

ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS COM CRIANÇAS DO 1º ANO DE ESCOLARIDADE: A DISSOLUÇÃO DE MATERIAIS SÓLIDOS EM ÁGUA
Experimental Science Teaching with 1st graders: the dissolution of solid materials in water

Paulo Varela [pibvarela@ie.uminho.pt]

Joaquim Sá [jgsa@ie.uminho.pt]

*CIEC – Instituto de Educação – Universidade do Minho
Campus de Gualtar; 4710-057 Braga, Portugal*

RESUMO

Este artigo descreve e analisa o processo de construção de significados científicos sobre a dissolução de materiais sólidos em água, promovido numa turma do 1º ano de escolaridade de uma escola do 1º Ciclo do Ensino Básico da cidade de Braga – Portugal. A turma, constituída por 18 alunos com uma média de idades de 6,25 anos, foi sujeita a uma prática de ensino experimental das ciências, durante 40 horas, distribuídas ao longo de um ano. No momento da intervenção pedagógica sobre o tema curricular da dissolução, os alunos tinham já beneficiado de 18 horas de ensino experimental das ciências na abordagem de outros temas curriculares. A análise do processo promovido com as crianças incide no diário de aula - uma narrativa descritiva e reflexiva elaborada com base na gravação áudio e nos registos escritos efetuados durante a observação participante em contexto de sala de aula. A análise é concomitante com a apresentação de resultados de aprendizagem que vão ocorrendo na turma. Estes resultados, conjugados com os obtidos num inquérito de avaliação individual, permitem concluir que uma larga maioria dos alunos desenvolveu, para o fenómeno de dissolução, um modelo de fragmentação do material em pequenas partículas, que se dispersam no líquido, tornando-se invisíveis.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Experimental; Reflexivo; Construção de significados.

Abstract

This paper describes and analyzes the process of meaning construction about the dissolution of solid materials in water that took place in a 1st grade class at a primary school in Braga, Portugal. The class, composed of 18 children with a mean age of 6.25 years, was subjected to 40 hours of experimental science teaching throughout one year. At the time of the pedagogical intervention concerning the issue of dissolution, the children had already received 18 hours of experimental science teaching on other curriculum subjects. The analysis of this process is focused on the class diary - a descriptive and reflexive narrative prepared by the researcher, based on the field notes and audio recordings made during participant observation in the classroom context. The analysis is simultaneous with the presentation of the learning outcomes achieved by the children in the classroom. These outcomes, combined with the results of an individual assessment survey, suggest that a large majority of students have developed, for the phenomenon of dissolution, a mental model of fragmentation of the solid material into smaller particles, which in turn spread in the water and become invisible.

Keywords: Experimental science teaching; Reflective; Meaning construction.

Introdução

Em Portugal, as ciências físico-naturais estão incluídas no programa do 1º Ciclo do Ensino Básico na área curricular de “Estudo do Meio”. Num dos blocos desta área, com a designação de “À Descoberta dos Materiais e Objetos”, existe grande insistência em desenvolver nas crianças uma

“permanente atitude de experimentação” na abordagem dos conteúdos que o integram, tais como: “realizar experiências com alguns materiais e objetos; realizar experiências com a água, som, ar, luz, ímanes, mecânica”, etc.. No bloco “À Descoberta do Ambiente Natural”, encontram-se expressões como: “levantar questões, a procura de respostas através de experiências, pesquisas simples, observação direta, recolha de amostras, a utilização de instrumentos de observação e medida, como o termómetro, a bússola, a lupa, os binóculos...” (ME, 2004, p.114). Nos princípios orientadores existem ainda recomendações que sugerem a promoção de uma prática de ensino experimental e socioconstrutivista das ciências, remetendo para o professor a competência de orientar todo um processo de ensino-aprendizagem em que os alunos se devem tornar “observadores ativos com capacidade para descobrir, investigar, experimentar e aprender” (ME, 2004, p.112).

Porém, a experiência de mais de três décadas vem demonstrando que a introdução nos programas do 1º Ciclo do Ensino Básico das ciências físico-naturais e de novas abordagens na construção de saberes não têm produzido efeitos significativos na renovação das práticas pedagógicas e conseqüente melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos. As crianças deste nível de ensino continuam a não dispor de oportunidades para desenvolver a “atitude experimental” anunciada na componente de ciências da área curricular de “Estudo do Meio” (ME, 2004), negligenciando-se importantes domínios de construção de saberes e de desenvolvimento de competências que atravessam as diferentes áreas curriculares (Varela, 2012). As atividades de memorização e repetição são sobrevalorizadas, sendo realizadas tarefas estereotipadas e destituídas de sentido para os alunos (Roldão, 2003). Neste ambiente de aprendizagem, o aluno assume um papel passivo, que se restringe fundamentalmente à acumulação de saberes. As aprendizagens tornam-se pouco relevantes e o seu uso pessoal e social ineficaz.

No contacto com as escolas, através de intervenções que temos vindo a realizar em salas de aula (Sá & Varela, 2007; Varela, 2012), temos verificado que são raras as vezes que os alunos realizam atividades práticas e experimentais de ciências, que: potenciem adequadamente o seu desenvolvimento intelectual e a compreensão conceptual (Zohar, 2006); promovam o uso da linguagem, como instrumento de construção e partilha de saberes (Aleixandre, 2003; Rivard & Straw, 2000; Ibáñez & Alemany, 2005); estimulem a discussão e a argumentação em torno das ideias dos alunos e das evidências experimentais que produzem (Naylor *et al.*, 2007); promovam nos alunos um papel de construtor ativo, autónomo e regulador reflexivo da sua própria aprendizagem (Cleary & Zimmerman, 2004; Silva, 2004); e desenvolvam atitudes positivas face à aprendizagem das ciências (Harlen, 2007; Eshach & Fried, 2005). Esta realidade é constatada também por Costa que, reportando-se às actividades práticas de ciências, onde inclui as actividades experimentais, refere o que:

“[...] a forma como têm sido utilizadas em nada têm contribuído, não só para a aprendizagem de conceitos científicos pelos alunos, muito menos para a compreensão dos processos utilizados pela ciência e ainda por em nada contribuírem para a aquisição de competências transversais. [...] elas raramente são utilizadas no sentido de desenvolver nos alunos competências de observação, inferência, comunicação, interpretação e planeamento, mas mais para premiar os alunos se «sobrar tempo» (o que é raro), ou na melhor das hipóteses como mais uma tentativa para captar o interesse de alunos mais desmotivados” (2006, p. 33).

Assim, os alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico raramente são envolvidos num processo genuíno de construção de significados científicos e desenvolvimento de recursos cognitivos, que se edificam na relação direta com os objetos concretos, manipulando-os, sentindo-os, experimentando-os e refletindo sobre as observações que efetuam e as ações que com eles realizam (Sá & Varela, 2007); verbalizando as suas ideias e estratégias, discutindo-as e argumentando as diversas opiniões

emergentes na turma (Harlen, 2007; Domínguez & Stipich, 2009). Sem esses saberes e recursos faltam os alicerces para a construção de competências indispensáveis a novas aprendizagens, que atravessam as diferentes áreas do currículo, e ao exercício futuro de uma cidadania participativa e informada (Sá & Varela, 2007).

Neste contexto, temos vindo a desenvolver, ao longo de mais de década e meia, todo um trabalho de investigação e intervenção em sala de aula, orientado para a promoção de uma abordagem experimental reflexiva das ciências nos primeiros anos de escolaridade (Sá & Varela, 2007). Trata-se de uma prática orientada para a promoção de uma clara intencionalidade dos alunos em termos de uma continuada atividade reflexiva sobre as suas ideias e ações, onde:

“ (...) as atividades práticas/experimentais não são simples manipulações físicas, executadas de forma mecânica por imitação ou seguindo as instruções fornecidas pelo professor ou contidas num manual. Pelo contrário, são ações com uma forte intencionalidade, profundamente associadas aos processos mentais do aluno. É essa combinação de pensamento e ação que conduz a aprendizagens de superior qualidade” (Sá, 2002a, p.47).

O processo de ensino experimental das ciências caracteriza-se por uma atmosfera de liberdade de comunicação e cooperação propícia ao envolvimento afetivo e à expressão da criatividade, em que os alunos:

- a) Explicitam as suas ideias e modos de pensar sobre questões, problemas e fenômenos.
- b) Argumentam e contra-argumentam entre si e com o adulto quanto ao fundamento das suas ideias e das suas ações.
- c) Submetem as suas ideias e teorias pessoais à prova da evidência, com recurso aos processos científicos.
- d) Avaliam criticamente o grau de conformidade das suas teorias, expectativas e previsões com as evidências.
- e) Recorrem à escrita de forma regular na elaboração de planos de investigação, relatórios, registo das observações e dados da evidência e no registo das aprendizagens realizadas.
- f) Negoceiam as diferentes perspectivas pessoais emergentes na turma, tendo em vista a construção de significados socialmente enriquecidos e partilhados pelo maior número de alunos (Sá & Varela, 2007).

O professor, por seu lado, assume um papel bastante ativo, reflexivo e de forte intencionalidade pedagógica: i) na interpretação das ações e significados que vão sendo sugeridos e (re)construídos em sala de aula, de modo a regular e realimentar a atividade mental construtiva dos alunos; ii) na estimulação e mediação das interações dos alunos com as situações experimentais, dos alunos entre si, bem como de renovadas interações do aluno com as evidências e com os seus pares; iii) na promoção da participação ativa dos alunos, fornecendo o estímulo necessário à verbalização, à ação e à reflexão; iv) através de um questionamento estimulador da reflexão e da ação (Sá, 2002a; Sá & Varela, 2004; Varela, 2012). Este questionamento vai fornecendo a ajuda adequada às necessidades sentidas pelos alunos e promovendo neles a capacidade de escalar níveis de cognição e aprendizagem progressivamente mais elevados (Chin, 2006; Molenaar, *et al.*, 2011; Kawalkar & Vijapurkar, 2011). As questões que incitam e promovem a reflexão implicam conceder tempo aos alunos, para que estes possam pensar, sem constrangimentos, sobre as suas respostas, planificar o seu pensamento, regular o curso da sua ação e avaliar o resultado das ações realizadas.

Objetivos

Este artigo tem como objetivos: a) descrever e analisar o processo de construção de significados sobre o fenômeno da dissolução de materiais sólidos em água, inerente a uma prática de ensino experimental das ciências, promovida numa turma de alunos do 1º ano de escolaridade; b) apresentar as aprendizagens construídas pelos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem ocorrido na turma.

Metodologia

O estudo assume o caráter de investigação-ação e integra-se no quadro teórico da investigação interpretativa, aplicada à compreensão dos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula (Erickson, 1986; Guba & Lincoln, 2000).

Uma turma do primeiro ano de escolaridade de uma escola primária portuguesa, situada na periferia da cidade de Braga, constituída por 10 alunos do sexo feminino e 8 do sexo masculino ($n=18$) e com uma média de idades de 6,25 anos, foi sujeita a um processo de ensino experimental das ciências. Foram lecionadas 20 aulas, que abordaram tópicos de ciências da área curricular de “Estudo do Meio”, num total de 40 horas de intervenção, distribuídas ao longo de um ano letivo.

Cada aula, que corresponde a um ciclo de investigação-ação, iniciou-se com um plano de ensino-aprendizagem, o qual assumiu o caráter de uma *hipótese curricular* de partida (Porlán, 1998) a ser implementada de forma flexível, em função dos processos de ensino e aprendizagem que são gerados e promovidos na realidade da sala de aula. No momento da intervenção pedagógica sobre o tópico “a dissolução de materiais sólidos em água”, os alunos tinham já beneficiado de 18 horas de ensino experimental das ciências na abordagem de outros tópicos curriculares. As aulas foram lecionadas pelo primeiro autor que, em colaboração com a professora da turma, assumiu simultaneamente o papel de investigador e de professor. Procurou-se, por esta via, captar e melhor compreender os processos generativos e (re)construtivos de significados científicos em contexto de sala de aula. A atenção do investigador esteve particularmente centrada na interpretação dos significados dos alunos, manifestados nos momentos de comunicação, ação e interação com os seus colegas e com o próprio investigador, e no modo como esses significados iam sendo reconstruídos e negociados no seio da turma.

Os dados gerados na ação foram registados sob duas formas complementares, as notas de campo efetuadas pelo investigador e o registo áudio da aula. Estes dados em bruto materializaram-se, posteriormente, sob a forma de uma narrativa detalhada dos acontecimentos mais relevantes ocorridos na sala de aula – os diários de aula. Estes constituíram o principal método de registo de dados e, simultaneamente, uma estratégia de reflexão e modelação do processo de ensino-aprendizagem (Sá, 2002b; Zabalza, 2004).

A aula, como unidade de análise referencial representada no diário de aula, é composta por uma sequência de momentos de aprendizagem que correspondem a unidades de análise mais particulares. Cada unidade de análise é portadora de um sentido específico que a distingue de outras unidades – *unidade de significado* (Ratner, 2002), no processo evolutivo e interativo de construção dos significados científicos. Em cada diário começámos por identificar a sequência de unidades de significado. Em seguida, procedeu-se à análise interpretativa do significado de cada unidade identificada e à definição do seu tema central, com base nessa análise.

Resultados

É com base na análise interpretativa de conteúdo de um desses diários que se descreve e interpreta o processo de construção de significados, sobre a dissolução de materiais sólidos em água.

Análise interpretativa do conteúdo do diário de aula

Em pequenos grupos colaborativos, os alunos investigam a dissolução dos materiais em água. Começam por elaborar e testar experimentalmente as suas previsões. Observam que os materiais interagem de maneira diferente com a água: uns sofrem transformações e outros permanecem na sua forma inicial. Os significados emergentes são sujeitos à apreciação crítica por parte da turma, através de um processo de reflexão e discussão coletiva, estimulado e sustentado pelo “questionamento reflexivo” do professor (Sá & Varela, 2004). Os significados construídos são mobilizados e aplicados a outros materiais solúveis e insolúveis em água.

A aula inicia-se com a seguinte questão:

A. O que irá acontecer se colocarmos um pouco de areia num copo com água?

A₁. Previsões acerca do comportamento da areia na água. Excerto do diário:

Vários alunos exprimem as seguintes ideias: *A areia fica molhada; vai ao fundo; cai ao deitar no copo; a areia é branquinha e quando se mete na água fica mais escura.* As questões do investigador focalizam a atenção das crianças na possibilidade de a areia, depois de agitada dentro do copo com água, se continuar a ver ou não, como era antes. Em geral preveem que a areia continuará a ver-se no fundo do copo: *sim (vários); sim, mas fica espalhada no fundo do copo* (Mafalda; 6,4 anos).

As previsões *a areia fica molhada, vai ao fundo e cai ao deitar no copo* põem em evidência uma situação muito corrente no ensino: a discrepância entre o professor e os alunos quanto ao propósito de uma atividade ou questão. Outras respostas dos alunos exprimem a previsão de que a areia continuará visível dentro da água. Ao ser reformulada a questão, ninguém exprime a ideia de que a areia deixa de se ver.

A₂. Elaboração de um plano simplificado. Excerto do diário:

O que deveremos fazer para ver se as vossas opiniões estão corretas? – pergunto. *Temos que ter um copo transparente para se ver* (Filipa; 6,2 anos); *põe-se um copo com água e depois põe-se lá a areia e mexe-se* (Pedro; 6,3 anos); *e depois mexe-se* (Gabriel; 6,3 anos); *temos que ter um “coiso” para mexer* (Susana; 6,6 anos); *pode ser uma colher* (Mafalda); *um lápis também dá* (Júlia; 6,7 anos).

No plano construído coletivamente estão presentes os seguintes elementos: i) material: copo transparente, com água, areia e colher; ii) procedimentos: deitar a areia no copo e agitar; iii) observar (“para se ver”). O discurso dos alunos, ao invés de egocêntrico, revela uma efetiva comunicação. Cada aluno reafirma, de forma implícita ou explícita, a ideia anteriormente expressa por outro aluno, e intervém num dos seguintes sentidos: i) dar à ideia anterior uma formulação mais elaborada; ii) complementar a ideia anterior com novos elementos a integrar no plano.

A₃. Em grupo, os alunos executam os procedimentos práticos e realizam observações.

A visibilidade da areia parece ser tomada como óbvia e, talvez por isso, as observações incidem preferencialmente sobre algo mais relevante, em termos percetivos: a sujidade da água. Quando a areia se imobiliza alguns alunos sublinham a visibilidade da areia no fundo do copo.

B. O que irá acontecer se colocarmos agora um pouco de açúcar num copo também com água?**B₁. Previsões acerca do comportamento do açúcar na água.**

A previsão dominante é que o açúcar vai deixar de se ver. Na discussão há uma aluna que revê uma ideia inicial e apresenta uma teoria criativa e elaborada: *O açúcar vai desfazer-se devagarinho e depois como a cor é parecida com a água ficava depois tudo igual* (Mafalda; 6,4 anos).

B₂. Os grupos realizam a atividade experimental. Excerto do diário:

Aos grupos é distribuído mais um copo, água e um pouco de açúcar. As crianças realizam com bastante empenho e autonomia a atividade. O confronto entre as previsões e a evidência provoca em algumas reações de contentamento e noutras de surpresa. No interior dos grupos ouvem-se comentários acerca do desaparecimento do açúcar: *o nosso açúcar desapareceu* (G. Pedro). *Desapareceu* (outros grupos).

Perante a evidência experimental, a linguagem a que as crianças recorrem de forma espontânea é que *o açúcar desapareceu*, apesar de o investigador-professor colocar as questões em termos da possibilidade de o açúcar *se ver* ou *deixar de se ver*. A palavra *desaparecer*, utilizada pelas crianças, pode ter diferentes significados: deixar de existir ou permanecer no líquido de forma não visível.

C. Dissolução do açúcar com noção de conservação**C₁. Nível 1**

O desaparecimento do açúcar significa para alguns que deixou de existir no interior do copo com água. Para outros, o açúcar apenas deixou de se ver, encontrando-se disperso na água. Depois da discussão, é claramente maioritária a ideia de que o açúcar permanece dentro do copo (61.1% vs 38.9%). Os alunos que não têm noção de conservação afirmam que o açúcar não está no recipiente, porém, quando questionados, assumem desconhecer o seu destino¹.

C₂. Nível 2

Depois de provarem a água açucarada, nenhum aluno reafirma a inexistência do açúcar². A Mafalda expõe a teoria já antes apresentada, numa forma mais elaborada: *o açúcar está espalhado, mas ainda está lá. Só que como o açúcar ficou em coisinhos muito pequeninas não se conseguem ver porque a cor é muita parecida, esses coisinhos pequeninhos espalham-se por todo o lado e não se conseguem ver bem*. A concepção atomística e invisível do açúcar dissolvido (Piaget & Inhelder, 1971), alicerçada na divisibilidade (*o açúcar ficou em coisinhos muito pequeninas*) e na dispersão no interior da água (*espalham-se por todo o lado*), conferem maior inteligibilidade à noção de conservação da matéria. Esta concepção é apresentada à apreciação colectiva da turma.

D. Solúvel e insolúvel**D₁. Nível 1**

São introduzidos os termos *solúvel e insolúvel*. Os alunos, em interacção de pequeno grupo e com o investigador-professor, são estimulados a reflectir sobre o significado dos termos aplicados ao açúcar e à areia, respectivamente. Nas respostas a sucessivas questões que vão sendo formuladas, estão presentes os seguintes atributos:

¹ Segundo Piaget e Inhelder (1971), a ausência do açúcar do campo perceptivo da criança opõe-se a qualquer dedução lógica ou experiência de raciocínio. Para a percepção imediata das crianças é tão evidente a aniquilação do açúcar ou o seu completo desaparecimento material, enquanto substância, que não existe mais nada no interior do copo susceptível de explicação. Surge desinteresse pelo fenómeno e, conseqüente, ausência de explicações para esse desaparecimento.

² Tal facto pode dever-se à inibição face ao clima geral contrário a essa ideia.

- *Solúvel*: o açúcar depois de agitado na água deixa de se ver, porque: i) se espalhou; ii) se desfez em fragmentos que ficam escondidos na água; iii) fica da cor da água.
- *Insolúvel*: a areia depois de agitada na água continua a ver-se e fica no fundo.

D₂. *Nível 2*

Os grupos classificam outros materiais de acordo com o critério solúvel/insolúvel em água. Há consenso nos conjuntos formados: i) pedra, arroz e plasticina – materiais insolúveis; ii) sal – material solúvel. As evidências produzidas pelos grupos são concordantes com as previsões.

D₃. *Nível 3*. Excerto do diário:

Depois da reflexão em grupo, os grupos apresentam oralmente as seguintes explicações, através de um porta-voz:

Grupo 1: *o sal é solúvel, porque separou-se em pedacinhos pequeninos e depois ficou todo na água e não se vê. Os outros são insolúveis, porque vêem-se na mesma.*

[...]

Grupo 4: *o sal desapareceu e os outros não. Pergunto-lhes se querem dizer que saiu do copo. - Não, fomos nós que mexemos e depois ficou muito pequenino e ficou dentro da água; espalhou-se por todo o lado da água, é solúvel; Os outros ficaram na mesma, a ver-se no fundo, são insolúveis...; a pedra não mudou de forma.*

Grupo 5: *o sal é solúvel, porque desfez-se em coisinhos pequeninos e depois espalhou-se por todo o lado e para o meio e agora não se vê; A pedra, o arroz e a plasticina são insolúveis, porque não se espalharam como o sal e ficaram na mesma a ver-se no fundo.*

A visão atomística da dissolução do sal, baseada na divisibilidade e dispersão, é agora partilhada por todos os grupos. A comunicação dos alunos é fluente, contrariamente ao processo pedagógico do nível 1. Os atributos de solubilidade são aplicados, pela negativa, aos materiais insolúveis, o que não acontecia antes. As novas evidências e a consequente discussão-reflexão nos grupos enriqueceram os significados dos termos *solúvel* e *insolúvel*, e promoveram um modelo para o fenómeno de dissolução.

As aprendizagens individuais dos alunos

Os dados recolhidos no diário de aula, reportam-se aos significados explicitados por uma amostra de sujeitos no decurso do processo de aprendizagem. O conhecimento dos resultados do processo experimental e socioconstrutivista, em termos das aprendizagens individuais dos alunos, requer a utilização de métodos de avaliação individual. Assim, dois meses após a aula, foi incluída num teste de avaliação a seguinte questão:

Quadro 1: Questão de avaliação dos significados construídos pelos alunos.

Assinala com uma cruz (X) a resposta que completa corretamente a frase.

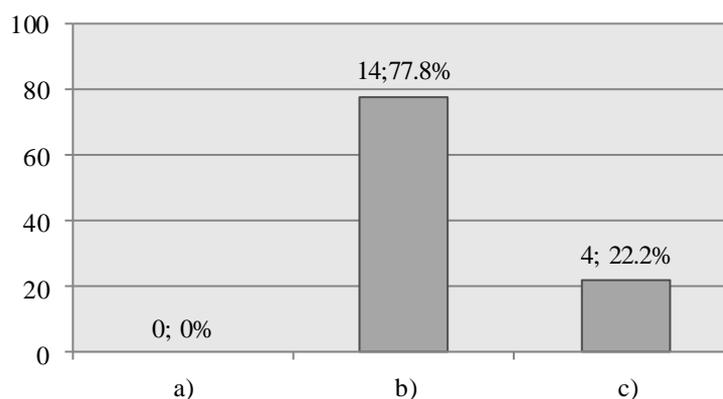
Um sólido é solúvel, porque....

a) *desaparece e deixa de estar na água.*

b) *desfaz-se em pedacinhos muito pequeninos que não se veem.*

c) *continua a ver-se no fundo do copo, como a areia.*

Em gráfico de barras apresenta-se o número e percentagem de respostas assinaladas em cada item.

Gráfico 1: Número e percentagem de respostas assinaladas em cada item da questão de avaliação.

Verifica-se que uma larga maioria dos alunos (77.8%) desenvolveu para o fenómeno de dissolução um modelo de fragmentação do material em partículas, que se dispersam no líquido, tornando-se invisíveis. O termo “solúvel” aplica-se a esses materiais. Tal modelo é concomitante com a noção de conservação da matéria: nenhuma criança assinalou como correto o item a), apesar de aquela ideia ter sido explicitada, na fase inicial da aula, por 7 crianças (38.9%). Tratando-se de dados recolhidos 2 meses após o ensino, essas aprendizagens mostram-se perduráveis no tempo. Tal facto revela que as aprendizagens realizadas pelos alunos foram significativas e, atendendo ao carácter dinâmico do processo construtivo de significados, o seu alcance e profundidade só se manifestam ao fim de algum tempo (Coll & Martín, 2001).

Considerações finais

O desenvolvimento da noção de que o açúcar e o sal se conservam, após a dissolução, sob a forma de pequenas partículas invisíveis, dispersas por toda a água, é uma aquisição que, segundo Piaget e Inhelder (1971), só seria alcançável por volta dos 8/10 anos, em média. É somente nesta altura que ocorrem, segundo os autores, explicações de natureza atomística (*primórdios do atomismo*), sendo estas resultantes dos esquemas operatórios que conduzem à conservação.

Face aos resultados apresentados, podemos concluir que a maioria das crianças participantes nesta prática de ensino, com uma idade média 6,25 anos, desenvolveu aquela aquisição cognitiva e conceptual. Em concordância com Davydove e Zinchenko (1995), reafirmamos uma visão crítica das práticas educacionais inferidas, subordinadas e adaptadas ao curso do desenvolvimento das crianças, o que têm dado lugar a uma insuficiente exploração dos saberes disciplinares bem como do potencial de desenvolvimento das crianças (Varela & Sá, 2012).

No processo de ensino-aprendizagem analisado, a ação do investigador-professor e os significados mais evoluídos dos alunos, sustentaram e direcionaram a atividade cognitiva conjunta, permitindo que os mais atrasados fizessem novas reconstruções e aproximações aos significados mais evoluídos emergentes na turma, passando estes a ser partilhados por um número crescente de alunos. A aprendizagem como processo social, parte do plano interpsicológico, entre as crianças, para o plano intrapsicológico, dentro da criança (Vygotsky, 1987). Concebida segundo esta perspectiva, a aprendizagem é um fator de desenvolvimento, favorecendo aprendizagens conceptuais que o nível de desenvolvimento de partida faria supor não serem possíveis.

Referências

- Aleixandre, J. M. P (2003). Comunicación Y lenguaje. In J. M. P. ALEIXANDRE (Ed.), *Enseñar ciencias* (pp. 55-71). Barcelona: Editorial Graó.
- Chin, C. (2006). Classroom Interaction in Science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1315-1346.
- Cleary, T. J. & Zimmerman, B. J. (2004). Self-regulation empowerment program: a school-based program to enhance self-regulated and self-motivated cycles of student learning. *Psychology in the Schools*, 41(5), 537-550.
- Coll, C. & Martín, E. (2001). A avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista. In C. COLL *et al.* (Ed.), *O construtivismo na sala de aula. Novas perspectivas para a acção pedagógica* (pp. 196-215). Porto: Edições ASA.
- Costa, F. (2006). As actividades práticas na educação em ciência: uma oportunidade perdida? In G. Hamido; H. Luís; M. C. Roldão & R. Marques (Eds.), *Transversalidade em educação e em saúde* (pp. 31-38). Porto: Porto Editora.
- Davydov, V. V. & Zinchenko, V. P. (1995). A contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da psicologia. In: H. DANIELS, (Org.) *Vygotsky em foco: Pressupostos e Desdobramentos* (pp. 151-167). São Paulo: Papirus Editora,.
- Domínguez, M. A. & Stipcich, M. S. (2009). Buscando indicadores de la negociación de significados en clases de Ciencias Naturales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 539-551. Acesso em 23 jun., 2010, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. C. WITTRICK (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 119-161). New York, NY: Macmillan.
- Eshach, H., & Fried M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Guba, E. G. & Lincoln, Y. S. (2000). Competing Paradigms in Qualitative Research. In N. DENZIN, & Y. LINCOLN (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105-117). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. (3ª reimpressão da 2ª edição completamente atualizada). Madrid: Ediciones Morata.
- Ibáñez, V. E. & Alemany, I. G. (2005). La interacción y la regulación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la clase de ciencias: análisis de una experiencia. *Enseñanza de Las Ciencias*, 23(1), 97-110.
- Kawalkar, A. & Vijapurkar, J. (2011). Scaffolding Science Talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2011.604684.
- ME - Ministério da Educação (2004). *Organização Curricular e programas Ensino Básico – 1º Ciclo*. Mem Martins. M. E. – DEB.
- Molenaar, I.; van Boxtel, C. A. & Slegers, P. J. C. (2011). Metacognitive scaffolding in an innovative learning arrangement. *Instructional Science*, 39, 785-803.

- Naylor, S.; Keogh, B. & Downing, B. (2007). Argumentation and Primary Science. *Research in Science Education*, 37, 17-39.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1971). *O Desenvolvimento das Quantidades Físicas na Criança*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Porlán, R. (1998). *Constructivismo y escuela: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada Editora S. L..
- Ratner, C. (2002). Subjectivity and Objectivity in Qualitative Methodology. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 3(3). Acesso em 30 mar., 2008, <http://www.qualitative-research.net/fqs/fqs-eng.htm>
- Rivard, L. P. & Straw, S. B. (2000). The Effect of Talk and Writing on Learning Science: An Exploratory Study. *Science Education*, 84, 566–593.
- Roldão, M. C. (2003). *Gestão do Currículo e Avaliação de Competências. As questões dos professores*. Barcarena: Editorial Presença.
- Sá, J. & Varela, P. (2004). *Crianças Aprendem a Pensar Ciências: uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J. & Varela, P. (2007). *Das Ciências Experimentais à Literacia: Uma proposta didáctica para o 1º ciclo*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J. (2002a). *Renovar as Práticas no 1º Ciclo Pela Via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J. (2002b). Diary Writing: An Interpretative Research Method of Teaching and Learning. *Educational Research and Evaluation*, 8(2), 149-168.
- Silva, A. L. (2004). A auto-regulação na aprendizagem. A demarcação de um campo de estudo e de intervenção. In A. L. SILVA, (Ed.) *Aprendizagem Auto-Regulada pelo Estudante: Perspectivas psicológicas e educacionais* (pp.18-39). Porto: Porto Editora.
- Varela, P. & Sá, J. (2012). Ensino Experimental Reflexivo das Ciências: uma visão crítica da perspectiva piagetiana sobre o desenvolvimento do conceito de ser vivo. *Investigações em Ensino de Ciências*. 17(3), pp. 547-569.
- Varela, P. (2012). *Experimental Science Teaching in Primary School: Reflective Construction of Meanings and Promotion of Transversal Skills*. Saarbrücken, Germany: Lap Lambert Academic Publishing.
- Vygotsky, L. S. (1987). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes Editora.
- Zabalza, M. A. (2004). *Diarios de clase: un instrumento de investigación*. Madrid: Narcea.
- Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de Las Ciencias*, 24(2), 157-172.