

ENSINO EXPERIMENTAL REFLEXIVO DAS CIÊNCIAS: UMA VISÃO CRÍTICA DA PERSPECTIVA PIAGETIANA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE SER VIVO

(Experimental reflective science teaching: a critical view of the Piagetian perspective on the development of the concept of living being)

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

Neste artigo apresenta-se o processo de elaboração de um guia de ensino-aprendizagem sobre o estudo dos seres vivos, a sua implementação em sala de aula, a análise do processo de construção do significado de “ser vivo” pelos alunos e a avaliação das suas aprendizagens. O guia tem subjacente uma prática de Ensino Experimental Reflexivo das Ciências (EERC) e foi implementado em três turmas do 1º ano de escolaridade ($n=64$). A análise do processo de ensino-aprendizagem ocorrido nas turmas incide nos diários de aulas, elaborados na sequência da observação participante em contexto de sala de aula, e procura: a) identificar as ideias espontâneas dos alunos sobre o significado de ser vivo; b) promover a (re)construção de um novo significado de ser vivo; c) avaliar, por contraste com um grupo de controle ($n=64$), o efeito específico da prática de ensino nas aprendizagens dos alunos. Os resultados evidenciam que a maioria dos alunos do grupo experimental, com uma média de 6,5 anos de idade, não foi capaz de desenvolver um significado de ser vivo, como parte integrante de uma estrutura conceitual complexa. Porém, uma parte significativa do grupo experimental desenvolveu, por via da intervenção, um significado de ser vivo bem para além do que é proposto no 4º estágio de desenvolvimento piagetiano, previsto para a idade de 11/12 anos e segundo o qual a vida é reservada aos animais, ou aos animais e plantas.

Palavras-chave: experimental; reflexivo; colaborativo; construção de significados.

Abstract

This paper presents the process of preparing a guide for teaching and learning about the study of “living beings”, its implementation in the classroom, the analysis of the construction of the meaning of “living being” by students, and the assessment of their learning. The practice of Experimental Reflective Science Teaching underlies the elaboration of this guide, which was implemented in three 1st grade classes ($n=64$). The analysis of the process of teaching and learning occurred in class is centered on the class diaries, which were produced as a result of participant observation in the context of the classroom, and it seeks to: a) identify the students' spontaneous ideas about the meaning of “living being”; b) to promote the (re)construction of a new meaning of “living being”; c) to assess, in contrast to a control group ($n=64$), the specific effect of this teaching practice in student learning. The results have shown that most students in the experimental group, with an average age of 6.5 years, had not been able to develop a meaning of “living being”, as part of a complex conceptual framework. However, through the intervention, a significant part of the experimental group developed a meaning of “living being” which is well beyond that proposed by the 4th Piagetian stage of development, scheduled for the age of 11/12 years, and according to which life is reserved for animals, or for animals and plants.

Keywords: experimental; reflective; collaborative; construction of meanings.

Introdução

Este artigo resulta de um projeto de investigação, *Ensino Experimental: aprender a pensar*, desenvolvido numa escola do 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB), situada na periferia da cidade de Braga, Portugal. Um dos seus objetivos foi conceber e testar na sala de aula instrumentos de apoio ao professor e ao processo de formação, para promover o ensino das ciências experimentais da área curricular de Estudo do Meio do 1º CEB. Esses instrumentos, que assumem o caráter de guias de ensino-aprendizagem para o professor, veiculam uma prática de Ensino Experimental Reflexivo das Ciências – EERC (Sá & Varela, 2007).

A construção dos guias de ensino surge na sequência de vários anos de colaboração investigativa com professores do 1º CEB e de uma longa experiência de formação inicial e contínua de professores. A experiência acumulada tem-nos permitido concluir que os professores, desse nível de ensino, possuem insuficientes conhecimentos didáticos e científicos, para promoverem o ensino experimental das ciências nos primeiros anos de escolaridade. Os limitados conhecimentos, nesses domínios, geram nos professores um sentimento de insegurança ou de falta de confiança para ensinar ciências às crianças. O desenvolvimento dessa confiança, ao nível científico e didático, deve começar com a orientação de atividades letivas planificadas por formadores de reconhecido mérito, com um percurso de investigação sobre os processos de ensino-aprendizagem, em contexto de sala de aula. Num segundo momento, os professores ou futuros professores deverão então elaborar os seus próprios planos de atividades letivas, sob a supervisão do formador e, em seguida, implementar essas atividades com os seus alunos e, de novo, sob orientação do formador, proceder-se à reflexão e avaliação desse desempenho. A partir dessa experiência formativa, os professores poderão mais facilmente trilhar um percurso de desenvolvimento profissional em direção à autonomia (Sá, 1996, Sá & Varela, 2007).

Neste artigo iremos, assim, apresentar, o processo de elaboração de um desses guias, o que aborda o estudo dos seres vivos, a sua implementação em sala de aula, a análise do processo de construção do significado de “ser vivo” pelos alunos e a avaliação das suas aprendizagens.

Ensino Experimental Reflexivo das Ciências: a abordagem pedagógica contemplada nos guias

Os guias de ensino-aprendizagem incorporam uma prática de Ensino Experimental Reflexivo das Ciências. O EERC coloca grande ênfase na estimulação de competências de pensamento reflexivo do aluno, integrando e potenciando de forma interdependente o desenvolvimento de processos cognitivos e a compreensão conceitual (Miras, 2001; Sá, 2002; Zohar, 2006; Harlen, 2007). A aprendizagem assume 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. Estas, quando explicitadas no contexto social de sala de aula, são sujeitas a um processo generativo e (re)construtivo de novos significados com maior poder explicativo dos fenômenos físico-naturais (Sá, 2002; Harlen, 2007). 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 fenômenos da realidade, um conhecimento escolar socializado e compartilhado através de processos de mudança e evolução conceitual” (Porlán, 1998, p.101).

No EERC o aluno confronta as suas ideias e expectativas com as evidências, tornando-se gradualmente competente no processo de coordenação das teorias pessoais com as evidências experimentais que produz (Kuhn, *et al.*, 1988). Todavia, a perspectiva de coordenação e conformidade de novas teorias com o mundo físico-natural difere de sujeito para sujeito (Charpack, 2005). Por isso, os significados construídos são objeto de discussão e reflexão conjunta, em

pequeno e grande grupo, para que a seleção crítica e a negociação coletiva conduzam a significados de nível superior, partilhados por um crescente número de alunos (Naylor, *et al.*, 2007; Domínguez & Stipcich, 2009). É no processo de interação social que as diferentes versões e níveis de evolução conceitual dos alunos são confrontados, negociados e reconstruídos e é nesse processo interativo que vão sendo definidos e depurados os diversos significados (Candela, 1999). O EERC confere, assim, particular importância aos contextos colaborativos de aprendizagem, facilitadores do aparecimento e intercâmbio de diferentes significados e interpretações explicativas das diversas situações de aprendizagem (Palincsar & Herrenkohl, 2002; Larkin, 2006). Trata-se de promover espaços de mediação, negociação e regulação coletiva, entre os alunos e o professor, que propiciam a partilha e a defesa de ideias. A discussão que se gera pela exteriorização do pensamento dos alunos, sob a influência conjunta dos seus pares e da ação do professor, possibilita a tomada de consciência sobre as suas próprias ideias e as ideias dos outros, emergentes no grupo turma (Larkin, 2006; Varela, 2012), assim como estimula a necessidade de as reverem e/ou modificarem (Volet, *et al.*, 2009; Domínguez & Stipcich, 2009). Desse modo, não só partilham e avaliam criticamente as diversas explicações e justificações surgidas no interior dos grupos ou na turma, como também aprendem, pela ação dos outros, a monitorizar e a autorregular o seu próprio pensamento (Larkin, 2006).

Esta intensa atividade sociocognitiva é fator de estruturação e regulação do pensamento e da ação individual e conjunta dos alunos (Volet *et al.* 2009), fazendo emergir a necessidade de observações mais apuradas das evidências, de repetição de procedimentos e estratégias, de reavaliação das suas ideias e argumentos, de uma melhor consideração dos diferentes pontos de vista. Tudo isto induz nos alunos competências metacognitivas e de autorregulação (Ibáñez & Alemany, 2005; Larkin, 2006). que favorecem elevado grau de transferência das aprendizagens (Georghiades, 2006) e a autonomia dos alunos (González, & Escudero, 2007). De individuais e idiossincráticos, os significados explicitados, refletidos, contraditados e negociados dão origem a um menor número de significados, agora enriquecidos e partilhados por grande número de alunos (Sá & Varela, 2007).

Em estreita relação com o anterior, o EERC confere especial importância ao papel da linguagem oral, como instrumento de comunicação e construção conjunta dos significados científicos (Català & Vilà, 2002; Aleixandre, 2003; Maloney & Simon, 2006). 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 (Bruer, 1995). Criar nos alunos o hábito regular de escrever, a propósito das atividades experimentais, é dar continuidade ao processo reflexivo e é promover no aluno o mais elevado grau de aprendizagem que está ao seu alcance, em cada tópico objeto de estudo.

O EERC implica renovados papéis dos alunos e dos professores. Nesta prática de ensino, os alunos:

- Explicitam as suas ideias e modos de pensar sobre questões, problemas e fenômenos.
- Argumentam e contra-argumentam entre si e com o adulto quanto ao fundamento das suas ideias, em contexto de pequeno e grande grupo.
- Submetem as ideias e teorias pessoais à prova da evidência, com recurso aos processos científicos.
- 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.

- Avaliam criticamente o grau de conformidade das suas teorias, expectativas e previsões com as evidências.
- Negociam as diferentes perspectivas pessoais emergentes na turma, tendo em vista a construção de significados socialmente partilhados (Sá, 2002; Sá & Varela, 2007).

O professor, por seu lado, assume um papel bastante ativo, reflexivo e de forte intencionalidade pedagógica na:

- interpretação das ações realizadas pelos alunos e dos significados que vão sendo gerados e reconstruídos em sala de aula, de modo a regular e realimentar a atividade mental construtiva dos alunos;
- 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;
- promoção da participação ativa dos alunos, fornecendo o estímulo necessário à verbalização, à ação e à reflexão dos alunos. Para isso, valoriza e promove a discussão em torno das intervenções dos alunos, num ambiente de colaboração, responsabilização e liberdade de comunicação;
- estimulação do pensamento e ação dos alunos, através de um contínuo e recorrente questionamento reflexivo. Este questionamento vai fornecendo, em cada momento, a ajuda adequada às necessidades sentidas pelos alunos e promovendo neles a capacidade de escalarem níveis de cognição e aprendizagem progressivamente mais elevados (Rojas-Drummond & Mercer, 2003; Chin, 2006; Molenaar, *et al.*, 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

A intencionalidade pedagógica do guia de ensino-aprendizagem, que será objeto de intervenção na sala de aula, está patente no seguinte conjunto de questões, que consubstanciam o problema relativo ao estudo dos seres vivos, por parte dos alunos:

- a) Que ideias espontâneas têm os alunos do 1º ano de escolaridade sobre a expressão “ser vivo”?
- b) Poderão os alunos reconstruir um novo significado de “ser vivo” (conceito curricular), por via de um pensamento reflexivo, mobilizador dos significados que já possuem da sua experiência de vida?
- c) Em que medida o estudo experimental da germinação de uma semente é interpretado com recurso aos atributos gerais de ser vivo, e contribui para o desenvolvimento deste conceito?
- d) Serão os alunos, com uma média de 6,5 anos de idade, capazes de, na continuidade da abordagem experimental reflexiva a que vêm sendo submetidos, desenvolver um significado de ser vivo como parte integrante de uma estrutura conceitual complexa e transpor o estágio de desenvolvimento do conceito que Piaget identificou para esta faixa etária?

Metodologia

Na metodologia são consideradas duas dimensões distintas: a) de intervenção que contempla a concepção do guia e implementação, em sala de aula, do processo de ensino-aprendizagem; b) de recolha e análise de dados no decurso das várias fases de intervenção.

A metodologia de intervenção

A intervenção relativa ao estudo dos seres vivos decorreu numa altura em que os alunos já tinham beneficiado de 24 horas de EERC. No caso particular do estudo dos seres vivos foi introduzida uma dimensão *quasi-experimental*, através da qual se procedeu ao contraste do grupo experimental – GE ($n=64$) com um grupo de controle – GC ($n=64$), em termos dos resultados obtidos num teste de significados sobre “seres vivos”. Ambos os grupos, o experimental e o de controle, eram formados por 3 turmas de alunos do 1º ano de escolaridade de uma mesma escola situada na periferia da cidade de Braga – Portugal, com idades médias ($\bar{X}_{GE} = 6.5$ e $\bar{X}_{GC} = 6.6$), gênero ($\bar{X}_{r1} = 64.86$; $\bar{X}_{r2} = 65.14$; $p = 0.961$) e níveis socioeducativos dos agregados familiares similares ($\bar{X}_{r1} = 65.18$; $\bar{X}_{r2} = 64.83$; $p = 0.952$). As turmas pertencentes ao GC foram sujeitas a um processo de ensino tradicional, na abordagem do tópico curricular relativo aos seres vivos, que enfatiza a transmissão e memorização da informação, sustentada pelos desenhos de objetos, animais e plantas contidos no manual escolar.

Concepção e planificação do guia de ensino-aprendizagem

Foi elaborado um guia de ensino-aprendizagem, que se baseia numa hipótese de evolução conceitual do significado de “ser vivo”, em contexto de ensino-aprendizagem. Numa segunda fase, o guia foi objeto de discussão e reflexão, em seminário com 21 professores do 1º CEB. Na sequência do seminário, foram introduzidas algumas alterações ao guia, sendo posteriormente implementado nas 3 turmas do 1º ano de escolaridade do GE ($n=64$). A avaliação dessas intervenções pedagógicas implementadas nas turmas permitiu dar ao guia a sua versão final.

A hipótese curricular sobre o desenvolvimento do significado de ser vivo proposta no guia

Tendo por referência estudos sobre o desenvolvimento do conceito de “ser vivo” nas crianças (Piaget, 1997; Bell & Barker, 1982; Gelman & Spelke 1983; Freitas, 1989; Bell & Freyberg, 1999; Santos, 1998) e considerando a nossa experiência de ensinar ciências às crianças, formulamos uma hipótese de evolução conceitual, em contexto de aprendizagem, que prevê um processo de desenvolvimento do significado de “ser vivo” em três fases:

- Fase 1: os seres vivos são identificados a animais de grande/médio porte, com patas, como membros de locomoção, e que vivem em solo firme;
- Fase 2: alarga-se o espectro de animais que se identificam com a categoria de “seres vivos”, passando a ser considerado ser vivo qualquer animal visível a olho nu, independentemente do modo de locomoção e habitat;
- Fase 3: os atributos do conceito curricular de ser vivo, “nascem, crescem, reproduzem-se e morrem” são abstraídos da categoria de animais e tornam-se extensivos às plantas, passando estas a ser também parte

integrante da categoria de seres vivos.

Em concordância com Gelman e Spelka (1983) e Freitas (1989), o desenvolvimento espontâneo do conceito de ser vivo é consequência de uma busca de significado para a expressão “ser vivo”. Esse processo é mediado pelas experiências do cotidiano e pela natureza dos contextos em que essa expressão é utilizada na linguagem corrente (Carrascosa, 2005; Pozo & Crespo, 2006). A hipótese evolutiva anterior, acerca do significado de “ser vivo”, em contexto de aprendizagem, embora tenha em consideração o “movimento”, como importante fator no desenvolvimento espontâneo do conceito, não acolhe a tese piagetiana, que prevê a seguinte sequência invariável de estágios de desenvolvimento do conceito de ser vivo: 1º estágio (até os 6/7 anos) – a criança considera “como vivo tudo o que tem uma atividade, uma função ou utilidade”; 2º estágio (6/8 anos) – “a vida é definida pelo movimento, sendo considerado todo o movimento como contendo uma parte de espontaneidade”; 3º estágio (8/10 anos) – “a vida é assimilada ao movimento próprio”; 4º estágio (11/12 anos) – “a vida é reservada aos animais, ou aos animais e plantas” (Piaget, 1997, p. 171-172).

O guia de ensino-aprendizagem tem como finalidade que os alunos reconheçam os atributos clássicos de ser vivo – “nascem, crescem, reproduzem-se e morrem”, na perspectiva da compreensão de um conceito como parte integrante de uma estrutura complexa de conceitos interrelacionados (Ausubel *et al*, 1980; Vygotsky, 1987; Pozo & Crespo, 2006): ao conceito de ser vivo subordinam-se os conceitos de animal e planta, incluindo-se no grupo dos animais, o caso particular do Homem.

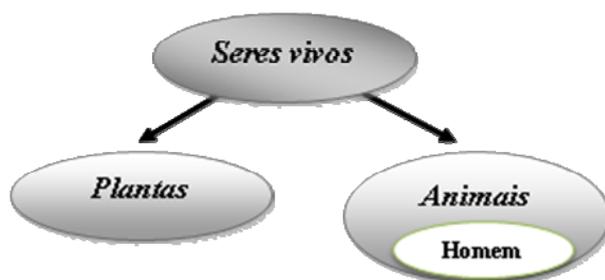


Figura 1- Estrutura conceitual do conceito de ser vivo a desenvolver nos alunos do 1º ano de escolaridade.

A hipótese de evolução conceitual apresentada, quanto ao conceito de ser vivo, vai muito para além do que prevê o currículo oficial português para o 1º ano de escolaridade (ME, 2004) e do que está contemplado nos manuais escolares de Estudo do Meio. No currículo oficial constam formulações como: “Criar animais e cultivar plantas...”; “Reconhecer alguns cuidados a ter com as plantas e os animais”; “Reconhecer manifestações da vida vegetal e animal” (ME, 2004, p. 115). Não se chega a problematizar o significado de “*ser vivo*”, em termos de uma generalização. Porém, as potencialidades que reconhecemos a um processo de ensino-aprendizagem experimental reflexivo das ciências levam-nos a estabelecer os objetivos ambiciosos daquela hipótese curricular, logo no 1º ano de escolaridade. Sustentamos que a abordagem experimental reflexivo, na continuidade do treino a que os alunos vem sendo submetidos, permitirá que crianças de 6/7 anos transponham o estágio de desenvolvimento do conceito de ser vivo, que Piaget identificou para esta faixa etária. Ao invés da tradicional perspectiva curricular que estabelece objetivos ajustados a estruturas cognitivas já maduras, entendemos, de acordo com Vygotsky (1987), que os objetivos de aprendizagem escolar devem situar-se à frente do nível de desenvolvimento dos alunos, orientando-se para funções em amadurecimento e desse modo a aprendizagem torna-se fator de desenvolvimento cognitivo.

O seminário com os professores

A versão inicial do guia de ensino-aprendizagem foi distribuído por 21 professores, e uma semana depois, realizou-se o seminário com os mesmos. Antes de se iniciar a reflexão sobre o guia de ensino-aprendizagem, os professores foram orientados na realização de algumas das atividades experimentais previstas no guia. Este processo, para além do aspecto formativo, proporcionou também uma base mais sólida de reflexão e discussão sobre a estrutura, o conteúdo e a filosofia do guia de ensino-aprendizagem. Foram registadas as contribuições dos professores consideradas relevantes e introduziram-se as reformulações correspondentes.

Intervenção na sala de aula

Após a reformulação do guia de ensino-aprendizagem, decorrente do seminário com os professores, seguiu-se a sua implementação. Dois dos elementos da equipe de investigação foram os principais agentes da intervenção, conduzida nas 3 turmas do 1º ano de escolaridade do GE ($n=64$), assumindo os professores das turmas uma ação de colaboração com os investigadores no processo de ensino-aprendizagem. Os agentes da intervenção, já bastante treinados, conduziram a intervenção sobre o estudo dos seres vivos ao longo de 3 períodos de 1h e 30 min, 2 h e 1h e 30 min. Foram escritos os diários de aula correspondentes às intervenções ocorridas em 2 das 3 turmas do GE.

Recolha de dados

Foram utilizados como métodos de recolha de dados os diários de aula e um teste de avaliação com quatro itens, verdadeiro (V) e falso (F), sobre o(s) significado(s) de “ser vivo”. Logo após cada aula, escrevia-se o diário de aula, para se tirar partido da recordação ainda fresca dos acontecimentos, tendo por base os registos feitos na própria aula e utilizando o guia de ensino-aprendizagem, como suporte de memória para fazer a reconstituição da aula.

O teste de avaliação foi aplicado às 3 turmas do GE ($n=64$), em dois momentos diferentes, logo após a intervenção e 5 meses depois. Foi ainda aplicado às 3 turmas do GC ($n=64$), em simultâneo com o 2º momento de aplicação no GE. Esta opção de aplicar somente o teste no 2º momento aos dois grupos prendeu-se com o fato de a construção de significados ser um processo dinâmico e evolutivo e, como tal, a avaliação desses significados deve atender à dinâmica interna desse processo e à sua dimensão temporal (Coll & Martín, 2001). É, pois, ao fim de algum tempo que essas aprendizagens adquirem um maior alcance e profundidade, sendo nessa altura mais fiável avaliar, por contraste com o GC, o efeito da intervenção nas aprendizagens realizadas pelos alunos do GE, ou seja, proceder-se à comparação entre as aprendizagens realizadas por via de uma prática que promove a construção do conhecimento, por parte dos alunos, e outra que enfatiza a memorização do conhecimento.

Foram comparados os resultados obtidos no GE no 1º momento e no 2º momento, para se avaliar o grau de retenção da aprendizagem, tendo em conta o caráter regressivo das concepções alternativas (Driver *et al.*, 1999). Foram ainda comparados os resultados do GE, no 2º momento, com os do GC, a fim de se avaliar o efeito específico da intervenção realizada nas turmas do GE. Sendo os dois grupos da mesma escola, equivalentes nas variáveis analisadas – idade, gênero e níveis socioeducativos dos agregados familiares – e tendo eles abordado pela 1ª vez o tópico curricular sobre os seres vivos, torna-se plausível sustentar que eventuais diferenças estatísticas encontradas, a favor do GE, sejam resultantes da intervenção realizada nas turmas deste grupo.

Análise de dados

Os diários de aula

Procedeu-se a uma análise interpretativa do conteúdo dos dois diários de aula, relativos à intervenção em 2 turmas do GE. Os dados contidos nos diários assumem um caráter de amostragem em relação à diversidade de significados construídos por cada sujeito individualmente. A análise teve como referência o conjunto de questões que consubstanciam o problema relativo ao estudo seres vivos, a hipótese evolutiva do significado de “ser vivo” no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem e as estratégias utilizadas pelos alunos. Em cada diário, começou-se pela identificação de uma sequência de ciclos do processo de ensino-aprendizagem: i) exemplos de seres vivos referidos; ii) primeira definição de ser vivo, em trabalho de grupo; iii) o animal mais pequeno; iv) os animais tem patas ou não; v) habitat, etc. Em seguida, procedeu-se à análise de conteúdo dos dados relativos a cada ciclo identificado, organizando-os em categorias. A cada categoria foi atribuída uma designação, de acordo com o seu conteúdo. Finalmente, foram confrontados os resultados da análise dos dois diários, com vista à identificação de regularidades, na sequência dos ciclos de ensino-aprendizagem e nas categorias de dados identificadas em ambos. A análise esteve particularmente orientada para a identificação de um percurso evolutivo do significado de “ser vivo”, no âmbito do processo de ensino-aprendizagem implementado, e para a identificação das estratégias e processos de maior relevância na construção do referido significado.

Os diários contêm elementos indicadores de uma inevitável variabilidade na implementação do mesmo guia de ensino-aprendizagem. É natural que assim seja, pois, trata-se de algo que pela sua natureza não é repetível, no sentido exato do termo, em diferentes contextos: o agente de intervenção e o grupo de alunos são fatores incontornáveis que concorrem para as diferenças na intervenção em duas turmas diferentes. Porém, o intenso e prolongado trabalho de equipe, quer na concepção dos guias, quer na sua implementação e avaliação, permite que os agentes de intervenção comunguem de uma mesma perspectiva teórica e estejam em condições de fazerem interpretações similares dos guias de ensino-aprendizagem. Esses dois fatores tornam possível e credível que um determinado guia de ensino-aprendizagem seja replicado em duas turmas semelhantes, com naturais diferenças que, no entanto não põem em causa o que no essencial é característico do processo de ensino-aprendizagem planeado. A análise dos diários das duas intervenções, permite legitimamente sustentar que há um elevado grau de fidelidade entre investigadores quanto à condução do processo, às observações realizadas e aos resultados obtidos.

O teste de significados sobre ser vivo

As respostas aos quatro itens verdadeiro (V) e Falso (F) foram classificadas em “certas” ou “erradas”. Procedeu-se a um contraste estatístico da distribuição de frequências dos dois níveis de resposta, item por item, entre o GE e o GC. Reconhecemos que a compreensão do conceito de ser vivo por determinado sujeito, à luz dos quatro critérios clássicos, requer que o referido sujeito não incorra em contradições e incongruências interitens. Por isso, numa segunda fase, identificaram-se as incongruências e contradições individuais quanto a diferentes aspectos do significado “ser vivo”, e procedeu-se ao contraste das respetivas frequências entre o GE e o GC.

Resultados

Análise dos diários de aula

As ideias intuitivas das crianças sobre o significado de “ser vivo”

Nos exemplos de seres vivos referidos, em resposta a uma solicitação do investigador-professor, predominam animais com que os alunos estão familiarizados de forma direta ou indireta.

Os seres humanos são também referidos, mas não de forma tão imediata e espontânea. Na tabela 1 apresentam-se as características dos animais, referidos como exemplos de seres vivos por 2 turmas do GE.

Tabela 1– Características dos seres vivos referidos pelos alunos.

Turmas do Grupo Experimental (GE)	Nº de exemplares	Características			
		São quadrúpedes n (%)	Habitat: vivem à superfície do solo n (%)	Revestimento com pelos n (%)	Pequeno porte (ex.: insetos.) n
Turma GE 1	20	16 (80%)	16 (80%)	16 (80%)	0
Turma GE 2	21	13 (61.9%)	15 (71.4%)	15 (71.4%)	0
Total	41	29 (70.7%)	31 (75.6%)	31 (75.6%)	0

A tendência espontânea das crianças é a de identificarem o significado de “ser vivo” com o significado que atribuem a “animal”, com inclusão do Homem, sendo este considerado um caso à parte, conforme trataremos mais adiante. Este significado de “ser vivo” coincide com uma visão restrita de animal, que corrobora os resultados obtidos por outros autores (Bell & Freyberg, 1999), quanto à noção de animal em crianças.

A reconstrução do um novo significado de “ser vivo” por via do pensamento reflexivo

Na continuação do processo de análise dos diários, foram consideradas vários ciclos de aprendizagem, designados pelas letras A, B, C, ..etc.

A- Quando estimulados a pensar, os alunos são capazes de mobilizar conhecimentos da sua experiência, para tomarem consciência de um espectro mais largo de animais, quanto:

- a₁) ao modo de locomoção (peixes que têm barbatanas para nadar; aves que têm asas para voar; cobras que rastejam...);
- a₂) ao habitat (minhocas que vivem debaixo do solo; peixes que vivem na água; aves que “vivem” no ar¹);
- a₃) ao revestimento (peixes revestidos por escamas; rãs com pele nua);
- a₄) ao porte (formiga; pulga; mosca; mosquito; aranha; etc.).

B- Estimulados a refletir, em grande e pequeno grupo, os alunos apresentam “definições” de “ser vivo” que podem ser classificadas, de acordo com a análise de conteúdo dos diários, em quatro categorias. Apresentam-se a seguir as diferentes categorias, ilustradas com exemplos concretos de transcrições textuais do que é referido por diferentes crianças:

- b₁) Visão animal tautológica – inclui os casos em que a criança define seres vivos como sendo os animais que “têm vida” ou que “estão vivos”, não fazendo referência ao Homem. Isto não significa, que tais crianças não concebiam o ser humano como ser vivo; considerando a metodologia utilizada, limitamo-nos a classificar os significados explicitados, mediante a solicitação de uma primeira definição, podendo estar latentes outros significados não explicitados. Exemplos:

¹ Em rigor o “ar” não constitui o habitat das aves, mas esta ideia dos alunos tem um valor indiscutível, do nosso ponto de vista, como parte integrante do processo de evolução conceitual.

- “São os animais que vivem, como o cão e o gato”(tautologia).
- “São os animais que não morrem, estão vivos” (tautologia).
- “São os animais que vivem na selva e que o Homem mata para comer. São também os que vivem em casa, no mar e debaixo da terra” (tautologia).

b₂) Visão animal-antropomórfica – nesta categoria são considerados como seres vivos os animais e o Homem, sendo referidos atributos dos animais, sem referência a atributos específicos do ser humano. Poder-se-ia dizer que esta perspectiva corresponde, simplesmente, a uma visão animal de ser vivo. Porém, como veremos mais adiante, as crianças demonstram grande resistência em incluírem o Homem no grupo animal e, quando interpeladas, não têm dúvida de que elas próprias e as pessoas em geral são seres vivos. Por isso, consideramos mais plausível que a inclusão do Homem nesta categoria tem um caráter aditivo em relação aos restantes animais, em vez de significar o reconhecimento dos seres humanos como parte integrante dos animais, em sentido lato. Exemplos:

- “Um ser vivo somos nós e os animais. Os seres vivos são pessoas e animais que se podem mexer”.
- “Nós somos seres vivos e os animais também. Um ser vivo é um ser que mexe, anda, vê e respira”.

b₃) Visão antropomórfica-animal – são referidos como atributos de seres vivos características específicas do Homem, sendo também incluídos os animais com caráter aditivo. Exemplo:

- “Um ser vivo é uma pessoa que vive e os animais também. Nós falamos, ouvimos, mexemos, somos um ser vivo.”

b₄) Visão antropomórfica – inclui os alunos que referem como atributos dos seres vivos características específicas do Homem. Exemplo:

- “Um ser vivo tem que nascer (...) tem que comer, que crescer, ir à escola e depois morre”.

C- Através do questionamento, mobilizador da reflexão e discussão, os alunos identificam características comuns nos exemplos de seres vivos referidos. São induzidos a abstrair os quatro atributos clássicos de ser vivo (nascem, crescem, reproduzem-se e morrem), expressos na sua linguagem própria. Após a discussão de turma, os grupos apresentam autonomamente definições que no todo ou em parte contemplam esses atributos:

- “Os seres vivos morrem, dão filhos e crescem”.
- “Nascem, têm vida, morrem e têm filhos”.
- “Alimentam-se, nascem, crescem, reproduzem-se e morrem”.
- “Os seres vivos nascem, comem, crescem, ficam adultos, têm filhos e morrem”.

D- Os alunos referem-se sempre ao “ser não vivo” como sendo o “ser vivo” depois de morto. Entendem o “não vivo” por oposição a “morto” e, por isso, os seres inanimados existentes à sua volta não são referidos nesta discussão sobre o que é ser vivo e o que não é ser vivo².

- “Nós somos seres vivos e depois morremos e já não somos”.
- “Nós somos seres vivos e quando morremos já não somos”.

² Segundo Gelman e Spelke (1983) a cognição acerca dos objetos animados é antecedida da cognição acerca dos objetos inanimados.

- “(...) quando morre já não é ser vivo”.
- “Quando morremos deixamos de ser seres vivos”.
- “Quando morrem já não são seres vivos”.

E- Até ao momento, nenhuma planta havia sido referida como exemplo de ser vivo. Por isso, os alunos foram interrogados sobre essa possibilidade. A reflexão foi ancorada nos atributos anteriormente postos em relevo, comuns aos exemplares de seres vivos – todos animais – por eles identificados. Após alguma discussão, os alunos foram solicitados a manifestarem e a fundamentarem a sua opinião, quanto à inclusão das plantas na categoria dos seres vivos. Verificou-se o seguinte:

e₁) Uma minoria das respostas, não reconhece as plantas como seres vivos, com fundamentos em perspectivas animal³, antropomórfica ou antropomórfica-animal de ser vivo. Alguns exemplos:

- “(...) porque estão presos na terra e não andam” – perspectiva animal, em que o movimento próprio emerge como atributo fundamental;
- “(...) porque não falam, não veem e não ouvem” – perspectiva antropomórfica, que para além de funções de outros animais, comuns ao Homem, invoca a fala, função exclusiva dos humanos;
- “(...) porque não têm boca, não falam e não são um animal nem um homem” – perspectiva antropomórfica-animal que, invocando a fala, função exclusiva dos humanos, torna explícito que um outro animal qualquer seria um ser vivo.

Estes alunos não aplicam os atributos de seres vivos a um outro grupo de seres vivos, diferente do grupo particular em que tais atributos foram identificados. São de admitir duas possibilidades interpretativas: i) tais alunos não chegaram a uma compreensão dos atributos de ser vivo, com o carácter de uma abstração que se dissocia dos casos particulares que evidenciam tais atributos; ou ii) tendo alcançado esse nível de abstração, a ideia espontânea de ser vivo revelou-se demasiado persistente na estrutura mental de tais alunos (Driver, *et al.*, 1999; Carrascosa, 2005), e com poder suficiente para contrariar a aplicação dessa abstração ao grupo das plantas.

e₂) A maioria das respostas evidenciam um carácter mais reflexivo. Aparentemente, estes alunos reconhecem nas plantas os atributos de ser vivo abstraídos dos animais e do Homem, no todo ou em parte. Uma generalização, formulada por indução, a partir de um conjunto de casos particulares (alguns animais), é aplicada a um outro conjunto de casos particulares (as plantas), chegando-se por dedução lógica à conclusão de que o novo conjunto tem algo de comum com o primeiro. Para estes alunos, o conjunto dos seres vivos passa a ser inclusivo dos dois subconjuntos, animais e plantas. As plantas são seres vivos:

- “(...) porque crescem ao sol; quando não colocamos água morrem e dão filhos”.
- “(...) porque nascem e para crescer alimentam-se”.
- “(...) porque nascem, crescem, morrem e têm filhos”.
- “(...) porque se semeiam, nascem, e crescem”.
- “(...) porque nascem, crescem, têm folhas e morrem”.

O contributo do estudo experimental da germinação do feijão para o enriquecimento do significado de “ser vivo”.

³ Do ponto de vista das crianças, esta perspectiva toma o termo “animal” em sentido restrito e/ou pode ser equivalente à perspectiva antropomórfica.

A- As crianças observam e manipulam diferentes sementes, revelando o conhecimento de que elas originarão novas plantas.

- “Se não fosse a fava, a faveira não dava mais favas”.
- “As favas são os filhos da faveira e com elas obtém-se novas plantas”.
- “As sementes são para as plantas nascerem”.
- “O feijão vem do feijoeiro”.
- “Se não houvesse feijão não havia feijoeiro”.

B- Várias crianças revelam igualmente já terem o conhecimento de que uma semente é característica de uma determinada planta.

- “As sementes não são iguais, porque se fossem iguais seriam da mesma planta”.
- “Cada semente tem um feitio, (...) porque delas nascem outras plantas”.

C- Ao ser solicitada uma previsão acerca de como será o interior do feijão, alguns alunos tem o conhecimento de que é constituído por “duas metades”, mas nenhum faz referência ao embrião. Após abrirem o feijão, observarem e desenharem o seu interior. As atenções focalizam-se no embrião. Essa especial atenção parece dever-se à descoberta de uma semelhança estrutural e morfológica entre o embrião e uma planta. Referem os alunos:

- “O feijão tem umas coisas que parecem umas asas. Faz lembrar folhas”.
- “É uma planta”.
- “As duas partes são diferentes, uma tem uma coisinha”.
- “Parece uma pele”.
- “Parecem folhas de planta”.

O termo embrião, introduzido pelo investigador-professor, é facilmente apropriado e alguns alunos sugerem que é o embrião que vai dar origem a um novo feijoeiro. Afigura-se nos plausível que a descoberta de um certo grau de semelhança entre o embrião e uma planta permite que se ilumine, na mente da criança, o carácter obscuro do processo de transição do feijão a feijoeiro. Do nosso ponto de vista, o enigma que é, muito provavelmente, para muitas crianças, a formação de um feijoeiro a partir de um feijão, dada a tão grande diferença entre ambos, surge agora como algo claro e inteligível.

D- Deu-se início à construção de um dispositivo para a germinação do feijão. Em cada grupo os alunos, com a ajuda do investigador-professor, colocam uma semente num frasco de vidro, sensivelmente a meio da sua altura, entre um papel amarrotado e as paredes do frasco. Alguns revelam já ter o conhecimento de que o feijão precisa de “água”, “ar” e “sol” para germinar. Há também quem preveja o ciclo de vida do feijoeiro, invocando os atributos de ser vivo que haviam sido já identificados.

- “A planta cresce, tem filhos e depois morre”.
- “(...) antes de morrer a planta fica velhinha”.

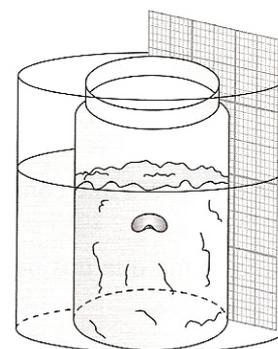


Figura 2 – Dispositivo para a germinação do feijão

F- Durante a germinação do feijão, foi evidente um grande interesse e curiosidade nas observações e medições periódicas da nova planta em crescimento. Esse processo ativo de acompanhamento da germinação do feijão deu lugar a um conhecimento socialmente construído que está expresso nos textos elaborados coletivamente. Em discussão plenária, os alunos individualmente davam contributos para o relatório da germinação do feijão. Cada aluno interveniente era obrigado a um grande esforço de reflexão, motivada pela necessidade

de contextualizar a sua contribuição num todo, sendo necessário ter em conta a parte do processo já descrita e a parte que estava por descrever. As imprecisões e faltas de rigor individuais suscitavam a discussão, reformulações dos contributos individuais e, finalmente, a construção de um consenso coletivo.

Relatório da turma 1 do grupo experimental

Pegámos num feijão e colocámo-lo num frasco cheio de papel e água. Passados alguns dias o feijão ganhou raízes que chegavam ao fundo do frasco. Depois ganhou caule e cresceu muito. Do caule nasceram as folhas verdinhas. O feijão desapareceu e o feijoeiro ganhou flor de onde vai nascer uma nova semente.

Relatório da turma 2 do grupo experimental

Uma semente de feijão veio à nossa sala de aula. Nós observámos a semente com uma lupa e descobrimos que tinha um embrião. O embrião vai dar vida a uma planta chamada feijoeiro. Então resolvemos pôr o feijão num frasco com água e papel para vermos a planta crescer. Do feijão nasceu uma raiz, um tronco e folhas. A planta vai crescer mais, vai dar flores, vai dar filhos que são os feijões, vai ficar velha e morre.

Podemos concluir que:

- A clareza da narrativa é indissociável do processo experimental vivenciado pelas crianças;
- a narrativa estrutura e organiza o pensamento das crianças, colocando todo o processo vivenciado num elevado patamar de consciência. A sequência dos fatos narrados passa a significar parte do ciclo de vida da planta;
- o texto contém, em termos de previsão, uma visão global do ciclo de vida de um ser vivo. O processo experimental e a narrativa convergem num efeito sinérgico de aplicação e enriquecimento do significado de “ser vivo” previamente construído.

O Homem: um caso à parte de ser vivo

Em ambas as turmas, ao serem interpelados, os alunos de um modo geral reconhecem sem hesitação que o Homem é um ser vivo. Para além de um evidente conhecimento tácito do quotidiano, há quem refira explicitamente os atributos de ser vivo, já sistematizados, como sendo aplicáveis ao Homem:

- “(...) porque nasce, cresce, tem filhos e morre”.

Contudo há bastante resistência, da parte dos alunos, em reconhecerem que o Homem é um animal:

- “Mas nós não temos pelos”.
- “Nós falamos e os animais não falam”.
- “O Homem pensa e os animais não”.

O conhecimento quotidiano dos alunos toma como seres vivos o Homem e os restantes animais. Porém, a linguagem do quotidiano de modo nenhum promove o conceito científico de

animal⁴. Pelo contrário, a palavra “animal” não é aplicada aos seres humanos, e quando raramente o é, tem o caráter de um insulto. As palavras “homem” e “animal” utilizadas pelos adultos, são apropriadas pelas crianças com os significados que transportam na linguagem social: superioridade da espécie humana, face aos vulgarmente designados animais, conferida pelas faculdades de fala e pensamento. Assim, esses significados do quotidiano constituem um importante obstáculo à reconstrução de um novo significado da palavra “homem”, em termos de os seres humanos passarem a ser incluídos no reino animal. O fato de as crianças se sentirem diminuídas no seu autoconceito, ao classificarem-se como animais, faz com que estejamos perante um importante obstáculo epistemológico. Consequentemente, a aprendizagem escolar dos atributos de ser vivo, extraídos dos animais, sendo relativamente fácil, não é acompanhada de um fácil reconhecimento do ser vivo “Homem” como um subgrupo da categoria dos animais. Contudo, é possível fazer uma boa parte dos alunos compreenderem que a espécie humana faz parte do grupo dos animais, mediante a explicação de que o Homem é um animal superior, que se diferencia dos restantes, porque o “Homem fala” (Bárbara, 6 anos) “... e pensa”⁵. (Cátia, 6 anos).

Como veremos em detalhe mais adiante, na análise dos resultados do teste verdadeiro (V) e Falso (F), no item “O Homem é um animal” emergem dois aspectos relevantes: a) por um lado, a diferença entre o GC e o GE, no segundo momento de aplicação do teste, quanto ao número de respostas corretas, é o mais elevado no conjunto dos quatro itens. Este resultado permite inferir que é nesse item que a aprendizagem escolar corresponde a uma maior progressão em relação ao conhecimento quotidiano, em consequência da intervenção; b) por outro lado, é igualmente nesse item que se regista o maior decréscimo entre o primeiro e o segundo momento de aplicação do teste no GE, o que indica a mais acentuada regressão do conhecimento escolar para o conhecimento quotidiano.

Resultados do teste de significados sobre “ser vivo”

Resultados globais por itens

Em gráfico de barras apresentam-se as percentagens de respostas corretas no conjunto dos quatro itens do teste verdadeiro (V) e falso (F) no grupo experimental, em dois momentos diferentes – logo após a intervenção (GE-M1) e 5 meses depois (GE-M2) – e num grupo de controle (GC). A aplicação do teste no GC ocorreu em simultâneo com a segunda aplicação no GE. Ambos os grupos se encontravam nessa altura no início do 2º ano de escolaridade.

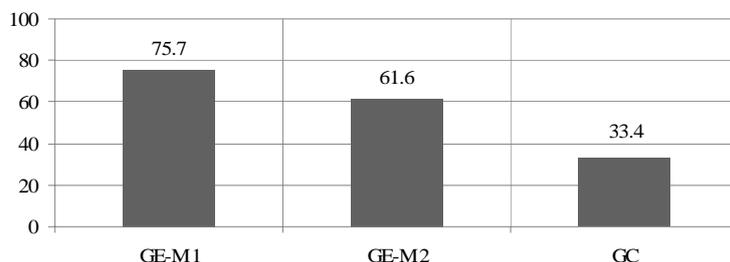


Gráfico 1 – Percentagens globais de respostas corretas nos quatro itens: GE-M1 e GE-M2; GC.

⁴ Mesmo ao longo deste texto, a classificação dos significados de ser vivo em visão animal e visão antropomórfica, à semelhança do que fazem outros autores, está imbuída da dualidade Homem-animal característica do conhecimento quotidiano.

⁵ Não se pretende aqui discutir a diferença de grau quando à cognição entre o Homem e os restantes animais. A noção de pensamento das crianças, muito provavelmente associada à sua experiência de aprendizagem escolar, constitui nesta idade um critério aceitável de diferenciação da espécie humana.

Constata-se que:

- cinco meses após a primeira aplicação do teste no GE, ocorre uma descida de 75.7% para 61.6%, de respostas corretas, o que corresponde a um grau de retenção de 81.4%;
- o contraste do *score* do 2º momento de aplicação no GE (61.6%) com o *score* do GC (33.4%) permite concluir que a intervenção produziu um efeito específico bastante acentuado. O GC obtém apenas 44.1% do *score* do GE, tendo a intervenção sido realizada neste grupo há cinco meses.

Resultados item a item

Procedeu-se a uma análise item a item. Em gráfico de barras apresentam-se as frequências relativas de respostas corretas nos diferentes itens no grupo experimental, em dois momentos diferentes – logo após a intervenção (GE-M1) e cinco meses depois (GE-M2) – e no grupo de controle (GC). A aplicação do teste ao GC coincide com o segundo momento de aplicação na turma experimental. O teste contempla os seguintes itens: a) todos os animais têm patas; b) as plantas são seres vivos; c) o Homem é um animal; d) todos os seres vivos se deslocam.

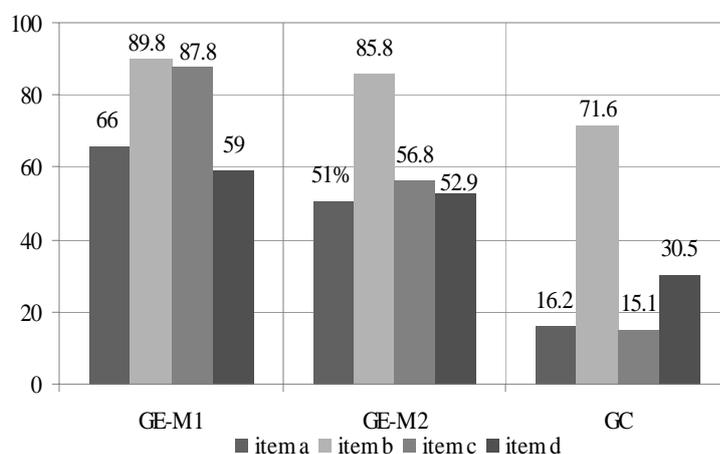


Gráfico 2 – Contraste de percentagem de respostas corretas por itens.

O efeito específico da intervenção, obtido pela razão entre o *score* do GE, no segundo momento, e o *score* do GC, tem a seguinte ordem decrescente: item c – “O Homem é um animal” (3.8); item a – “Todos os animais têm patas” (3.1); item d – “Todos os seres vivos se deslocam” (1.7); e item b – “As plantas são seres vivos” (1.2).

O contraste estatístico item a item, permite concluir, por via da aplicação do *Mann-Whitney U Test*, para um nível de significância $p < 0,01$, que a única descida estatisticamente significativa, no GE, entre o primeiro e o segundo momento de aplicação do teste, se verifica para o item c – “O Homem é um animal” ($\bar{X}_{r1} = 74.86$; $\bar{X}_{r2} = 54.46$; $p = 0.000$). Quanto aos restantes itens, os resultados obtidos nos dois momentos não apresentam diferenças significativas: item a – “Todos os animais têm patas” ($\bar{X}_{r1} = 64.06$; $\bar{X}_{r2} = 64.93$; $p = 0.877$); item b – “As plantas são seres vivos” ($\bar{X}_{r1} = 65.87$; $\bar{X}_{r2} = 63.17$; $p = 0.503$); item d – “Todos os seres vivos se deslocam” ($\bar{X}_{r1} = 66.59$; $\bar{X}_{r2} = 62.48$; $p = 0.467$). Todavia, deve ser sublinhado que destes três, o item a – “Todos os animais têm patas” – é o que regista uma descida mais acentuada, entre o primeiro momento e o segundo momento de aplicação do teste, no GE (66% para 51 %).

Em termos do contraste de resultados no segundo momento de aplicação do teste, entre o GE e o GC, a diferença não é estatisticamente significativa somente para o item b – “As plantas são

seres vivos” ($\bar{X}_{r1} = 68.17$; $\bar{X}_{r2} = 60,71$; $p = 0.117$). As diferenças são significativas para os restantes itens: item a – “Todos os animais têm patas” ($\bar{X}_{r1} = 76,93$; $\bar{X}_{r2} = 51,67$; $p = 0,000$); item c – “O Homem é um animal” ($\bar{X}_{r1} = 76.96$; $\bar{X}_{r2} = 51.64$; $p = 0.000$); e item d – “Todos os seres vivos se deslocam” ($\bar{X}_{r1} = 70.98$; $\bar{X}_{r2} = 57.82$; $p = 0.019$).

Interpretação dos resultados item a item

É importante sublinhar que a sequência de itens “O Homem é um animal”, “Todos os animais têm patas”, “Todos os seres vivos se deslocam”, e “As plantas são seres vivos” corresponde à ordem crescente de percentagens de respostas corretas no GC (15.1%; 16.2%; 30.5% e 71.6%) e, simultaneamente, equivale à ordem decrescente do efeito específico da intervenção (3.8; 3.1; 1.7 e 1.2) no GE. Estes resultados sugerem a tendência de que quanto mais enraizadas estão as ideias intuitivas mais acentuado é o efeito específico da intervenção no GE.

Os itens “O Homem é um animal” e “Todos os animais têm patas” são, simultaneamente, os que registam uma descida mais acentuada no GE, do primeiro para o segundo momento (87% vs 56.8% e 66% vs 51%); e que registam mais baixos *scores* no GC (15.1% e 16.2%). Como já foi referido, são também aqueles em que são maiores as discrepâncias entre o GE, no segundo momento, e o GC, o que equivale a efeitos específicos da intervenção mais acentuados (3.8 e 3.1). Podemos, pois, inferir que “O Homem não é um animal” e “Todos os animais têm patas” são ideias intuitivas fortemente impregnadas na mente das crianças. Face aos resultados, o Ensino Experimental Reflexivo das Ciências parece ser particularmente recomendado para promover aprendizagens que requerem processos de reestruturação mental complexos.

Surpreendentemente, no item “As plantas são seres vivos” obtêm-se os *scores* mais elevados, quer nos dois momentos do GE (89.8%; 85.8%) quer no GC (71.6%). A descida do primeiro momento para o segundo, no GE, é muito pequena, e a diferença entre o GE no segundo momento e o GC é a mais pequena das quatro – é a única diferença que não é estatisticamente significativa. O efeito específico da intervenção (1.2) é o mais baixo no conjunto dos quatro itens. A maioria destas crianças com cerca de 7 anos de idade, já no início do 2º ano de escolaridade, reconhecem que as plantas são seres vivos com ou sem intervenção.

A nossa hipótese evolutiva previa grandes dificuldades quanto ao reconhecimento das plantas como seres vivos, tendo em conta a visão Piagetiana do “movimento” como fator primordial de progressiva diferenciação do conceito de ser vivo. Esse fato justificou, da nossa parte, um grande investimento na intervenção quanto ao desenvolvimento da compreensão de que as plantas são seres vivos. As concepções de que partimos não se confirmaram. As crianças assimilam com relativa facilidade a noção de que as plantas são seres vivos. No caso do GC, não tendo havido intervenção, outros processos de ensino e o próprio desenvolvimento psicológico terá igualmente permitido que a maioria das crianças tenha desenvolvido essa noção. Estes resultados sugerem que o 4º estágio piagetiano de desenvolvimento do conceito de ser vivo – inclusão de animais ou animais e plantas na categoria de seres vivos – está ao alcance das crianças bem antes dos 11/12 anos.

O item “Todos os seres vivos se deslocam” corresponde ao mais baixo *score* no primeiro momento do GE, e o segundo mais baixo no segundo momento de aplicação do teste no mesmo grupo. Por outro lado, é o segundo *score* mais elevado no GC. Embora se verifique um certo efeito específico da intervenção (1.7), sendo a diferença estatisticamente significativa entre o GE e o GC, o *score* relativamente elevado do GC parece indicar que a compreensão de que nem todos os seres vivos se deslocam é bastante dependente do processo de maturação psicológica.

Os resultados nos itens “Todos os seres vivos se deslocam” e “As plantas são seres vivos”, põem em evidência a existência de contradições e incongruências interitens que passamos a analisar. Ou seja, o reconhecimento de que as plantas são seres vivos coexiste, na mente de muitos alunos, com a ideia intuitiva de que todos os seres vivos se deslocam. Mesmo assim, é de sublinhar que a percentagem relativamente elevada de respostas corretas no item “Todos os seres vivos se deslocam” (30,5 %), no GC, é parcialmente congruente com a elevada percentagem de respostas corretas no item “As plantas são seres vivos” (71.6 %), no mesmo grupo.

Contradições e incongruências no(s) significado(s) de “ser vivo”

O nível de compreensão do conceito de ser vivo, enquanto estrutura complexa que envolve a subordinação dos conceitos de animal e planta àquele conceito mais abrangente, depende das contradições e incongruências intrassujeitos quanto a diferentes aspectos do significado de “ser vivo”. Procedeu-se, pois, a uma análise, sujeito a sujeito das contradições e incongruências interitens em que incorrem. As referidas contradições e incongruências giram em torno dos contrastes: “As plantas são seres vivos?” *versus* “Todos os seres vivos se deslocam?” e “Todos os animais têm patas?” *versus* “O Homem é animal?” Nas várias combinações de respostas interitens foram identificadas as seguintes contradições (C), não contradições (NC), incongruências (I) e congruências (Cgr), à luz de como se relacionam os conceitos de ser vivo, planta e animal:

As plantas são seres vivos?
 C – Sim, e todos os seres vivos se deslocam.
 NC – Sim, e nem todos os seres vivos se deslocam.
 Ial – Outras incongruências que aparentam ter um caráter aleatório.

Todos os animais têm patas?
 I – Sim, e o Homem não é animal.
 Cgr – Não, e o Homem é animal.
 Ial – Outras incongruências que aparentam ter um caráter aleatório.

Tabela 2 – As plantas são seres vivos? *versus* “Todos os seres vivos se deslocam?”

Combinação de respostas interitens	Grupo Experimental		Grupo de Controle	
	<i>n</i>	(%)	<i>n</i>	(%)
Sim, e todos os seres vivos se deslocam (C).	23	35.9	34	53.1
Sim, e nem todos seres vivos se deslocam (NC)	31	48.4	11	17.2
Outras incongruências de caráter aleatório (Ial)	10	15.6	19	29.7
Total	64	100	64	100

É notória a vantagem do GE face ao GC: 35.9% *versus* 53.1% em termos de Contradições (C); 48.4% *versus* 17.2% em termos de Não Contradições (NC); e 15.6% *versus* 29.7% em termos de Incongruências (Ial). Essa vantagem do GE face ao GC é estatisticamente significativa, se atribuirmos 0 pontos para C, 1 ponto para Ial e 3 pontos para NC ($\bar{X}_{r1} = 74.16$; $\bar{X}_{r2} = 54.84$; $p = 0.002$).

Tabela 3 – Todos os animais têm patas? *versus* “O Homem é animal?”

Combinação de respostas interitens	Grupo Experimental		Grupo de Controle	
	<i>n</i>	(%)	<i>n</i>	(%)
Sim, e o Homem não é animal (I).	13	20.3	42	65.6
Não, e o Homem é animal (Cgr)	23	35.9	1	1.6
Outras incongruências (Ial)	28	48.3	21	32.8
Total	64	100	64	100

Também neste caso a vantagem do GE face ao GC é evidente: 20.3% *versus* 65.6% em termos de Incongruências (I); 35.9% *versus* 1.6% em termos Congruências (Cgr). Quanto a Incongruências de caráter aleatório (Ial), as percentagens são 48.3%, no GE, e 32,8 %, no GC. Esta menor percentagem de incongruências de caráter aleatório no GC, corresponde, muito provavelmente, a um fenômeno de “deslocamento” de incongruências para a congruência, que terá ocorrido no GE, dado ser muito elevada a diferença de congruências entre os dois grupos (35.9% vs 1.6%). A vantagem do GE face ao GC é estatisticamente significativa, considerando 0 pontos para I, 1 ponto para Ial e 3 pontos para Cgr ($\bar{X}_{r1} = 87.38$; $\bar{X}_{r2} = 41.63$; $p = 0.000$).

Tendo em vista uma síntese global do contraste entre os resultados do GE e do GC, no segundo momento de aplicação do teste, consideremos: a) as percentagens de respostas corretas (RC) no conjunto dos quatro itens; b) as percentagens de não contradição plantas/movimento (NCpm); e c) as percentagens de congruências animais/homem (Cah). O quociente entre as percentagens do GE e as do GC, pode considerar-se um outro indicador do efeito específico da intervenção, no GE, quanto ao desenvolvimento do conceito de ser vivo.

Tabela 4 – % de respostas corretas e combinações interitens corretos – GE: *n*=64; GC: *n*=64

	Respostas corretas itens (RC)	Não contradição plantas/mov.(NCpm)	Congruência animais/homem (Cah)
Grupo Experimental	61.6%	48.4%	35.9%
Grupo de Controle	33.4%	17.2%	1.6%
Quociente GE/GC	1.8	2.81	22.4

A percentagem de respostas corretas aparenta um nível de desenvolvimento do conceito de ser vivo superior ao que parte dos alunos realmente possuem. As contradições e incongruências intrassujeitos evidenciam um nível de desenvolvimento do conceito mais baixo do que se poderia pensar a partir dos resultados sem cruzamento dos itens. Esse fato verifica-se, quer no GE, quer no GC.

O grau de dificuldade em evitar contradições e incongruências é elevado: a) as percentagens de não contradições plantas/movimento e congruências animais/homem, no GC, são 17.2% e 1.6%, respetivamente; b) as percentagens de não contradições plantas/movimento e congruências animais/homem, no GE, são inferiores a 50% em ambos os casos (48.4% e 35.9%). Depreende-se assim que, para a maioria dos alunos, o conhecimento evidenciado nas respostas aos itens é um conhecimento fragmentado, em que novos conhecimentos coexistem com significados prévios do quotidiano. Por exemplo, o reconhecimento de que as plantas são seres vivos coexiste com a ideia

de que todos os seres vivos se deslocam. Este fato não é compatível com uma compreensão do conceito de ser vivo como parte integrante de uma estrutura conceitual complexa.

Ao caminhar-se das respostas corretas aos itens, para as não contradições plantas/movimento e para as congruências animais/homem temos uma sequência decrescente das respectivas percentagens, quer no GE (61.6%; 48.4%; 35.9%), quer no GC (33.4%; 17.2%; 1.6%), o que pode ser interpretado como uma sequência crescente de dificuldade das dimensões em análise. Esta mesma sequência coincide com a ordem crescente dos quocientes de 1.80, 2.81 e 22.4, entre os *scores* do GE e do GC. O efeito específico da intervenção revela-se ser tanto mais acentuado quanto mais difícil é a dimensão em análise.

Considerações finais

Uma visão crítica da perspectiva Piagetiana sobre o desenvolvimento do conceito de ser vivo

Os dois métodos de recolha de dados adotados – o diários de aula e o teste de significados sobre “seres vivos” – convergem no sentido de uma visão crítica da perspectiva de Piaget (1997). Porém, antes da reflexão sobre essa questão, importa realçar que o objetivo deste estudo não foi replicar os estudos de Piaget, em torno do conceito de ser vivo, tendo em vista corroborar ou refutar os estágios de desenvolvimento propostos pelo autor. Um dos objetivos foi realizar uma intervenção de Ensino Experimental Reflexivo das Ciências, em diferentes turmas, com vista a promover o desenvolvimento do significado de “ser vivo”, em crianças que não haviam passado por qualquer aprendizagem escolar sobre o assunto. Piaget, por seu lado, realizou entrevistas individuais, tendo por objetivo caracterizar o nível de desenvolvimento do conceito de ser vivo, e não se refere à eventual instrução escolar das crianças entrevistados sobre esse assunto. A metodologia adotada neste estudo, para proceder ao levantamento das ideias iniciais dos alunos, sobre ser vivo, foi solicitar à turma que referisse exemplos de seres vivos. Piaget confrontou os seus sujeitos, individualmente, com exemplos de objetos e perguntava-lhes se eram seres vivos ou não e porquê. Em concordância com as investigações de outros autores, o desenvolvimento espontâneo do conceito de ser vivo surge como consequência da busca de significados para a expressão ser vivo, sendo admissível que esse processo tome percursos diversos de sujeito para sujeito e de cultura para cultura. Piaget move-se no quadro geral do sujeito epistémico que está subjacente a toda a sua teoria do desenvolvimento e, conseqüentemente, analisa os dados das suas entrevistas em termos do estabelecimento de uma sequência invariável de estágios de desenvolvimento do conceito de ser vivo. Piaget busca a formulação de leis, universais e intemporais, refere-se a percentagens de sujeitos de uma determinada faixa etária que poderão alcançar um determinado estágio de desenvolvimento do conceito de ser vivo, porém não sabemos a dimensão das amostras de sujeitos entrevistados. Feita a ressalva para estas diferenças, é incontornável a formulação de algumas asserções tendo por referência o estudo de Piaget.

Considerando as percentagens superiores a 50% de contradições e incongruências intrassujeitos, evidenciadas no confronto de diferentes aspectos do significado de “ser vivo”, constata-se que a maioria das crianças do GE, com uma média de 6.5 anos de idade, não foi capaz de desenvolver um significado de “ser vivo”, como parte integrante de uma estrutura conceitual complexa, isto é, considerar que os seres vivos incluem os animais e as plantas, e que o Homem constitui um subgrupo dos animais. Mas, se a questão é saber se as crianças atingiram o 4º estágio piagetiano, segundo o qual “a vida é reservada aos animais, ou aos animais e plantas” (Piaget, 1997, p. 172) – uma perspectiva aditiva que não considera as contradições e incongruências intra-sujeitos - então sublinha-se que as crianças deste estudo não revelaram dúvidas de que os animais são seres

vivos. Quanto às plantas, 89.8% e 85.8% do GE, consideram-nas seres vivos nos dois momentos de aplicação do teste, e no GC é de 71.6%⁶ a percentagem das crianças que as consideram seres vivos.

É de notar que os exemplos de seres vivos referidos no início da intervenção, no GE, eram todos animais. Este fato não nos permite concluir que os alunos estão a excluir qualquer objeto não vivo da categoria de seres vivos, mas é legítimo pensar-se que, já nesta fase (um mês antes da primeira aplicação do teste e 6 meses antes da segunda aplicação), estas crianças de 6,5 anos revelam uma grande proximidade com o 4º estágio piagetiano. Aparentemente, o 3º estágio piagetiano (8/11 anos) – “a vida é reservada aos objetos com movimento próprio” – está muito presente ao longo da intervenção e nas respostas ao teste, mas o “movimento próprio” surge permanentemente associado aos animais, o que é característico do 4º estágio.

Não foram encontrados dados concordantes com o 1º estágio (até aos 6/7 anos) – “ser vivo é tudo o que tem uma atividade, uma função ou utilidade” – nem com o 2º estágio (6/8 anos) – “a vida é assimilada ao movimento”, transmitido ou não ao objeto. A metodologia adotada não permite, contudo, garantir que estes estágios estejam ausentes nos sujeitos participantes no neste estudo.

Os resultados permitem concluir que uma parte significativa das crianças do GE⁷ atingiu um conceito de ser vivo, bem para além do 4º estágio de desenvolvimento piagetiano, previsto para a idade de 11/12 anos. Com efeito, a compreensão de ser vivo, como parte de uma estrutura de conceitos relacionados, é de um nível cognitivo claramente superior ao simples “reconhecimento de que a vida é reservada aos animais, ou aos animais e plantas” (Piaget, 1997, p. 172).

A perspectiva de Piaget contemplada no 4º estágio de desenvolvimento do conceito de ser vivo suscita-nos alguma reflexão, do ponto de vista epistemológico. Ao estabelecer que o 4º estágio se caracteriza pelo reconhecimento de vida aos animais, **ou** aos animais e plantas, Piaget sugere-nos que o grupo “animais e plantas” se situa numa linha de continuidade epistemológica com o grupo “animais”. Aparentemente, as diferenças entre animais e plantas não são consideradas relevantes, de tal modo que ambos os grupos podem fundir-se numa única categoria, sem consideração de uma diferença de grau quanto ao desenvolvimento do conceito de ser vivo, como se depreende da formulação “animais **ou** animais e plantas”. Do nosso ponto de vista, esta relação de equivalência cognitiva entre “animais e animais e plantas” não é sustentável à luz da perspectiva segundo a qual o “movimento” constitui o fundamento epistemológico crucial de progressiva diferenciação do conceito de ser vivo por estágios. A inclusão das plantas no mesmo plano que os animais suscita importantes questões:

- A ausência de movimento próprio nas plantas não deveria ser um obstáculo epistemológico ao reconhecimento das plantas como seres vivos?
- Do ponto de vista da teoria do desenvolvimento, como se conciliam as plantas com os animais, no mesmo patamar de compreensão do conceito de ser vivo? Ou, por outras palavras, qual é o critério unificador?
- Não deveriam os “animais e os animais e as plantas”⁸, ser considerados dois níveis distintos de desenvolvimento do conceito de ser vivo?

⁶ Em face de alguma perplexidade suscitada em nós por este resultado, decidimos aplicar o teste a duas novas turmas, em início do 2º ano de escolaridade, quando procedíamos à redação final deste trabalho. Esta nova aplicação do teste confirmou aquele resultado.

⁷ Pelo menos 39.5%, se considerarmos que todas as crianças que revelam a congruência *animais/homem* estão incluídas na percentagem de 48.4% que não revelam a contradição *planta/movimento*.

⁸ Em substituição da formulação “a vida é reservada aos animais, **ou** aos animais e plantas”, correspondente ao 4º estágio.

Nos resultados deste estudo ressalta a evidência de que os animais são reconhecidos como seres vivos com maior facilidade. Contudo, esse fato coexiste com a compreensão de que as plantas são seres vivos, o que, por sua vez, se afigura ser mais acessível do que a compreensão de que nem todos os seres vivos se deslocam, quer no GE, quer no GC (ver gráfico 2). De fato, o atributo de “movimento próprio” não se revelou um obstáculo epistemológico ao reconhecimento de que as plantas são seres vivos. Nisso parece haver concordância com os resultados obtidos por Piaget com crianças de 11/12 anos. Porém, o critério de diferenciação progressiva que é aplicável aos animais não é aplicável às plantas e, por isso, a inclusão das plantas no 4º estágio constitui, na nossa perspectiva, uma brecha nos fundamentos do sistema de estágios proposto.

Embora se possa argumentar que solicitar a indicação de exemplos de seres vivos é diferente de perguntar se um determinado objeto é ser vivo, e porquê – a metodologia adotada por Piaget –, os nossos resultados de modo algum corroboram a seguinte asserção:

“É inútil insistir no 4º estágio durante o qual a vida é reservada apenas aos animais, ou aos animais e plantas. Até aos 11/12 anos de idade parece que apenas $\frac{3}{4}$ das crianças são capazes de atingir esse estágio” (Piaget, 1997, p. 178).

Os estudos descritivos de Piaget deram lugar a correntes psicopedagógicas que adotam os estágios de desenvolvimento, nos mais variados domínios, como limites estabelecidos à aprendizagem e ao desenvolvimento cognitivo. O peso da tradição piagetiana tem dado lugar, por parte dos professores, a uma insuficiente exploração dos saberes disciplinares e do potencial de desenvolvimento das crianças, na linha do pensamento de Vygotsky (1987). Não existe suficiente conhecimento sobre os limites a estabelecer quanto ao nível de competências de pensamento que as crianças podem alcançar. Contudo, é evidente que elas dispõem de um grande potencial a ser explorado, com vista a promover-se a qualidade do seu pensamento e de aprendizagem (Sá, 2000). Por outro lado, é cada vez mais sustentável que as importantes transformações sociais que vão ocorrendo, com particular referência para a influência dos *media* e das novas tecnologias da informação, nos dias de hoje, faz com que o mundo em que a criança cresce e se desenvolve se vá modificando com os tempos. A partir disso, modifica-se a sua visão do mundo e os processos de construção dessa visão. Por isso, vem ganhando forma a tese de que a teoria de desenvolvimento humano deve estar imbuída de um relativismo histórico e cultural (Bruner, 1997). A este propósito afigura-se pertinente a perspectiva epistemológica de Toulmin: não só o conhecimento se transforma historicamente, mas transformam-se igualmente os seus critérios de validação (Porlán, 1998).

Referências

- Aleixandre, J. M. P. (2003). Comunicación y lenguaje. In J. Aleixandre (Ed.), *Enseñar Ciencias* (pp. 55-71). Barcelona: Editorial Graó.
- Ausubel, D.; Novak, J.; Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bell, B. & Barker, M. (1982). Towards a scientific concept of “animal”. *Journal of Biological Education*, 16 (3), 197-200.
- Bell, B. & Freyberg, P. (1999). El Lenguaje en la clase de ciencias. In Osborne & Freyberg, *El Aprendizaje de las Ciencias: implicaciones de la ciencia de los alumnos* (pp. 56-73). Madrid: Narcea.
- Bruer, J. T. (1995). *Escuelas para pensar. Una ciencia del aprendizaje en el aula*. Madrid: Ediciones Paidós.
- Bruner, J. (1997). *Actos de Significado – para uma psicologia cultural*. Lisboa: Edições 70.

- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Editorial Paidós.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2): 183-208. Acesso em 03 de abr., 2006, http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Vol_2_Num_2.htm.
- Català, M. & Vilà, N. (2002). Las funciones lingüísticas en el proceso de adquisición de los conocimientos científicos. In M. Catalá, et al., (Ed.), *Las ciencias en la escuela. Teorías y prácticas* (pp. 89-103). Barcelona: Editorial Gráo.
- Charpack, G. (2005). *As Ciências na Escola Primária: Uma Proposta de Ação*. Mem Martins: Editorial Inquérito.
- Chin, C. (2006). Classroom Interaction in Science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1315–1346.
- Coll, C. & Martín, E., (2001). A avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista. In Coll, et al.; *O construtivismo na sala de aula. Novas perspectivas para a ação pedagógica*. Porto: Edições ASA.
- Davydov, V. V. & Zinchenko, V. P. (1995). A contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da psicologia. In H. Daniels (Ed.), *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 12 de mai., 2009, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien, A. (1999). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata, S.A..
- Freitas, M. (1989). Distinção entre ser vivo e ser inanimado: uma evolução por estádios ou um problema de concepções alternativas? *Revista Portuguesa de Educação*, 2 (1), 33-50.
- Gelman, R. & Spelke, E. (1983). The development of thoughts about animate and inanimate objects: implications for research on social cognition. In J. Flavell & L. Ross (Ed.), *Social Cognitive Development* (pp. 43-66). Cambridge: Cambridge University Press.
- Georghiades, P. (2006). The Role of Metacognitive Activities in the Contextual Use of Primary Pupils' Conceptions of Science. *Research in Science Education*, 36, 29–49.
- González, S. & Escudero, C. (2007). En busca de la autonomía a través de las actividades de cognición y de metacognición en Ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 310-330. Acesso em 12 de mar., 2009, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. 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.
- Kuhn, D., E. Amsel & M. O'Loughlin (1988). *The development of scientific thinking skills*. Orlando, FL, Academic Press.
- Larkin, S. (2006). Collaborative Group Work and Individual Development of Metacognition in the Early Years. *Research in Science Education*, 36, 7–27.
- Maloney, J. & Simon, S. (2006). Mapping Children's Discussions of Evidence in Science to Assess Collaboration and Argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15),1817–1841.

- Ministério da Educação (2004). *Organização Curricular e Programas. 1º Ciclo – Ensino Básico*. Mem Martins: Editorial do Ministério da Educação.
- Miras, M. (2001). Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In C. Coll, *et al.*, *O construtivismo na sala de aula. Novas perspectivas para a acção pedagógica* (pp. 54-73). Porto: Edições ASA.
- Molenaar, I.; Van Boxtel, C. A. & Sleegers, P. J. (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.
- Palincsar, A. S. & Herrenkohl, L. R. (2002). Designing collaborative learning contexts. *Theory Into Practice*, 41, 26-32.
- Piaget, J. (1997). *La Representación del Mundo en el Niño*. Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Porlán, R. (1998). *Constructivismo y escuela: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada Editora S. L..
- Pozo, J. I. & Crespo, M. A. (2006). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Ediciones Morata, S.L..
- Rojas-Drummond, S. & Mercer, N. (2003). Scaffolding the development of effective collaboration and learning. *International Journal of Educational Research*, 39, 99-111.
- Sá, J. & Varela, P. (2007). *Das Ciências Experimentais à Literacia: Uma proposta didáctica para o 1º ciclo*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J. (2002). *Renovar as Práticas no 1º Ciclo Pela Via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J. (1996). *Estratégias de Desenvolvimento do Pensamento Científico em Crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico*. Tese de Doutoramento. Braga: I.E.C. – Universidade do Minho.
- Sá, J. (2000). A Abordagem Experimental das Ciências no Jardim-de-Infância e 1º Ciclo do Ensino Básico: sua relevância para o processo de educação científica nos níveis de escolaridade seguintes. *Inovação*, 13, (1), 57-67.
- Santos, M. (1998). *Mudança Conceptual na Sala de Aula. Um Desafio Pedagógico Epistemologicamente Fundamentado*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Varela, P. (2012). *Experimental Science Teaching in Primary School: Reflective Construction of Meanings and Promotion of Transversal Skills*. Saarbrücken, Germany: Lap Lambert Academic Publishing.
- Volet, S., Vauras, M., & Salonen, P. (2009). Self- and social regulation in learning contexts: An integrative perspective. *Educational Psychologist*, 44(4), 215–226.
- Vygotsky, L. S. (1987). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes Editora.
- 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.

Recebido em: 06.06.12

Aceito em: 30.10.12