

ARTIGO <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v16i41.6296>**A CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE A CONDENSAÇÃO DA ÁGUA COM ALUNOS DO 1.º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

THE CONSTRUCTION OF MEANINGS ABOUT WATER CONDENSATION WITH PRIMARY SCHOOL STUDENTS

LA CONSTRUCCIÓN DE SIGNIFICADOS SOBRE LA CONDENSACIÓN DEL AGUA CON ALUMNOS DE LA ESCUELA PRIMARIA

Paulo Idalino Balça Varela

Universidade do Minho – Portugal

Filipa Cristiana Azevedo Serra

Universidade do Minho – Portugal

Resumo: Este artigo descreve e interpreta o processo de construção de significados científicos sobre a condensação da água, promovido numa turma do 4.º ano de escolaridade, com uma média de idades de 9,4 anos. Ele resulta de uma intervenção pedagógica mais ampla, que incorporou uma abordagem de ensino das ciências baseada na experimentação e investigação. Através da análise do diário de aula, apresenta as conceções iniciais dos alunos sobre o tema em estudo, os processos científicos por eles utilizados nos contextos de condensação criados por um copo de vidro com água e gelo e pelo bafejar para um espelho e identifica momentos de aprendizagem particularmente importantes no desenvolvimento da compreensão da condensação da água, promovidos naqueles contextos. Por fim, apresenta também os resultados da avaliação das aprendizagens dos alunos e tece algumas considerações sobre as implicações para a prática dos professores e para os processos de formação.

Palavras chave: Condensação da água; Construção de significados; Ensino de ciências.

Abstract: This article describes and interprets the process of constructing scientific meanings about water condensation, promoted with a class of the 4th year of basic education, with an average age of 9.4 years. It results from a broader pedagogical intervention, which incorporated an inquiry-based approach to science teaching. Through the analysis of the class diary, it presents the students' initial conceptions on the subject under study, the scientific processes used by them in the condensation contexts created by a glass tumbler with water and ice and by breathing into a mirror and identifies the learning moments with particular importance for developing an understanding of water condensation that were promoted in those contexts. Lastly, it also presents the results of the assessment of the students' learning and a few considerations on the implications for teachers' practices and training processes.

Keywords: Water condensation; Meaning construction; Science Teaching.

Resumen: Este artículo describe e interpreta el proceso de construcción de significados científicos sobre la condensación del agua, promovido en una clase del cuarto año de escolaridad, con una edad promedio de 9.4 años. Es parte de los resultados de una intervención pedagógica más amplia, que incorporó un enfoque de enseñanza de las ciencias basado en la experimentación y la investigación. A través del análisis del diario de clase, presenta las concepciones iniciales de los alumnos sobre el tema en estudio, los procesos científicos utilizados por ellos en los contextos de condensación creados por un vaso de agua y hielo y al soplar en la superficie fría de un espejo e identifica importantes momentos de aprendizaje en el desarrollo de la comprensión de la condensación del agua, promovida en esos contextos. Finalmente, también presenta los resultados de la evaluación del aprendizaje de los alumnos y hace algunas consideraciones sobre las implicaciones para la práctica de los docentes y para los procesos de formación.

Palabras clave: Condensación del agua; Construcción de significados; Enseñanza de las ciencias.

1. Introdução

Abundante investigação produzida, a partir dos finais dos anos 70 e cujo interesse ainda persiste (KARPUDEWAN, 2017), tem revelado que as crianças constroem espontaneamente um conjunto de conhecimentos sobre o mundo físico-natural que as rodeia, antes de qualquer instrução específica formal (DUIT, 2009). Estes conhecimentos são o resultado de uma mente que intenta dar sentido a um mundo definido por relações entre os objetos físicos e por relações sociais e culturais que se estabelecem entre esses objetos (POZO; CRESPO, 2006). São ideias e teorias pessoais que, nalguns casos, conferem uma explicação limitada dos fenómenos científicos, e noutros diferem dos significados aceites pela comunidade científica, podendo, neste último caso, constituir um sério obstáculo à aprendizagem das ciências (ALLEN; KAMBOURI, 2017). Pelo seu uso e significação contínua, tornam-se bastantes persistentes e resistentes à mudança, através dos métodos tradicionais de ensino (POZO; CRESPO, 2006), podendo persistir durante toda a vida do indivíduo. Assim, uma abordagem das ciências nos primeiros níveis educativos deverá promover o desenvolvimento de ideias mais científicas que, em vez de obstaculizarem, predisponham a estrutura mental dos alunos para uma mais fácil aprendizagem posterior (HARLEN, 2014).

O conhecimento antecipado dessas formas de pensar dos alunos permite ao professor planificar atividades de ensino especificamente orientadas para desafiar tais concepções e promover o desenvolvimento conceitual dos alunos (ALLEN; KAMBOURI, 2017). Nesta perspectiva, propusemo-nos realizar um estudo, no qual foi planificada uma intervenção de ensino, que, partindo das concepções sobre as mudanças de estado físico da água, teve como um dos seus objetivos ajudar os alunos de uma turma do 4.º ano de escolaridade a desenvolver

ideias “mais científicas” sobre esses fenômenos naturais. Segundo Mercer et al. (2009), a aprendizagem significativa da ciência deve partir das ideias das crianças em direção a pontos de vista mais científicos.

As mudanças de estado físico, em particular da água, fazem geralmente parte dos conteúdos curriculares de ciências dos níveis educativos equivalentes ao 1.º Ciclo do Ensino Básico (6-10 anos). Em Portugal, encontram-se no programa do 4.º de escolaridade da área de “Estudo do Meio”, designadamente na definição dos seguintes objetivos: “Reconhecer e observar fenômenos de condensação (nuvens, nevoeiro, orvalho) e de solidificação (neve, granizo, geada); “Realizar experiências que representem fenômenos de evaporação, de condensação e de solidificação” (ME, 2004, p. 118); “Observar os efeitos da temperatura sobre a água (ebulição, evaporação, solidificação, fusão e condensação)” (ME, 2004, p. 126). À clara valorização curricular deste tema acresce ainda a importância que estes fenômenos têm no quotidiano das crianças e com os quais contactam desde muito cedo.

O programa contém ainda alguns princípios orientadores que traduzem uma determinada perspectiva de como as crianças aprendem, reconhecendo-se que todas “possuem um conjunto de experiências e saberes que foram acumulando ao longo da sua vida” e que cabe à escola “valorizar” e “iniciar a sistematização dessas experiências e saberes, de modo a permitir [...] a realização de aprendizagens posteriores mais complexas” (ME, 2004, p. 101). Ao professor compete orientar todo um processo de aprendizagem em que os alunos se devem tornar “observadores ativos com capacidade para descobrir, investigar, experimentar e aprender”, para integrarem, progressivamente, o significado dos conceitos.

Atendendo a estes preceitos curriculares, a intervenção pedagógica incorporou, na exploração dos fenômenos de mudança de estados físicos da água, uma abordagem de ensino baseada na experimentação e investigação em contexto de interação social. O presente artigo é parte integrante dessa intervenção e pretende descrever o processo de construção de significados, promovido na sala de aula sobre o fenómeno da condensação da água. Neste caso, a intencionalidade pedagógica consubstancia-se nas seguintes questões de investigação:

- a) Que conceções manifestam os alunos sobre o fenómeno em estudo?
- b) Que processos científicos são estimulados e utilizados pelos alunos nos contextos de condensação criados por um copo de vidro com água e gelo e pelo bafejar para a superfície fria de um espelho?
- c) Em que medida esses contextos permitem aos alunos desenvolver uma melhor compreensão acerca da condensação da água?

d) Que nível de aprendizagem é alcançado pelos alunos?

2. Enquadramento teórico

As concepções dos alunos sobre a condensação da água

A condensação é um fenómeno de mudança de estado líquido para o estado gasoso, que, ao contrário da evaporação, ocorre com libertação de calor. No caso do vapor de água, quando este arrefece, por contacto com uma superfície fria ou por arrefecimento do ambiente em que se encontra, as suas partículas perdem energia, ficando mais próximas umas das outras, podendo atingir um elevado grau de agregação que dá origem à formação de gotículas de água.

Os fenómenos de condensação e evaporação da água originam normalmente concepções equivocadas entre as crianças e os adultos. Vários estudos têm sido realizados para investigar tais concepções em várias faixas etárias (ex. BAR; TRAVIS, 1991; RUSSELL; WATT, 1990; BAR; GALILI, 1994; TYTLER, 2000; OSBORNE; COSGROVE, 1983; PRAIN et al., 2009). Um dos principais obstáculos à compreensão do fenómeno da condensação da água parece residir na dificuldade de as crianças aceitarem que, no ar à nossa volta, existe água evaporada, ou seja, pequeníssimas partículas de água invisíveis, o vapor de água (SÁ, 2002).

Com efeito, um estudo realizado por Russell e Watt (1990) revelou que as crianças, quando interrogadas sobre o local para onde vai a água que se evapora, geralmente não referem o ar atmosférico, dizendo com bastante frequência que a água vai para as nuvens, pois estas são claramente visíveis e facilmente associadas à chuva. O mesmo estudo evidenciou que crianças de 5 a 11 anos tinham uma variedade de ideias alternativas para explicarem a evaporação da água, as quais foram organizadas em três categorias: a) não há conservação da quantidade de água. A água evaporada simplesmente deixa de existir; b) há mudança de local sem mudança física da água, podendo ser agentes de tal mudança o ser humano ou outro animal, o sol, o calor e o ar em movimento. Para além das nuvens, como referido anteriormente, o sol e o solo, no caso da roupa a secar, são as possíveis localizações da água evaporada; c) há mudança de local com mudança física da água para uma forma visível, como, por exemplo, o nevoeiro ou a neblina, ou invisível (esta é a explicação cientificamente correta).

Num outro estudo, Bar e Galili (1994) identificaram quatro estádios distintos na progressão da compreensão das crianças sobre a evaporação, associando as transições entre estádios a idades específicas: a água desaparece (5-6 anos), é absorvida pelas superfícies (7-8 anos), é transferida para cima (9-10 anos) e dispersa-se no ar. Este último estádio, que implica

abstrair a existência de pequenas partículas de água invisíveis dispersas no ar, tende a ocorrer somente por volta dos 13 anos de idade.

Osborne e Cosgrove (1983) investigaram as ideias de alunos entre os 8 e os 17 anos de idade, em relação à fusão do gelo, ebulição da água, evaporação e condensação, usando entrevistas individuais. Quando solicitaram aos alunos que explicassem a origem da água condensada na superfície externa de um copo de vidro com água gelada, verificaram a prevalência de ideias alternativas em determinadas faixas etárias: a água passa através do copo (8 a 15 anos); o frio atravessa o vidro e produz água (12 a 17 anos); a superfície fria e o ar seco (oxigênio e hidrogênio) reagem para formar água (12 a 17 anos); a água no ar adere ao vidro (14 a 17 anos). A frequência de alunos entre os 16 e os 17 anos de idade que pensam que o frio ou a água passam através do vidro era muito pequena, embora cerca de 30% desse grupo sustentassem que o oxigênio e o hidrogênio se recombinaem na superfície para formar água.

Prain et al. (2009), num estudo com crianças de 11 anos, encontrou algumas ideias semelhantes às anteriores. Poucas crianças sustentaram que as gotículas de água líquida, surgidas no exterior de uma lata com água gelada, vieram do ar externo. Para a maioria, essas gotículas vinham do interior da lata ou era devido à passagem do frio através da lata.

Osborne e Cosgrove (1983) relataram ainda as explicações das crianças sobre um outro contexto de condensação, a colocação de um pires sobre o vapor emitido pela água em ebulição numa chaleira. A maioria das crianças, entre 10 e 13 anos, referiu que o pires ficou “suado” ou simplesmente “molhado”. Sem referirem a palavra “água”, Russell e Watt (1990) questionaram também as crianças sobre o que era a condensação. A resposta mais comum dada pelas mais novas foi que era “respiração”, embora também sugerissem, com uma frequência razoável, respostas como “ar do meu corpo” e “vapor”. Uma pequena proporção de crianças de cada idade descreveu a condensação como uma espécie de “fumo”. As crianças mais velhas (10 anos) consideraram o vapor/névoa/neblina, enquanto o “ar do meu corpo” ainda era mencionado por algumas. O aparecimento da condensação, quando se respira no ar frio exterior ou no vidro de uma janela, foi atribuído, com maior frequência, pelos mais velhos, à temperatura, seja à temperatura do ar respirado ou do ar exterior/janela, às vezes também à combinação do ar quente da respiração com o ar frio exterior.

A natureza da abordagem pedagógica das ciências

A abordagem das ciências, subjacente às atividades planejadas e exploradas, no âmbito da intervenção pedagógica desenvolvida, confere à aprendizagem um caráter dinâmico e

evolutivo de (re)construção de significados, que toma como ponto de partida as ideias que os alunos constroem nas suas vivências pessoais e socioculturais (MERCER et al., 2009; POZO; CRESPO, 2006). Estas, quando explicitadas no contexto social de sala de aula, são sujeitas ao confronto crítico dos seus pares e da evidência empírica, com vista a (re)construírem novos significados com maior poder explicativo dos fenómenos físico-naturais (HARLEN, 2014; HARLEN; QUALTER, 2018). Parte-se de:

[...] problemas relevantes e de ideias pessoais que os descrevem e os interpretam para ir construindo, através de um processo de contraste crítico com outras ideias e com fenómenos da realidade, um conhecimento escolar socializado e compartilhado através de processos de mudança e evolução conceitual (PORLÁN, 1998, p. 101).

No contexto da exploração investigativa de determinados problemas, relacionados com os tópicos curriculares, os alunos têm a oportunidade de propor ideias e possíveis explicações, com base nas suas experiências pessoais, prever, planear formas de testarem as suas ideias, interpretar dados, obter evidências, elaborar explicações com base nas evidências, e discuti-las com os outros em contexto de interação social (HARLEN, 2014; HARLEN; QUALTER, 2018). Neste processo, a compreensão conceitual e o desenvolvimento de habilidades relacionadas com a prática científica (NGSS, 2013) constituem vertentes indissociáveis que se desenvolvem mutuamente no ato de aprender. Através de atividades práticas de cariz investigativo, os alunos desenvolvem não só o seu conhecimento e compreensão da ciência e em ciência, mas também aprendem, ao mesmo tempo, a investigar, ou seja, aprendem a aprender. Além disso, a aprendizagem por investigação está intimamente ligada ao uso e desenvolvimento da linguagem, uma vez que envolve a capacidade de questionar, descrever, propor, comunicar, discutir, argumentar e concluir através da linguagem (HARLEN, 2014). Neste sentido, “falar ciência [...] significa fazer ciências através da linguagem” (LEMKE, 1997, p. 11). A linguagem oral, à qual lhe conferimos particular importância, é o instrumento mediador de toda a interação social e, portanto, constitui o principal meio de comunicação de ideias, contraste de pontos de vista alternativos, argumentação e negociação conjunta de significados entre os diversos sujeitos da turma (DOMÍNGUEZ; STIPCICH, 2009; ERDURAN, 2012; SANMARTÍ, 2007; SKAMP; PRESTON, 2018). No entanto, os alunos recorrem, também frequentemente, à linguagem escrita, a qual exige uma maior consciencialização das operações mentais que se executam, desenvolvendo-se num processo de fala interior do sujeito consigo mesmo (VYGSTSKY, 1987). Escrever implica pensar sobre o que é objeto da escrita, organizar as ideias, estabelecer relações entre elas, selecionar as melhores palavras e articulá-las

adequadamente. Falar ou escrever para comunicar ideias promove a clarificação dessas ideias, a sua (re)estruturação e interiorização (VARELA, 2012). Um efetivo diálogo na sala de aula permite também recolher informações sobre como a aprendizagem está a progredir em cada aluno e no grupo turma, assumindo a avaliação das aprendizagens um caráter contínuo, cuja finalidade é melhorar e regular as aprendizagens dos alunos e o próprio ensino (ECCLES; ATKINSON, 2018).

Neste sentido, os contextos colaborativos de aprendizagem assumem também um papel de grande relevância, na medida em que estimulam o aparecimento e intercâmbio de diferentes ideias e explicações, pois a sua essência é a construção de significados compartilhados. A aprendizagem é um processo interativo e a compreensão desenvolve-se por meio de atividades conjuntas entre o professor e o aluno e entre os alunos em colaboração (ALEXANDER, 2018). É nesse processo que as diferentes versões dos alunos são confrontadas, negociadas e reconstruídas e é nesse processo interativo que vão sendo definidos e depurados os diversos significados (CANDELA, 1999).

A comunicação de ideias e modos de pensar permite às crianças tornarem-se mais conscientes do seu próprio pensamento e do pensamento dos outros, o que pode promover a necessidade de o reestruturarem face a outras ideias mais plausíveis e consensuais surgidas na turma (VARELA, 2012). Desse modo, não só partilham e avaliam criticamente as diversas explicações surgidas no interior dos grupos ou na turma, mas também aprendem, pela ação dos outros, a autorregular o seu próprio pensamento (LARKIN, 2006). Esta atividade sociocognitiva faz emergir a necessidade de observações mais apuradas das evidências, de repetição de procedimentos e estratégias, de reavaliação das suas ideias e argumentos à luz da evidência, de uma melhor consideração dos diferentes pontos de vista. As competências metacognitivas e de autorregulação favorecem elevado grau de transferência das aprendizagens (GEORGHIADES, 2006) e a autonomia dos alunos (GONZÁLEZ; ESCUDERO, 2007).

Face ao anterior, o ensino e a aprendizagem das ciências, nos primeiros níveis educativos, implicam a combinação de renovadas ações dos professores e dos próprios alunos, bem como o seu envolvimento conjunto na investigação de questões relevantes. Acolhendo o contributo de vários autores (HARLEN, 2014; IAP, 2006; PRISCINET, 2014; VARELA; MARTINS, 2013), sustentamos que os professores devem, entre outras ações: a) proporcionar às crianças oportunidades para explorarem materiais, objetos, e investigarem fenómenos em primeira mão ou através de fontes secundárias; b) colocar perguntas que estimulem o pensamento e a reflexão dos alunos; c) demonstrar interesse nas suas respostas; d) organizar a

discussão de ideias, procedimentos e resultados, em pequeno e grande grupo; e) interpretar as ideias e as ações dos alunos, de modo a regular e realimentar a sua atividade mental; f) proporcionar o acesso a ideias e procedimentos alternativos, através da discussão e de fontes de pesquisa, como a internet, referência a livros e outras fontes de ajuda; g) propor tarefas desafiadoras, fornecendo o suporte (*scaffolding*) necessário para que as crianças possam experimentar e operar num nível cognitivo mais elevado; h) ensinar determinadas técnicas, incluindo o uso seguro de instrumentos, objetos e materiais; i) incentivar as crianças, através de comentários e perguntas, a avaliarem a consistência das suas ideias à luz das evidências disponíveis e a considerarem explicações alternativas apresentadas pelos colegas; j) ajudar as crianças a registarem as suas observações, de forma a apoiarem e a reverem as aprendizagens efetuadas; l) incentivar a reflexão crítica sobre como os alunos aprenderam e como isso pode ser aplicado em situações futuras de aprendizagem; m) usar um questionamento reflexivo para ajudar os alunos a usarem e a desenvolverem competências de investigação.

Por seu lado, as crianças devem, no processo de investigação: a) procurar resposta para questões que identificaram como suas, mesmo que colocadas pelo professor; b) levantar outras questões que podem originar novas investigações; c) elaborar previsões com base nas suas ideias ou no que descobriram; d) dialogar entre si ou com o professor sobre as suas observações e o fundamento das suas ideias; e) sugerir formas de testarem as suas ideias ou as dos outros, para encontrarem evidências que sustentem essas ideias; f) participar no planeamento de investigações para responderem a questões específicas; g) reunir evidências através da observação, da experimentação ou do uso de outras fontes; h) utilizar instrumentos de medição, objetos e materiais de forma adequada e com confiança; i) avaliar o grau de conformidade das suas ideias em relação às evidências e considerar outras ideias alternativas; j) comunicar e refletir criticamente sobre os processos e os resultados das suas investigações; l) recorrer regularmente à escrita – na elaboração de planos de investigação, relatórios, registo das observações e dados da evidência e no registo das aprendizagens realizadas.

3. Procedimento metodológico

Este estudo utilizou uma metodologia qualitativa do tipo interpretativo (ERICKSON, 1986; GUBA; LINCOLN, 2000), que, assumindo contornos de investigação-ação (MACNAUGHTON; HUGHES, 2011), envolveu a planificação, o desenvolvimento e a avaliação de uma intervenção pedagógica na exploração do tema curricular das “Mudanças de estado físico da água”. A intervenção foi desenvolvida numa turma do 4.º ano de escolaridade,

constituída por vinte e quatro alunos (N=24), 13 do sexo masculino e 11 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos ($\bar{X} = 9,4$).

Uma sequência de aulas, que integraram diversas atividades sobre aquele tema, foi planificada e explorada com os alunos, com vista a criar um contexto no qual pudessem comunicar as suas ideias sobre os fenómenos em estudo, submetê-las ao confronto crítico dos outros e das evidências obtidas, de modo a desenvolverem significados mais concordantes com a realidade física. Citando Porlán:

O professor leva para a aula uma hipótese de conhecimentos que seria desejável construir e um conjunto de problemáticas potentes e relevantes que interessa investigar. Os alunos, por seu turno, trarão o seu mundo de experiências, concepções pessoais, interesses, problemas e expectativas concretas (1998, p. 114).

Neste sentido, as planificações das aulas assumiram o caráter de “hipóteses curriculares” (PORLÁN, 1998) a experimentar de forma flexível, permitindo adaptações e refinamentos pertinentes, em função dos processos de (re)construção gerados e promovidos no ambiente psicossocial da sala de aula. Ao longo de um mês e meio, foram lecionadas 5 aulas, perfazendo um total de 10 horas de intervenção, conforme a tabela seguinte:

Tabela 1. Tema das aulas e respetiva duração

Aula	Duração
Materiais sólidos, líquidos e gasosos.	2h 00min
Fusão e solidificação da água.	2h 00min
Evaporação da água.	2h 30min
Condensação da água.	2h 00 min
Ciclo da água.	1h 30 min

Fonte: Elaborado pelos autores.

A planificação da aula sobre a condensação da água acolheu contributos do quadro teórico anteriormente revisto, sendo estruturada de acordo com os seguintes objetivos de aprendizagem: a) comunicar ideias, quanto à possibilidade de a água evaporada voltar novamente à superfície terrestre e à existência de vapor de água no ar da sala; b) inferir, a partir de observações de um copo com água e gelo e do bafejar para um espelho, o local de origem da água obtida por condensação; d) identificar as regularidades patentes nos dois contextos de condensação anteriores.

Em sala de aula, o segundo autor deste artigo, já bastante familiarizado com os alunos e com a professora da turma, desempenhou simultaneamente o papel de investigador e professor. Assim, envolveu-se e participou ativamente com os alunos, interagindo com eles para melhor

compreender os vários significados, que se geravam e entrecruzavam na realidade social da aula, e preparar o sentido da sua ação (GÓMEZ, 2005). A sua atenção esteve particularmente centrada na interpretação dos significados das ideias e ações dos alunos e no modo como esses significados iam sendo (re)construídos e negociados no seio da turma. Desta forma, a ação, a observação e a interpretação dos dados estão interligados e informam-se entre si, mantendo-se a inferência dos significados contextualizada e próxima da sua fonte. O objetivo é, de acordo com GUBA; LINCOLN (2000), a obtenção de construções mais informadas e sofisticadas por via de um processo hermenêutico e dialético. A compreensão que se obtém produz novas formas de intervir, “numa relação em espiral dialética na qual ambos os elementos se potenciam mutuamente” (GÓMEZ, 2005, p. 95).

Os dados gerados na sala de aula foram registados sob duas formas complementares: as notas de campo e as gravações áudio. Estes dados em bruto materializaram-se, logo a seguir a cada aula, em narrativas descritivas e reflexivas dos acontecimentos mais relevantes ocorridos na turma – os diários de aula (SÁ, 2010; ZABALZA, 2004). Foram ainda utilizadas fotografias, desenhos elaborados pelos alunos e outros registos iconográficos por eles efetuados.

A escrita dos diários, ao incorporar uma importante dimensão autorreflexiva, permitem também regular e melhorar a qualidade da intervenção pedagógica (ZABALZA, 2004), bem como do próprio processo de investigação (ENGIN, 2011). Assim, a escrita dos diários de aula promovia uma maior consciência do investigador no seu papel, enquanto professor e investigador, e, conseqüentemente, potenciava ao longo de todo o percurso as suas competências didáticas, de investigação e compreensão do pensamento dos alunos.

A aula, representada no diário, é composta por uma sequência de momentos de aprendizagem, que correspondem a unidades de análise particulares. Cada unidade é portadora de um sentido específico no processo de ensino-aprendizagem – unidade de significado (RATNER, 2002). Assim, no diário de aula sobre a condensação da água, começou-se por identificar a sequência de unidades de significado, tendo como referência as questões de investigação anteriormente referidas. Em seguida, procedeu-se à interpretação do conteúdo de cada unidade identificada. Algumas unidades foram preservadas e incluídas nos resultados estudo sob a designação de “excertos do diário”, para que o leitor possa ajuizar da credibilidade e neutralidade das inferências que se fazem acerca dos seus significados (GUBA; LINCOLN, 2000; RATNER, 2002).

Três semanas após a aula sobre a condensação da água, os alunos responderam a duas questões de itens verdadeiros (V) e falsos (F), com vista a averiguar-se o nível de construção e

retenção das aprendizagens ao fim daquele período de tempo. Segundo Coll e Martín (2001), a avaliação deve atender à dinâmica interna do processo de construção de significados e à sua dimensão temporal, pois “o alcance e a profundidade das aprendizagens realizadas não se manifestam, por vezes, senão depois de um certo tempo” (p. 210). As crianças responderam individualmente aos itens na presença de um dos dois autores deste artigo, que lhes concedeu o tempo necessário para responderem. As respostas aos itens foram, posteriormente, classificadas em “corretas” ou “incorretas” e organizadas numa tabela de frequências de respostas corretas.

4. Resultados do processo de exploração e da avaliação das aprendizagens dos alunos

É com base no diário de aula que se apresenta a seguir os resultados da análise do processo de ensino-aprendizagem promovido com os alunos sobre a condensação da água.

▪ As ideias iniciais dos alunos

A aula começa com a identificação das ideias dos alunos, quanto à possibilidade de a água evaporada poder voltar novamente à superfície terrestre e à existência de vapor de água no ar da sala de aula.

– *Será que a água que se evapora voltará algum dia à Terra?* Excerto do diário de aula:

“Eu acho que sim. A água desce das nuvens” (João). “Isso é o ciclo da água. Com o vento a água sobe para as nuvens e depois desce outra vez das nuvens” (Ana); “Eu acho que é assim: a água está no mar e nos rios e depois sobe até lá cima, às nuvens. Depois, as nuvens são empurradas pelo vento e, quando ficam muito carregadas, elas deixam a chuva cair, que volta outra vez para a Terra” (Rodrigo); “A água evaporada sobe e depois desce com a chuva” (Diogo).

Os alunos que respondem à questão são unânimes em considerar que a água evaporada voltará novamente à superfície terrestre, sob a forma de chuva, sem se referirem à condensação. Porém, o mais relevante é o facto de evidenciarem uma conceção de evaporação semelhante à segunda categoria de respostas encontrada por Russell e Watt (1990), ou seja, há mudança de local da água evaporada (“sobe para as nuvens”, “sobe até lá cima”), sem ocorrer, aparentemente, mudança do estado físico. Esta conceção é ainda concordante com o terceiro estádio de Bar e Galili (1994), que sustenta que os alunos, por volta dos 9 anos de idade, referem que a água evaporada “é transferida para cima”. Segundo Henriques (2002), os alunos com esta ideia visualizam o ciclo da água apenas em termos de água líquida - não há mudança de estado neste modelo. O “vento” é também, como no estudo de Russell e Watt (1990), um dos agentes

responsáveis por tal mudança. Salienta-se ainda o facto de não referirem a possibilidade de a água voltar à superfície da Terra no estado sólido, sob a forma de neve ou granizo.

– *Será que a água evaporada só volta à Terra sob a forma de chuva?* Excerto do diário:

Alguns respondem que “sim”, enquanto outros referem: “a neve também é água” (Diogo); “a água também cai em bolinhas, que é o...” (Inês); “granizo!” – exclama o Rodrigo. “É água no estado sólido” (Rafael). “Mas quando chove, as nuvens não desaparecem!” (Diogo). “É porque ainda não descarregaram toda a água” (Rodrigo). “As nuvens são como pessoas, por exemplo, se eu pegar num tijolo, consigo aguentar bem, mas, se pegar em muitos, eu não consigo aguentar e deixo-os cair. As nuvens também conseguem aguentar com alguma água, mas, quando já fica muito carregada, deixa a água cair” (João). Pergunto-lhe se as nuvens são uma espécie de recipiente que transportam a água. “São gotinhas de água e depois, quando ficam mais pesadas, caem – responde o João.

Quando questionados, os alunos contemplam a possibilidade de ocorrer precipitação sólida, sob a forma de neve ou granizo. Há quem acrescente ainda que se trata de água no estado sólido. Todavia, no seguimento do diálogo, surgem contribuições que deixam transparecer uma conceção de nuvens como uma entidade que transporta, armazena ou liberta água, uma espécie de recipiente, que existe independentemente da chuva (HENRIQUES, 2002). Assim, a precipitação sob a forma de chuva ocorre quando as nuvens se tornam muito pesadas e não conseguem aguentar mais água (BAR, 1989).

– *Será que existe água no ar desta sala?*

Apenas 6 alunos apresentam respostas explicativas, que podem ser organizadas da seguinte forma:

- a) Não há água no ar da sala, porque esta vai para as nuvens ou porque não se vê/sente (4): Ex: “Eu acho que não, porque a água vai pra cima, para as nuvens” (Maria); Não, porque se eu fizer assim (levanta a mão) eu não sinto água nenhuma” (Ana).
- b) Há água no ar da sala, porque, ao evaporar-se, não vai logo para as nuvens (2): Ex: “Se a água evapora, tem de ir para algum sítio antes de chegar às nuvens. Por isso, tem de haver aqui água” (Rodrigo); “Há água aqui só que não se consegue ver” (Rafael).

Solicitados a pronunciarem-se individualmente, depois de ouvirem estas respostas, começa a ganhar força na turma a ideia da existência de água invisível no ar da sala – o vapor de água: “então há vapor de água aqui! Mas é uma coisa que não se vê” (Maria).

▪ **Desenvolvimento da compreensão da condensação da água**

Vários momentos de aprendizagem, a seguir designados por letras, foram identificados na análise do diário de aula, bem como os processos científicos executados pelos alunos em cada um desses momentos.

A. *Se existe água no ar desta sala, será possível retirá-la no estado líquido?*

– Os alunos comunicam ideias.

Alguns alunos admitem que é impossível (“acho que nós não conseguimos fazer isso” – Inês), enquanto outros referem que é possível, mas assumem desconhecer como proceder (“eu acho que se consegue, mas não sei como” – Rafael). No entanto, a ideia da inexistência de água no ar da sala deixou de ser sustentada pelos alunos. O confronto entre as diferentes ideias e explicações, surgidas no momento de aprendizagem anterior, poderá ter promovido nos alunos uma maior consciência das suas próprias ideias e das ideias dos outros, o que terá provocado a reformulação dessas ideias face a outras mais plausíveis surgidas na turma (VARELA, 2012). Segundo Català e Vilà, “o diálogo matiza o pensamento e o reformula, [...] e o conhecimento adquirido ou em vias de aquisição se reafirma ou se modifica” (2002, p. 91-92).

B. *Se colocarmos neste copo com água alguns cubos de gelo, o que irá acontecer?*

– Elaboram previsões.

As previsões dos alunos, apesar de exprimirem conhecimentos válidos, não são concordantes com o objetivo da questão: “a água vai ficar gelada” (João); “vai ficar mais água” (Carolina); “o gelo vai derreter” (Daniel). Reformulada a questão, as previsões sugerem agora que o exterior do copo de vidro irá ficar embaciado, depois de nele serem colocados alguns cubos de gelo (Ex: “O vidro vai ficar assim transparente, parece um bocadinho branco” (Guilherme); “Vai ficar embaciado! Parece que fica com um nevoeiro colado ao copo” (Rafael).

– Sugerem e testam as previsões elaboradas. Excerto do diário:

“O que devemos fazer para sabermos o que irá acontecer?” – pergunto. Os alunos, em grupos, respondem que devem “experimentar”. É, então, fornecido a cada grupo um copo de vidro, água e uns cubos de gelo. Depois de os grupos colocarem alguns cubos de gelo na água do copo, refiro-lhes que temos de esperar um pouco, para vermos o que irá acontecer.

– Observam e identificam a água líquida.

Após alguns instantes, os alunos focalizam a sua atenção na parte exterior do copo de vidro, que já se encontra embaciada. Os primeiros comentários começam por referir que o copo “está embaciado”, “está molhado” ou “está húmido”. Quando questionados, não hesitam em afirmar que é água no estado líquido: “é água. Se passarmos o dedo, ele fica molhado” (Maria); “ficou com água do lado de fora do copo” (João)”.

Figura 1. O embaciamento do copo.



Fonte: Obtida pelos autores.

C. De onde terá vindo a água que embaciou o copo?

- Interpretam observações e constroem explicações.

As primeiras explicações dos alunos parecem contemplar a ideia identificada por Osborne e Cosgrove (1983), ao sugerirem que o frio do gelo atravessou o vidro e fez aparecer a água no exterior do copo. Exemplos: “O gelo, como está muito frio, passou as paredes do copo e embaciou” (Carolina); “Como o gelo ainda não derreteu todo, tocou muitas vezes no vidro e embaciou” (Tatiana). Outros rejeitam essa possibilidade e afirmam que a água líquida veio da água existente no ar da sala de aula: “Eu acho que é a água de fora que toca no vidro e embacia” (Inês); “Eu acho que tem de haver água no estado gasoso e frio” (Pedro). As sucessivas explicações vão assumindo, por influência das anteriores, um nível crescente de elaboração mental: “Ah já sei! A água no estado gasoso que anda aqui no ar bate no copo que está frio e fica a notar-se a humidade que essa água deixa” (Diogo).

D. Um novo contexto: o que irá acontecer se bafejarem para este espelho?

- Os alunos elaboram previsões.

São unânimes em prever que o espelho irá ficar embaciado, depois de bafejado. Ninguém discorda ou apresenta uma previsão diferente.

- Testam, observam e constroem explicações.

Os alunos verificam que o espelho, depois de bafejado, ficou embaciado: “...é tipo água no estado líquido só que está em partículas muito pequeninas” (Ana). Há quem relacione o embaciamento do espelho com uma situação do quotidiano que é bastante familiar: o embaciamento do espelho da casa de banho, quando tomam banho: “a minha casa de banho tem um espelho e, quando eu tomo banho, fica tudo embaciado” (Rodrigo).

Figura 2. O embaciamento do espelho.



Fonte: Obtida pelos autores.

E. O que há de comum nos dois casos para ocorrer a condensação?

- Relacionam observações e inferem as condições necessárias. Excerto do diário:

“Tem de haver uma coisa fria” (Carolina). “O ar da sala está mais quente e o copo com gelo está frio e formou-se a humidade” (Rafael). O Diogo vai mais além e afirma que: “precisamos de ter água no ar e um sítio um bocadinho frio”. “Então é igual ao espelho! O ar que nós expirámos tocou no espelho que estava um bocadinho frio e ficou embaciado” (Ana). Todos parecem concordar com as explicações dos colegas e alguns reafirmam: “Nós sabemos que há aqui vapor de água e tínhamos o copo que estava muito frio e depois o vapor, ao tocar no copo frio, transformou-se em água no estado líquido” (Rodrigo); “Precisamos de ter um sítio frio para o vapor de água tocar lá e ficar líquido”

(Guilherme). Refiro-lhes que a passagem do estado gasoso para o estado líquido se chama “condensação”.

A partir dos dois casos, o copo com água e gelo e o bafejar para o espelho, os alunos relacionam observações e inferem que, para ocorrer a condensação, é necessário que o vapor de água existente no ar da sala e no ar expirado sofra um arrefecimento, por contacto com uma superfície fria (Ex: “uma coisa fria”; “um sítio um bocadinho frio”). Uma outra condição é a existência de vapor de água no ar. O termo “condensação” é introduzido, para significar o conhecimento construído. Com a aprendizagem de novos significados os alunos precisam de novas palavras e um renovado discurso, que lhes permite falar, escrever e comunicar com maior clareza, rigor e precisão (DYASI, 2006), aspetos que caracterizam a linguagem científica.

– Transferem as aprendizagens para explicar situações do quotidiano. Excerto do diário:

O que é que, às vezes, aparece na relva, sem que tenha chovido?” – pergunto. “Aparece molhada” (João). “Fica cheia de gotinhas de água.” (Rafael). “Por que é que isso acontece? – pergunto. “Por causa das temperaturas baixas e do vapor de água” (Afonso). “Por que razão, no inverno, vemos uma espécie de ‘fumo’ a sair da nossa boca, quando expiramos, e o mesmo não acontece no verão?”. “Porque no inverno, quando nós estamos a respirar, o nosso ar é mais quente do que cá fora, que está frio. É por isso que sai o ‘fumo’” (Tatiana). “Só vemos no inverno por causa da mudança de temperatura, porque o ar da nossa boca é quente e, quando chega cá fora, está muito frio. A água que está no ar da boca passa do estado gasoso para o estado líquido” (Rodrigo); “É o nosso respirar que tem vapor de água quente que toca no ar frio e fica no estado líquido” (João).

Os alunos mobilizam as aprendizagens construídas para explicarem situações familiares do quotidiano. Esse processo, para além de ser revelador do profundo significado que tais aprendizagens tiveram para eles, permite-lhes desenvolver ideias com um maior poder explicativo em relação a uma maior gama de eventos que ocorrem em diferentes contextos (HARLEN, 2014, 2015). Este aspeto é de particular importância, pois os alunos tendem a considerar a condensação em diferentes situações como fenómenos distintos (RUSSELL; WATT, 1990; SÁ, 2002).

– Recapitulam, oralmente, as aprendizagens realizadas. Excerto do diário:

“Tínhamos um copo com água e metemos lá dentro gelo, para o copo ficar frio. Depois, o copo começou a ficar embaciado por fora, porque a água, no estado gasoso, que há no ar da sala tocou no copo e passou para o estado líquido” (Ana); “Isto chama-se condensação” (Rodrigo); “Depois pegámos no espelho e bafejámos. Como o ar da nossa boca era quente e arrefeceu ao tocar no espelho frio, ele ficou embaciado” (Carolina).

▪ Resultados da avaliação das aprendizagens

Três semanas após a aula, os alunos responderam a duas questões de avaliação sobre a condensação da água. Na tabela seguinte apresentam-se os resultados obtidos:

Tabela 2. Resultados obtidos nas duas questões de avaliação (N=24)

Questões	Respostas	
1. Será que no ar existe alguma forma de água?		
– Sim, há sempre vapor de água na sala de aula.	21	87.5%
– Não, porque o vapor de água não se vê nem se sente.	1	4.2%
– Não, porque o vapor de água vai logo para as nuvens.	2	8.3%
2. O que é preciso para que ocorra a condensação?		
– É preciso estar sol.	1	4.2%
– É preciso que o vapor de água seja arrefecido.	19	79.2%
– É preciso que o vapor de água seja aquecido.	4	16.6%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Em termos globais, verifica-se que 83,3% das respostas são corretas. Isto significa que os alunos foram capazes de desenvolver a compreensão de que, no ar, há vapor de água e que é necessário que esse vapor de água sofra um arrefecimento para que ocorra a condensação.

Considerações finais

Os resultados obtidos nas questões de avaliação individual, três semanas após a aula, permitem afirmar que a grande maioria dos alunos da turma realizou uma boa aprendizagem sobre o fenómeno da condensação da água e que foi significativa, ao contrário de uma aprendizagem memorizada que tende rapidamente a esquecer-se (COLL; MARTÍN, 2001).

A construção dessas aprendizagens teve como ponto de partida as ideias dos alunos, tendo sido a sua identificação parte integrante do processo de ensino-aprendizagem. A análise do diário permitiu verificar a existência de ideias nos alunos que diferem do conhecimento científico aceite. Algumas são semelhantes às identificadas por outros autores: a) a água evaporada só voltará novamente à superfície terrestre sob a forma de chuva, água no estado líquido; b) há mudança de local da água evaporada, sem ocorrer, aparentemente, mudança de estado físico (BAR; GALILI, 1994; RUSSELL; WATT, 1990); c) as nuvens parecem ser vistas como uma entidade independente da chuva, uma espécie de recipiente que se enche com a água evaporada e se esvazia através da chuva, quando fica muito pesado e não consegue aguentar mais água (HENRIQUES, 2002); d) não existe água no ar da sala de aula – o vapor de água, porque vai logo para as nuvens (RUSSELL; WATT, 1990) ou não se vê/sente; e) o

embaciamento das paredes externas de um copo deve-se ao frio do gelo que atravessou o vidro (OSBORNE; COSGROVE,1983). Considerando que o tema curricular da evaporação da água já tinha sido explorado com os alunos, estas ideias revelam a dificuldade que alguns deles têm em conceberem a existência de água invisível, o vapor de água, no ar atmosférico à nossa volta. Desta forma, partilhamos a opinião de Sá (2002), que refere que esta dificuldade constitui um dos principais obstáculos à compreensão do fenómeno de condensação. Assim, a inferência de que a água condensada é proveniente do ar não é fácil para os alunos, que tendem, à semelhança do caso analisado neste artigo, a explicar o embaciamento do copo de vidro com água gelada com base numa outra origem, nomeadamente no frio que atravessa as paredes do copo e origina na sua superfície externa as pequenas gotículas de água líquida.

Na sala de aula, estas ideias foram sujeitas a um processo generativo e (re)construtivo de novos significados sobre o fenómeno da condensação da água. Nesse processo, desempenhou particular importância o papel ativo e reflexivo que os alunos assumiram nos contextos de condensação criados pelo copo com água gelada e pelo bafejar para um espelho. Nesses contextos, os alunos foram capazes de executar um conjunto de processos científicos simples, que contribuem, simultaneamente, para o desenvolvimento de competências de investigação (HARLEN, 2014; HARLEN; QUALTER, 2018), nomeadamente: a) comunicar e discutir ideias, entre si e com o professor, quanto à possibilidade de retirar água líquida do ar da sala de aula; b) elaborar previsões sobre o que irá acontecer se colocarem alguns cubos de gelo num copo com água e se bafejarem para um espelho; c) testar as previsões elaboradas; d) observar o embaciamento do copo e do espelho e identificar que se trata de água no estado líquido; e) interpretar observações e construir explicações para as evidências obtidas; f) relacionar observações e inferir as condições necessárias para que ocorra a condensação.

Todavia, nos contextos de condensação promovidos na sala de aula, foi também possível identificar alguns momentos de aprendizagem, que se revelaram particularmente importantes no desenvolvimento da compreensão da condensação da água, designadamente: a) o confronto de diferentes ideias, gerado pela comunicação dos alunos à turma sobre a existência de água no ar da sala; b) a observação de que o copo com água e gelo fica embaciado e a consequente construção de teorias explicativas para essa evidência; c) a atividade discursiva e reflexiva gerada em torno dessas teorias estimula o aparecimento de novas explicações com um nível crescente de elaboração mental; d) o bafejar para o espelho também incrementa a qualidade das aprendizagens, na medida em que permite aos alunos inferirem o que há em comum com o contexto de condensação anterior; e) a mobilização das aprendizagens realizadas para

explicarem diferentes situações do cotidiano, onde ocorre o fenômeno de condensação da água, permite aos alunos tomarem consciência da aplicabilidade dessas aprendizagens e, conseqüentemente, aumentar o seu poder explicativo sobre uma maior gama de eventos.

Todo o processo de ensino-aprendizagem implica, naturalmente, um grande envolvimento intelectual e socioafetivo do aluno. No entanto, é indissociável de uma intervenção planejada, estruturada e intencionalmente orientada pela ação do professor (WORTH, 2010), com vista a promover nos alunos novas aprendizagens e a desenvolver, simultaneamente, competências de investigação – *inquiry skills* (HARLEN, 2014). A ação do professor na sala de aula é também fundamental, através dos desafios que coloca e da ajuda que fornece aos alunos, perante as dificuldades que vão sentindo na sua atividade mental construtiva conjunta. Através de um questionamento reflexivo, estimulador do pensamento e ação, vai apoiando os alunos a tomarem consciência das suas próprias ideias, a considerarem vários pontos de vista, a formularem hipóteses, preverem resultados, gerarem novas explicações, efetuarem inferências e conclusões, bem como a monitorizarem o seu próprio pensamento (CHIN, 2006; VAN ZEE; MINSTRELL, 2009; VARELA; MARTINS, 2013).

Por último, consideramos que a análise apresentada neste artigo pode constituir uma ferramenta didática de apoio aos processos de formação de professores e aos próprios professores, para, em contextos similares, evocarem e promoverem, com as devidas adaptações às características e necessidades de cada contexto, idêntico processo de exploração com os seus alunos. A teoria e a prática necessitam de um corpo de conhecimentos didáticos específicos que, de forma integral e com tendência holística, seja capaz não só de explicar a complexidade dos fenômenos educativos (GÓMES, 2005), mas também de buscar a frutuosidade prática e, conseqüentemente, de influenciar os processos de formação, com vista à transformação das práticas de ensino das ciências nos primeiros níveis educativos.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, Robin. Developing dialogic teaching: genesis, process, trial, **Research Papers in Education**, v. 33, n. 5, p. 561-598, 2018. DOI: 10.1080/02671522.2018.1481140
- ALLEN, Michael; KAMBOURI, Maria. Substantive conceptual development in preschool science: contemporary issues and future directions, **Early Child Development and Care**, v. 187, n. 2, p. 181-191, 2017. DOI: 10.1080/03004430.2016.1237561
- BAR, Varda. Children's views about the water cycle. **Science Education**, v. 73, n. 4, p. 481-500, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.3730730409>

BAR, Varda; GALILI, Igal. Stages of children's views about evaporation, **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 157-174, 1994. DOI: 10.1080/0950069940160205

BAR, Varda; TRAVIS, Anthony. Children's views concerning phase changes. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 4, p. 363- 382, 1991.

CANDELA, Antonia. **Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso**. México: Editorial Paidós, 1999.

CATALÀ, Mireia; VILÀ, Núria. Las funciones lingüísticas en el proceso de adquisición de los conocimientos científicos. In: CATALÀ, Mireia et al. (Eds.). **Las ciencias en la escuela. Teorías y prácticas**. Barcelona: Editorial Gráo, 2002. p. 89-103.

CHIN, Christine. Classroom Interaction in Science: Teacher questioning and feedback to students' responses, **International Journal of Science Education**, v. 28, n.11, p. 1315-1346, 2006. DOI: 10.1080/09500690600621100

COLL, César; MARTÍN, Elena. A avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista. In: COLL, César et al. (Eds.). **O construtivismo na sala de aula. Novas perspectivas para a acção pedagógica**. Porto: Edições ASA, 2001. p.196-221.

DYASI, Hubert. Visions of Inquiry Science. In: DOUGLAS, R. et al. (Eds). **Linking Science & Literacy in the K-8 Classroom**. Arlington: NSTA Press, 2006. p. 3-16.

DOMÍNGUEZ, María Alejandra; STIPCICH, María Silvia. Buscando indicadores de la negociación de significados en clases de Ciencias Naturales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 539-551, 2009.

DUIT, Reinders. **Bibliography STCSE: Students' and teachers' conceptions and science education**. Kiel, Germany: University of Kiel, 2009.

ECCLES, Debbie; ATKINSON, Eleanor. Promoting understanding through dialogue. In: SERRET, Natasha; EARLE, Sarah (Eds.). **ASE Guide to Primary Science Education** (4th ed.). Hatfield, UK: Association for Science Education, 2018.

ENGIN, M. Research Diary: A Tool for Scaffolding. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 10, n. 3, p. 296-306, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/160940691101000308>

ERDURAN, Sibel. The role of dialogue and argumentation. In: OVERSBY, John (Ed.). **ASE Guide to Research in Science Education**. Hatfield, UK: Association for Science Education, 2012. p. 106-116.

ERICKSON, Frederick. Qualitative methods in research on teaching. In: WITTROCK, Merlin C. (Ed.). **Handbook of Research on Teaching**, Third Edition. New York: MacMillan, 1986. p. 119-160.

GEORGHIADES, Petros. The Role of Metacognitive Activities in the Contextual Use of Primary Pupils' Conceptions of Science. **Research in Science Education**, v. 36, p. 29–49, 2006. <https://doi.org/10.1007/s11165-004-3954-8>

GÓMEZ, A. I. P. Enseñanza para la comprensión. In: SACRISTÁN, G.; GÓMEZ, P. (Eds.). **Comprender y transformar la enseñanza**. Madrid: Ediciones Morata, S. L., 2005, p. 34-62.

GONZÁLEZ, Sonia; ESCUDERO, Consuelo. En busca de la autonomía a través de las actividades de cognición y de metacognición en Ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 310-330, 2007. Disponible em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

GUBA, Egon; LINCOLN, Yvonna. Competing Paradigms in Qualitative Research. In: DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna (Eds.). **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2000. p. 105-117.

HARLEN, Wynne. Helping children's development of inquiry skills. **Inquiry in primary science education**, v. 1, p. 5-19, 2014.

HARLEN, Wynne. **Working with Big Ideas of Science Education**. Trieste: IAP – InterAcademy Panel, 2015.

HARLEN, Wynne; QUALTER, Anne. **The teaching of science in primary schools** (7th Edition). Abingdon: Routledge, 2018.

HENRIQUES, Laura. Children's ideas about weather: a review of the literature. **School Science and Mathematics**, v. 102, n. 5, p. 202–215, 2002.

IAP – InterAcademy Panel, **Report of the Working Group on International Collaboration in the Evaluation of Inquiry-Based Science (IBSE) Programs**. Santiago, Chile: FEBAFM, 2006.

KARPUDEWAN, Mageswary; ZAIN, Ahmad Nurulazam; CHANDRASEGARAN, A. L. (Eds.). **Overcoming Students' Misconceptions in Science. Strategies and Perspectives from Malaysia**. Singapore, Springer, 2017. DOI 10.1007/978-981-10-3437-4.

LARKIN, Shirley. Collaborative Group Work and Individual Development of Metacognition in the Early Years. **Research in Science Education**, v. 36, p. 7-27, 2006. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-8147-1>

LEMKE, Jay. **Aprender a Hablar Ciencia: Lenguaje, Aprendizaje y Valores**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1997.

MACNAUGHTON, Glenda; HUGHES, Patrick. **Doing action research in early childhood studies: a by step guide**. Maidenhead: Open University Press, 2011.

ME (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO). **Organização Curricular e Programas Ensino Básico: Programa de Estudo do Meio**. Lisboa: Ministério da Educação, 2004. Disponível em: <https://www.dge.mec.pt/estudo-do-meio>.

MERCER, Neil; DAWES, Lyn; STAARMAN, Judith Kleine. Dialogic teaching in the primary science classroom, **Language and Education**, v. 23, n. 4, p. 353-369, 2009.

NGSS (Next Generation Science Standards). **The next generation science standards: For states, by states**. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2013.

OSBORNE, Roger; COSGROVE, Mark. Children's conceptions of the changes of state of water. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 20, n. 9, p. 825-838, 1983.

PORLÁN, Rafael. **Constructivismo y escuela: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación**. Sevilla: Díada Editora S. L., 1998.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Angel Gómez. **Aprender y Enseñar Ciencia**. Madrid: Ediciones Morata, S.L., 2006.

PRAIN, Vaughan; RUSSELL, Tytler; PETERSON, Suzanne. Multiple Representation in Learning About Evaporation, **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 6, p. 787-808, 2009. DOI: 10.1080/09500690701824249

PRISCINET. **Primary Science Network**. This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme, 2014. Disponível em: <http://prisci.net/>

RATNER, Carl. Subjectivity and Objectivity in Qualitative Methodology. **Forum: Qualitative Social Research**, v. 3, n. 3, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-3.3.829>

RUSSELL, Terry; WATT, Dorothy. **Evaporation and condensation**. Primary SPACE Project Research. London: Liverpool University Press, 1990.

SÁ, Joaquim. **Renovar as Práticas no 1.º Ciclo Pela Via das Ciências da Natureza**. Porto: Porto Editora, 2002.

SÁ, Joaquim. Diary Writing: An Interpretative Research Method of Teaching and Learning, **Educational Research and Evaluation**, v. 8, n. 2, p. 149-168, 2010. DOI: 10.1076/edre.8.2.149.3858

SANMARTÍ, Neus. Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. In: P. Fernández (Ed.). **La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo**. Madrid: Colección Aulas de Verano. MEC, 2007, p 103-128.

SKAMP, Keith; PRESTON, Christine. **Teaching Primary Science Constructively**. South Melbourne: Cengage Learning, 2018.

TYTLER, Russell. A comparison of Year 1 and Year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: dimensions of conceptual progression. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 5, p. 447-467, 2000. DOI: 10.1080/095006900289723

VAN ZEE, Emily; MINSTRELL, Jim. Using Questioning to Guide Student Thinking, **Journal of the Learning Sciences**, v. 6, n. 2, p. 227-269, 2009. DOI: 10.1207/s15327809jls0602_3

VARELA, Paulo. The Reflective Experimental Construction of Meanings about the Shape of the Earth and the Alternation of Day and Night. **International Electronic Journal of Elementary Education**, v. 5, n. 1 p. 5-26, 2012. Disponível em: <https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/7>

VARELA, Paulo; MARTINS, Patrícia. O papel do professor e do aluno numa abordagem experimental das ciências nos primeiros anos de escolaridade. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 97-116, 2013. DOI: 10.3895/S1982-873X2013000200006.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes Editora, 1987.

WORTH, Karen. Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process. **Early Childhood Research & Practice**, v. 12, n. 2, 2010. Disponível em: <https://ecrp.illinois.edu/beyond/seed/worth.html>

ZABALZA, Miguel Ángel. **Diarios de clase: un instrumento de investigación**. Madrid: Narcea, 2004.

SOBRE OS AUTORES:

Paulo Idalino Balça Varela

Doutor em Estudos da Criança, na especialidade de Estudo do Meio Físico, pela Universidade do Minho (UMinho). Professor Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade do Minho e Investigador do Centro de Investigação em Estudos da Criança (CIEC), Braga, Portugal. E-mail: pibvarela@ie.uminho.pt

 <http://orcid.org/0000-0001-5751-529X>

Filipa Cristiana Azevedo Serra

Mestre em Educação Pré-escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico pela Universidade do Minho (UMinho). Foi Professora Estagiária na Escola Básica Conde de São Cosme, Vila Nova de Famalicão, Portugal. E-mail: filipaserra_89@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-5779-8231>

Recebido em: 29 de fevereiro de 2020
Aprovado em: 07 de agosto de 2020
Publicado em: 07 de setembro de 2020