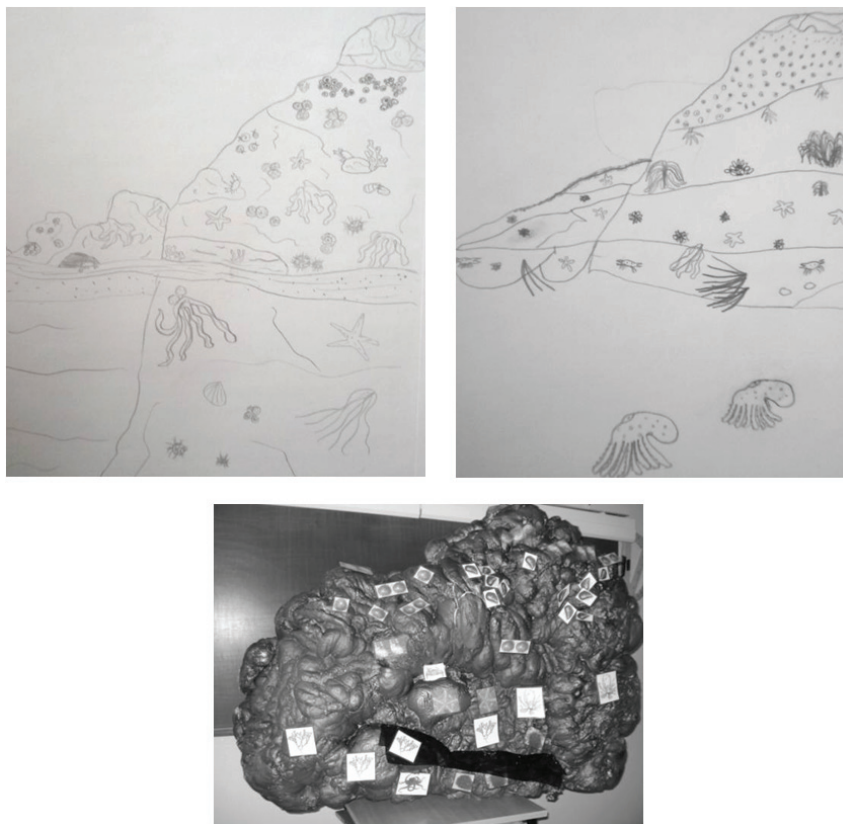
- Exploração virtual de uma poça de maré;
- Completar uma imagem representativa do modelo de zonação intertidal;
- Construção de um modelo tridimensional de zonação intertidal;
- Atividade experimental com uso de um sensor de temperatura.

A atividade de interação com uma aplicação virtual constituiu uma ponte entre o sensorial e o virtual, contribuindo para os alunos mobilizarem e testarem os seus modelos mentais do ecossistema Poças de Maré. Ao mobilizarem esses modelos em interação com os outros e os alargarem através da discussão de ideias, ocorreu a maturação de conceções prévias ou a sua reformulação por incorporação de novas, assumindo-se que a comunicação não é só um meio de expressão, mas possibilita que se gere um conflito construtivo entre modelos interpretativos da realidade e os conhecimentos adquiridos, como é amplamente reconhecido pelo sócio-construtivismo.

Neste contexto, refira-se o seguinte episódio: à pergunta da professora/investigadora *Existe mesmo numa poça de maré aquelas três zonas assim como se fossem em faixas?*, um dos alunos respondeu, prontamente: *Não*. Pretendendo-se que emitissem justificações que estiveram na base das suas ações, a professora/investigadora voltou a perguntar: *Então, como é que a professora coloca ali zona 1, zona 2 e zona 3? Se não existem essas três zonas definidas como é que nós podemos dizer: este vive aqui; aquele vive acolá. Não é? Eu para saber se o organismo vive em 1, 2 ou 3, são três zonas, tive que ter algum critério. Qual terá sido o critério?* Depois disto, um aluno afirmou, convictamente: *Por causa das características que eles têm*.

Foram verbalizadas pelas crianças algumas das dificuldades sentidas, dizendo, por exemplo, que: *No local 2 e 3 nós estávamos com dificuldade a saber se era à superfície ou debaixo de água. No 1 não.* (FC\_G2). Depreende-se, assim, que esta dificuldade surge, porque os seres que vivem nessas zonas (*locais 2 e 3*) nem sempre se encontram a descoberto na maré vazia e, por isso, os dados multissensoriais que os alunos podem possuir a seu respeito não são suficientes. Ao serem confrontados com a necessidade de situar os seres vivos nesses níveis inferiores, os alunos, face às diversas características fisiológicas desses organismos, revelam incertezas e mesmo desconhecimento do local onde estão aptos a viver.

Pedi-se aos alunos para completarem uma imagem bidimensional representativa do modelo de zonação intertidal (ver Figura 1.). O objetivo da atividade era verificar a compreensão da existência de um padrão de distribuição dos seres vivos na zona entre marés, o que implica a capacidade de generalização/abstração. A Figura 1 apresenta dois desses desenhos, que ilustram a compreensão desse padrão.



**Figura 1** – Dois modelos bidimensionais e um modelo tridimensional de zonação no ecossistema completados pelas crianças

A atividade de construção do modelo tridimensional de zonação intertidal (ver Figura 1) potenciou uma visualização a três dimensões do objeto de estudo. Ao equacionarem onde situar os organismos, tendo em conta as suas características e as condições do meio, foi possível a manipulação de variáveis ambientais (como a localização dos diferentes seres vivos no espaço intertidal tridimensional) e o estabelecer de relações entre estas, nomeadamente nos padrões de zonação.

Durante a interação com esta forma de representação foi possível mobilizar competências como: manipular, enquadrar, refazer, pensar, argumentar, questionar, inferir e observar, que se reconhecem como necessárias ao desenvolvimento do pensamento científico.

Na atividade experimental para exploração da temperatura da água, foi formulada a questão-problema: *De que forma a temperatura da água varia durante um dia?* Foi utilizado o recurso Carta de Planificação (Martins *et al.*, 2007), na qual se definem os fatores (variáveis) emergentes, a escolha do material e do equipamento necessário à concretização da atividade, o procedimento a adotar e os registos a criar. Identificou-se, com a participação das crianças, uma variável independente (intensidade da radiação solar), uma variável dependente (a temperatura da água) e variáveis independentes a controlar (o local onde se colocamos o recipiente, a profundidade a que se coloca o sensor, o volume de água, o tipo de recipiente, o diâmetro do recipiente e a temperatura inicial da água).

Foi definido o material necessário à realização da atividade e o procedimento: ligar o computador e o sensor de temperatura Pasco CI-6549 a uma porta USB; encher o recipiente com água; colocar o sensor mergulhado na água e fixá-lo; esperar alguns minutos até estabilizar; abrir a aplicação correspondente ao software do sensor e selecionar a opção “graph”; verificar se a unidade de medida se encontra em Celsius; clicar em “start”.

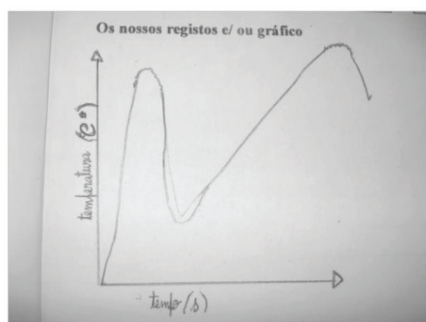
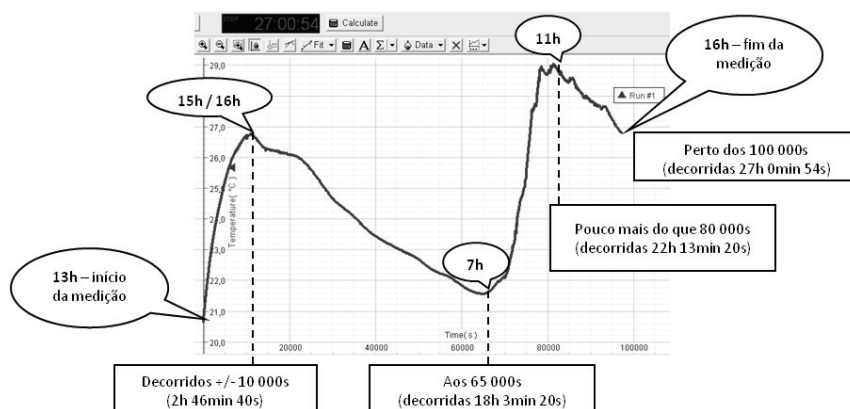
Na previsão de resultados, os alunos mobilizaram saberes construídos em experiências pedagógicas anteriores, como: “a água pode ter temperaturas diferentes”, “a temperatura da água pode variar em função da temperatura ambiente” e “o Sol é fonte de energia e calor”.

Observaram-se, no computador, os gráficos dos dados do sensor e os alunos desenharam gráficos emulando aqueles (ver Figura 2). É visível no gráfico dos alunos que, apesar de identificarem as unidades de medida de cada uma das grandezas e de reconhecerem variações na temperatura, não conseguiram perceber, imediatamente, a que momentos do dia correspondiam. Na análise conjunta do gráfico do computador, foram trabalhados os números racionais, a leitura e organização de dados e as grandezas e medidas, para que fosse possível uma identificação da variação da temperatura da água ao longo do dia.

Procedeu-se, como ilustrado na Figura 2, à conversão entre unidades de medida e entre estas e o expresso no gráfico, no sentido de que os alunos, pela leitura e interpretação do gráfico, associassem o registado à hora do dia em que isso aconteceu.

Assim, revelou-se que, efetivamente, como alguns apontaram nas previsões, a temperatura da água variou ao longo do dia, tendo o valor mais alto sido atingido por volta das 11h, os mais baixos no período noturno, elevando-se de manhã até ao meio da tarde e decrescendo no final da tarde.

Os dados observados foram associados a informação multissensorial do quotidiano, em que se sente a variação da temperatura do ar e da água. Foi referido que, quando chegam à escola de manhã, por volta das 8h, na altura do ano em que o estudo fora implementado, nem sempre necessitam de trazer um casaco que os proteja contra o frio, mas o mesmo não acontece no outono, inverno e primavera. Mencionou-se que o gráfico não tinha um traçado, como dito pelas crianças, “aos picos” (compararam com o sismograma e o eletrocardiograma). Uma criança diz: *Isso era um choque bruto!* Reconhecem então, que se ocorresse uma variação brusca da temperatura da água, o gráfico teria que ser diferente.



**Figura 2** – Gráfico produzido pelo sensor de temperatura e exemplo de gráfico traçado pelos alunos

Outra criança afirmou que o que aconteceu à temperatura da água na sala de aula também acontece nas Poças de Maré. Ou seja, que *a água está quieta e o sol vai aquecendo-a*. Perante isto, as crianças foram questionadas sobre se

a água do mar teria a mesma temperatura em todos os locais e se nas poças em que havia maior volume de água a temperatura era semelhante à das que tinham menor volume.

Desta forma, a utilização do sensor eletrônico de temperatura complementou a informação sensorial, contribuindo para o treino do uso dos sentidos. A percepção da relação entre variáveis e o constatar da sua variação no tempo, contribuiu para uma melhor compreensão do fator temperatura no ecossistema Poças de Maré.

## CONCLUSÃO

Neste artigo foi apresentado um estudo de caso exploratório, desenvolvido no contexto do Projeto SOS Abstrato (Sondar e Sentir o Ambiente para Desenvolver o Pensamento Abstrato), que visa estudar as potencialidades da utilização dos sentidos do corpo humano e de sensores eletrônicos para desenvolver o pensamento abstrato nas crianças. O estudo de caso foi centrado no ecossistema Poças de Maré e desenvolvido com uma turma do 4.º ano de escolaridade.

As atividades desenvolvidas produziram evidências de um percurso entre o concreto e o abstrato: entre a informação sensorial (como imagens, sons e cheiros), as representações bi e tridimensionais dos padrões de zonação do ecossistema (na maquete e nos desenhos produzidos pelas crianças) e as representações gráficas (produção e interpretação de gráficos pelas crianças) das medições e variações da grandeza temperatura, registadas por um sensor eletrônico.

A utilização das TIC – nomeadamente de máquinas fotográficas digitais, de uma visita virtual às Poças de Maré e de um sensor eletrônico de temperatura – permitiu a criação de representações múltiplas da biodiversidade e do ambiente abiótico. Desta forma, e como foi visível nos gráficos e nos modelos bi e tridimensionais produzidos pelas crianças, o modelo mental do ecossistema Poças de Maré foi sendo enriquecido com informação não acessível sensorialmente, como, por exemplo, a biodiversidade da zona submersa e a quantificação da grandeza temperatura. O uso do sensor eletrônico permitiu a medição e registo contínuo da temperatura da água, familiarizando os alunos com um modo de complementar a observação sensorial e apoiando o desenvolvimento da competência de relacionar variáveis independentes e dependentes. O modelo foi integrando informação mais abstrata, como a zonação e a variação da temperatura no ar e na água ao longo do dia, tendo sempre como base as experiências e memórias sensoriais do quotidiano.

O estudo de caso apresentado ilustrou o desenvolvimento do pensamento abstrato pelas crianças em atividades de educação ambiental que recorreram ao uso conjunto e sinérgico dos sentidos e das TIC, tendo sido destacado o papel dos sensores eletrônicos na construção de pontes entre o quotidiano sensorial e o estudo de relações entre variáveis ambientais.

## REFERÊNCIAS

- Adey, P. (1999). The science of thinking, and science for thinking: A description of cognitive acceleration through science education (CASE). International Bureau of Education. UNESCO. Disponível em [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/archive/publications/inno02.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/publications/inno02.pdf)
- Aldrich, F. K., & Sheppard, L. (2000). "Graphicacy": The fourth "R"? *Primary Science Review*, 64, 8-11. Disponível em <http://www.lifesci.sussex.ac.uk/reginald-phillips/graphicacyPaper.htm>
- Anastasiadou, S. (2004). Teacher's opinions about statistics and probability in primary level. *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 14, 134-143. Disponível em [http://www.math.unipa.it/~grim/quad14\\_anastasiadou.pdf](http://www.math.unipa.it/~grim/quad14_anastasiadou.pdf)
- Anderson, N. C., Gavin, M. K., Dailey, J., Stone, W., & Vuolo, J. (2009). Navigating through measurement in grades 3-5. Disponível em <http://www.nctm.org/catalog/product.aspx?id=12525>
- Brites, R., Calado, A., Estêvão, P., Carvalho, J. M., & Conceição, H. (2011) *Estudo de avaliação e acompanhamento dos ensinos básico e secundário: Relatório final*. Lisboa: ISCTE; IUL. Disponível em <http://www.igfse.pt/upload/docs/2011/Relat%C3%B3rio%20final%20EAEBS.pdf>
- Brito, M. G. (2009). Diferentes representações dos números racionais: Explicitar as concepções dos alunos e gerir possíveis conflitos cognitivos. *Interações*, 12, 65-76. Disponível em <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/389/344>
- Del Carmen, L. (1999). El estudio de los ecosistemas. *Alambique*, 20, 47-54.
- Gouveia, C. (2008). *Collaborative environmental monitoring: linking the senses*. Dissertação de Doutoramento. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.
- Eberbach, C., & Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research*, 79 (1), 39-68.
- Henning, P. (2004). Everyday cognition and situated learning. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research on Educational communications and technology* (pp. 143-168). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Hilton, M. (2010). *Exploring the intersection of science education and 21<sup>st</sup> century skills: A workshop summary*. National Research Council (Rapporteur). The National Academies Press. Disponível em [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=12771](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12771)
- Kanjo, E., Benford, S., Paxton, M., Chamberlain, A., Fraser, D. S., Woodgate, D., Crellin, D., & Woolard, A. (2008). MobGeoSen: Facilitating personal geosensor data collection and visualization using mobile phones, personal and ubiquitous computing. *Personal and Ubiquitous Computing*, 12 (8), 599 - 607.
- Lombardi, M. M. (2007). *Authentic learning for the 21st century: An overview*. Educause Learning Initiative (ELI). In Diana G. Oblinger (Ed.), ELI Paper 1: 2007. Disponível em <http://www.educause.edu/library/resources/authentic-learning-21st-century-overview>
- Martins, I., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V., Couceiro, F. (2007). *Educação em ciências e ensino experimental: Formação de professores*. Lisboa: Curricular Ministério da Educação, Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento.
- Martins, M. E., & Ponte, J. P. (2011). *Organização e tratamento de dados*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência. Disponível em [http://area.dgdc.min-edu.pt/materiais\\_NPMEB/matematicaOTD\\_Final.pdf](http://area.dgdc.min-edu.pt/materiais_NPMEB/matematicaOTD_Final.pdf)
- Ministério da Educação (2004). Programa de Estudo do Meio. In Ministério da Educação, Organização curricular e programas: Ensino básico, 1.º ciclo. Lisboa: Departamento de Educação Básica. Disponível em [http://sitio.dgdc.min-edu.pt/recursos/Lists/Repositrio%20Recursos2/Attachments/615/Estudo\\_Meio\\_Prog%20\\_1CicloEB.pdf](http://sitio.dgdc.min-edu.pt/recursos/Lists/Repositrio%20Recursos2/Attachments/615/Estudo_Meio_Prog%20_1CicloEB.pdf)
- Minogue, J., & Jones, M. G. (2006). Haptics in education: An untapped sensory modality, *Review of Educational Research*, 76 (3), 317-348.
- Moore, D. A. (1999). Some like it hot: Promoting measurement and graphical thinking by using temperature. *Teaching Children Mathematics*, 5(9), 538-543.



- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: NCTM.
- Ponte, J. P., Serrazina, L., Guimarães, H. M., Breda, A., Guimarães, F., Sousa, H., Menezes, L., Martins, M. E., & Oliveira, P. A. (2007). *Programa de matemática do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Quaresma, M. (2010). Ordenação e comparação de números racionais em diferentes representações: uma experiência de ensino. Dissertação de Mestrado, Educação (Didática da Matemática). Lisboa: Universidade de Lisboa, Instituto de Educação. Disponível em <http://hdl.handle.net/10451/2451>
- Quaresma, M., & Ponte, J. P. (2012). As tarefas e a comunicação numa abordagem exploratória no ensino dos números racionais. In A. P. Canavaro, L. Santos, A. M. Boavida, H. Oliveira, L. Menezes & S. Carreira (Eds.), *Práticas de ensino da Matemática: Atas do Encontro de Investigação em Educação Matemática* (pp. 215-228). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática. Disponível em <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7068/1/Quaresma,%20Ponte%20GD1-10%20EIE%202012.pdf>
- Rogers, Y., Price, S., Randell, C., Stanton-Fraser, D., Weal, M., & Fitzpatrick, G. (2005). Ubi-learning: Integrating outdoor and indoor learning experiences. *Communications of the ACM*, 48 (1), 55-59.
- Silva, M. J., Abreu, A., Pinto, J. A., & Magalhães, R. (2009). Adding human senses and environmental sensors to teachers' education: Experiences in Porto and Dili". *Atas do Simpósio Internacional de Informática na Educação (SIIE 2009)*. Universidade de Coimbra.
- Silva, M. J., Gomes, C. A., Pestana, B., Lopes, J. C., Marcelino, M. J., Gouveia, C., & Fonseca, A. (2009). Adding space and senses to mobile world exploration. In A. Druin, *Mobile technology for children* (pp. 147-170). Boston: Morgan Kaufmann.
- Tomanek, L., & Helmuth, B. (2002). Physiological Ecology of Rocky Intertidal Organisms: A Synergy of Concepts. *Integrative and Comparative Biology*, 42, 771-775.
- Weber, M. (1997). *Aguda, entre marés – Fauna e Flora do litoral da praia da Aguda*. Porto: Edições Afrontamento.