



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Vera Margarida Pereira Jacob

**As actividades laboratoriais e as
explicações de fenómenos biológicos por
alunos do 1.º ciclo: um estudo sobre a
germinação do feijão**



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Vera Margarida Pereira Jacob

**As actividades laboratoriais e as
explicações de fenómenos biológicos por
alunos do 1ºciclo: um estudo sobre a
germinação do feijão**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Estudos da Criança
Área de Especialização em Ensino Experimental das
Ciências no Ensino Básico

Trabalho realizado sob a orientação do
Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

Outubro de 2011

DECLARAÇÃO

Nome: Vera Margarida Pereira Jacob

Endereço electrónico: verampi@hotmail.com

Telefone: 279462273

Número de bilhete de identidade: 11738242

Título da Dissertação: As actividades laboratoriais e as explicações de fenómenos biológicos por alunos do 1º ciclo: um estudo sobre a germinação do feijão

Orientador: Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado

Designação do Mestrado: Mestrado em Estudos da Criança, Área de Especialização em Ensino Experimental das Ciências no Ensino Básico

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 31 de Outubro de 2011

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

É sempre difícil e, ao mesmo tempo prazeroso, fazer agradecimentos. Difícil porque ficamos sempre com receio de esquecer alguém que foi importante para o trabalho, mas que na hora da redacção deste texto, por algum motivo, acabamos por olvidar. A estas pessoas que, eventualmente, eu tenha esquecido, obrigada pelo apoio, pelo convívio, pelas sugestões... Prazeroso, porque é sempre bom poder agradecer àqueles que de uma forma ou de outra, estiveram do meu lado nesta etapa que representa um importante marco na minha vida pessoal e profissional. Desta forma, manifesto a minha gratidão a todos os que estiveram presentes nos momentos de angústia, de ansiedade, de insegurança, de exaustão e de satisfação.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar o meu reconhecido agradecimento ao meu orientador Doutor Luís Gonzaga Pereira Dourado pela forma como me orientou, pelo apoio, dedicação, estímulo pelo trabalho desenvolvido e motivação. É importante referir ainda, o espírito de abertura e disponibilidade demonstrada ao longo da elaboração e revisão desta dissertação que foram contributos relevantes e imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

Dirijo uma palavra de agradecimento à minha família pelo apoio sempre incondicional, especialmente aos meus pais por compreenderem a minha ausência durante estes tempos conturbados, mas também pela paciência e dedicação com que me apoiaram nos momentos mais difíceis de exaustão. Pela motivação, afecto, carinho, compreensão, mas sobretudo pelo exemplo de vida que sempre me inculcaram. Por tudo o que não pode ser expresso em palavras. E é tanto!

Por fim, e não menos valorizado às minhas colegas de mestrado, amigas *Banessas* Cláudia e Armanda, que partilharam, mais intensamente, a realização deste trabalho, pela amizade e apoio. Obrigado por terem enriquecido a minha vida, os meus dias e o meu trabalho.

As actividades laboratoriais e as explicações de fenómenos biológicos por alunos do 1ºciclo: um estudo sobre a germinação do feijão

Resumo

As mudanças científicas e tecnológicas exigem indivíduos com uma educação abrangente em diversas áreas, e com capacidade de aprender ao longo da vida. Neste contexto, o ensino das ciências é condição imprescindível para que, em simultâneo com a aquisição dos conteúdos de ciência, se desenvolvam processos científicos e capacidades investigativas como a recolha de dados, a selecção de evidências, elaboração de previsões e o teste das mesmas, com vista à construção de argumentos fundamentados e de explicações de fenómenos físicos e naturais. As actividades laboratoriais correspondem a um recurso didáctico de valor inquestionável que pode permitir aos alunos um envolvimento activo durante o qual formulam explicações diversas, que, quando devidamente exploradas, podem conduzir a aprendizagens, conceptuais, procedimentais e de metodologia científica, bem como à transposição destas para situações do dia-a-dia.

A presente investigação, centrada no primeiro ciclo Ensino Básico e no tema “a germinação do feijão” teve como finalidade analisar as explicações que os alunos formulam, para o fenómeno físico em causa, reproduzido em contexto laboratorial. A recolha de dados envolveu a realização de entrevistas individuais a 12 alunos do 4º ano de escolaridade. Os alunos tinham que prever o que aconteceria ao longo de várias semanas e, após observarem o fenómeno, explicar as observações efectuadas. Os resultados obtidos, analisados com base numa tipologia de explicações disponível na literatura, sugerem que os alunos, tendem a usar explicações pouco complexas evocando razões simples e incompletas, privilegiando assim as explicações descritivas e as causais. As explicações que formulam são influenciadas pelas suas concepções alternativas e pelas suas vivências quotidianas, teórica e empiricamente pouco fundamentadas.

Esta investigação revelou assim, a importância de fomentar situações educativas que levem os alunos a desenvolver a competência de explicar fenómenos e de lidar com dados, bem como de conhecer as explicações cientificamente correctas para esses fenómenos. Sempre que possível, os professores devem solicitar aos alunos previsões e explicações acerca de fenómeno relacionados com situações do dia-a-dia, a fim de auxiliar a transferência das aprendizagens para as suas vivências como cidadãos.

The laboratory activities and explanations of biological phenomena by students of the Primary School: a study on the germination of beans

Abstract

The scientific and technological changes require individuals with a broad education in several areas, and ability to learn throughout life. In this context, the teaching of science is an indispensable condition, simultaneously with the acquisition of the contents of science, to develop investigative skills and scientific processes such as data collection, the selection of evidence, preparation of forecasts and the same test, for the construction of reasoned arguments and explanations of physical and natural phenomena. The laboratory activities correspond to a teaching resource of unquestionable value allows students to an active involvement during which they formulate different explanations, which, when properly exploited, can lead to learning, conceptual and procedural scientific methodology, as well as the transposition of these into the day-to-day life.

This research focused on primary school on the theme "the germination of beans" and its aim was to analyze the students formulating explanations for the physical phenomenon in question, reproduced in the laboratory context. Data collection involved conducting individual interviews with 12 students from the 4th grade. Students had to predict what would happen over several weeks and, after observing the phenomenon, they ought to explain the observations. The results were analyzed based on a typology of explanations available in the literature, and they suggested that students tend to use less complex explanations invoking simple and incomplete reasons, thus privileging the descriptive and causal explanations. The explanations that they formulate are influenced by their misconceptions and their everyday experiences, both theoretically and empirically not well justified.

This research has thus revealed the importance of promoting educational situations that lead students to develop competence to explain phenomena and to handle data as well as to know the scientifically correct explanations for these phenomena. Whenever possible, teachers should ask students predictions and explanations of phenomena related to the day-to-day life in order to support the transference of learning to their experiences as citizens.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GERAL	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE QUADROS	xiii

I – DA CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

1.1. Introdução	1
1.2. Contextualização do estudo	1
1.2.1 O ensino das Ciências no 1º Ciclo	1
1.2.2 As Actividades Laboratoriais no ensino das Ciências no 1º Ciclo	10
1.3. Objectivos do estudo	13
1.4. Importância do estudo	14
1.5. Limitações do estudo	16
1.6. Plano geral da dissertação	16

II – REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução	19
2.2. Conhecimento científico sobre a germinação do feijão	19
2.3. Concepções Alternativas dos alunos sobre a germinação do feijão	24
2.4. A relevância das actividades laboratoriais no Ensino das Ciências	28
2.4.1 Objectivos das actividades laboratoriais	28
2.4.2 Tipologia das actividades laboratoriais	31
2.5. Explicações científicas no Ensino das Ciências e as actividades laboratoriais	35
2.5.1 As explicações em Ciências e a sua tipologia	35
2.5.2 O papel das actividades laboratoriais na construção de explicações científicas	41

III – METODOLOGIA

3.1.	Introdução	45
3.2.	Descrição do estudo	45
3.3.	População e amostra	46
3.4.	Tipo de estudo e técnica de recolha de dados	48
3.5.	Os instrumentos de recolha de dados	50
3.6.	Recolha de dados	52
3.7.	Tratamento e análise de dados	52

IV – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1.	Introdução	55
4.2.	Análise das respostas às entrevistas	55
4.2.1	Previsões gerais formuladas pelos alunos acerca do que acontece quando se colocar o feijão na terra do vaso	55
4.2.2	Análise da primeira etapa da germinação (semana 1)	58
4.2.3	Análise da segunda etapa da germinação (semana 2)	67
4.2.4	Análise da terceira etapa da germinação (semana 3)	77
4.2.5	Análise da quarta etapa da germinação (semana 4)	88
4.2.6	Explicações gerais formuladas pelos alunos sobre como um feijão pode originar um feijoeiro	99

V – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

5.1.	Introdução	105
5.2.	Conclusões	105
5.3.	Implicações para o ensino das Ciências	107
5.4.	Sugestões para futuras investigações	108

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
----------------------------------	-----

ANEXOS	127
Anexo 1 - Guião da entrevista realizada aos alunos	129
Anexo 2 - Exemplo de transcrição de uma entrevista realizada aos alunos	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Previsões formuladas pelos alunos acerca do que acontece quando se coloca o feijão na terra do vaso	56
Tabela 2	Previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após uma semana da germinação	59
Tabela 3	Descrição dos alunos sobre o observado após a primeira semana da germinação	60
Tabela 4	Grau de coincidência entre os fenômenos observados e os previstos pelos alunos (primeira semana)	62
Tabela 5	Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após a primeira semana de germinação	64
Tabela 6	Previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após duas semana da germinação	68
Tabela 7	Descrição dos alunos sobre o observado após a segunda semana da germinação	70
Tabela 8	Grau de coincidência entre os fenômenos observados e os previstos pelos alunos (segunda semana)	72
Tabela 9	Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após a segunda semana de germinação	74
Tabela 10	Previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após três semana da germinação	78
Tabela 11	Descrição dos alunos sobre o observado após a terceira semana da germinação	81
Tabela 12	Grau de coincidência entre os fenômenos observados e os previstos pelos alunos (terceira semana)	82
Tabela 13	Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após a terceira semana de germinação	85
Tabela 14	Previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após quatro semana da germinação	89
Tabela 15	Descrição dos alunos sobre o observado após a quarta semana da germinação	92
Tabela 16	Grau de coincidência entre os fenômenos observados e os previstos pelos alunos (quarta semana)	94
Tabela 17	Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após a terceira semana de germinação	96
Tabela 18	Explicações que os alunos construíram após fundamentarem como um feijão pode originar um feijoeiro	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Fases da germinação do feijão.....	22
-----------	------------------------------------	----

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1:	Objectivos das questões a incluir no guião aplicado aos alunos	51
-----------	--	----

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

Este capítulo tem como objectivo contextualizar o estudo realizado bem como explicitar a sua relevância e pertinência no âmbito do ensino das ciências.

Assim, em primeiro lugar apresentamos a estrutura geral do capítulo (1.1), seguindo-se a contextualização do estudo (1.2), que assenta em duas ideias ou vertentes que serviram de base à sua realização: O ensino das Ciências no 1º Ciclo, e as Actividades Laboratoriais no ensino das Ciências no 1º Ciclo.

Seguidamente, apresenta-se a definição do objectivo do estudo (1.3), a importância do estudo (1.4) e as suas limitações (1.5). Finalmente, apresenta-se o plano geral da dissertação (1.6).

1.2. Contextualização do estudo

Neste sub-capítulo, far-se-á, inicialmente, uma abordagem ao ensino das Ciências no 1º ciclo do Ensino Básico (1.2.1.), de seguida, e por último, centrar-nos-emos nas actividades laboratoriais no ensino das Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico (1.2.2.).

1.2.1. O ensino das Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico

A importância do ensino das Ciências nos primeiros anos de escolaridade é hoje consensual, bem como a pretensão de se promover a literacia científica dos alunos. A abordagem das ciências leva as crianças a desenvolverem competências cognitivas, a par de competências psicomotoras e sócio-afectivas, como a cooperação, a iniciativa, a ajuda, o respeito e a responsabilidade (Pires, Morais e Neves, 2004). Ainda na óptica dos referidos autores a mudança tecnológica impetuosa e a globalização do mercado reivindicam sujeitos com educação abrangente em diversas áreas, que evidenciem flexibilidade, capacidade de comunicação e uma capacidade de aprender ao longo da vida. O ensino de Ciências nos primeiros anos de escolaridade deverá propiciar a todos os cidadãos os conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento de capacidades necessárias para se orientarem nesta

sociedade complexa, compreendendo o que se passa à sua volta, tomando posição e intervindo na sua realidade (Pires, Morais e Neves, 2004). Nesta linha de pensamento, um público cientificamente informado em ciências é uma das condições prévias para o efectivo funcionamento de uma sociedade democrática, permeada pela Ciência e Tecnologia.

Segundo os mesmos autores (Pires, Morais e Neves, 2004), o ensino das ciências é condição imprescindível para que, em simultâneo com a aquisição dos conteúdos de ciência, se desenvolvam processos científicos/capacidades investigativas que podem ser transferidas para outras áreas do saber.

As Ciências devem evoluir não só nas suas práticas, nos seus temas de investigação e nos seus métodos, o que tem feito ao longo da história, mas também nas suas relações com a sociedade, esforçando-se por se tornar acessível a todos, trazer prazer intelectual a um maior número de cidadãos e não estar reservada apenas a alguns (Valente, 1999). Ainda na perspectiva de Valente (1999) o ensino das Ciências deve contribuir, portanto, para que o homem substitua o conhecimento comum, pelo científico e possa ser melhor inquilino do Planeta. O ensino das Ciências deve ser reconhecido como elementar para a plena realização do ser humano, para que se possa contar com cidadãos activos e bem informados.

Os autores Mortimer & Scott (2003), referem que o aluno aprende progressivamente com as manifestações dos fenómenos naturais, fazendo conjecturas, experimentando, errando, interagindo com colegas, com os professores, expondo os seus pontos de vista, as suas suposições, e confrontando-os com outros e com os resultados experimentais para testar a sua pertinência e validade. Este processo de ensino aprendizagem auxilia os alunos a atingir níveis mais elevados de cognição, o que facilita a aprendizagem de conceitos científicos.

Segundo Fracalanza, Amaral & Gouveia (1986) "... o ensino de ciências, entre outros aspectos deve [...] permitir a aprendizagem dos conceitos básicos das ciências naturais e da aplicação dos princípios aprendidos a situações práticas; possibilitar a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade e dos mecanismos de produção e apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos; " (p. 26-27). Ainda na óptica dos referidos autores o ensino de Ciências, além dos conhecimentos, experiências e habilidades inerentes a esta matéria, deve desenvolver o pensamento lógico e a vivência de momentos de investigação, convergindo para o desenvolvimento das capacidades de observação, reflexão, criação, discriminação de valores, comunicação, convívio, cooperação, decisão, acção, entendidos como sendo objectivos do processo educativo. Estas habilidades mencionadas são instrumentos de

suprema importância para a vida do educando pois, em muitas situações de sua existência, estas habilidades estarão presentes e, é nestas faixa etárias que estas habilidades podem e devem ser iniciadas, permitindo ao aluno discutir e analisar o conhecimento que vai construindo (Fracalanza, Amaral & Gouveia, 1986).

Segundo Sá (1994: 31) “as Ciências da Natureza podem ser um contributo para se fazer da escola um lugar de prazer e satisfação pessoais, porque oferecem a possibilidade de as crianças realizarem importantes objectivos educativos fazendo coisas de que realmente gostam”.

De acordo com Martins (2002), o ensino das ciências deverá começar nos primeiros anos, fornecer bases sólidas sobre as áreas mais importantes, e deverá ser atractivo para cativar as crianças para a continuação dos estudos em ciências. As crianças, desde cedo, necessitam de conhecer e interpretar os fenómenos naturais, situando-se no Universo em que estão inseridas e interpretando a Natureza (Pereira, 1992). A ciência deve ser entendida como um elemento da Cultura, tendo em vista que os conhecimentos científicos e tecnológicos se desenvolvam em grande escala na nossa sociedade.

Segundo Williams *et al.* (1995) os professores devem iniciar o ensino da ciência pelas questões e fenómenos que são interessantes e familiares aos alunos e não por abstracções ou fenómenos que estejam fora do alcance da sua percepção, compreensão ou conhecimento. Os alunos do Ensino Básico devem começar a tomar contacto com as coisas à sua volta, observá-las, colecioná-las, manipulá-las, descrevê-las, ficar intrigados com elas, colocar questões sobre elas, argumentar acerca delas e, por fim, tentar encontrar respostas para essas questões por eles levantadas. De acordo com Martins (1994) o ensino das ciências no Ensino Básico deve partir dos problemas do dia-a-dia, conhecidos dos alunos e não de uma exploração do conhecimento científico para dar um novo sentido ao que já se sabe.

A importância de promover a literacia científica desde os primeiros anos é discutida por diversos autores e organizações que recomendam a promoção de uma educação em ciências desde os primeiros níveis da educação (Pereira, 2002) até ao término da escolaridade básica. “Para o exercício pleno da cidadania, um mínimo de formação básica em ciências deve ser desenvolvido, de modo a fornecer instrumentos que possibilitem uma melhor compreensão da sociedade em que vivemos” (Delizoicov & Angotti, 1990: 56). Assim, todos os indivíduos devem receber uma formação mínima em ciências para a sua formação cultural. A criança é cidadã que se constrói através da interacção com os outros e com o meio em que vive. “O propósito mais geral do ensino das Ciências deverá ser incentivar a emergência de uma cidadania

esclarecida, capaz de usar os recursos intelectuais da Ciência para criar um ambiente favorável ao desenvolvimento do Homem como ser humano” (Carmo, 1991: 146).

Martins (2002) defende que a educação em ciência é um processo continuado e o ensino formal tem a responsabilidade de preparar os indivíduos para aprenderem ao longo da vida. Por conseguinte, as novas orientações curriculares para Ciências especificam competências que vão de encontro a estes princípios.

Segundo Pereira (1992) a inclusão das Ciências da Natureza no currículo do ensino básico justifica-se pela necessidade de os alunos adquirirem um conjunto de conhecimentos e competências essenciais para se iniciarem no estudo das ciências, bem como pelo seu importante contributo para o desenvolvimento de capacidades na criança. Ainda na linha de pensamento do mesmo autor, justifica na perspectiva da sociedade ao permitir à criança adquirir uma compreensão científica dos fenómenos e acontecimentos que compõem o mundo físico e social de que faz parte. Há que considerar, ainda, como refere Martins (2002), que o ensino das ciências nos primeiros anos de escolaridade fornece bases sólidas sobre as áreas mais importantes, e deverá ser atractivo para cativar as crianças para a continuação dos estudos em ciências.

Segundo Tenreiro-Vieira (2004) e Vieira, o ensino das ciências, desde os primeiros anos de escolaridade, evita a construção e sedimentação de concepções que se afastam das concepções científicas e favorece as aprendizagens posteriores, bem como o desenvolvimento de competências por parte das crianças. Considera-se neste contexto que, “a noção de competência está relacionada com um saber em acção, envolvendo conhecimentos, atitudes e capacidades de pensamento” (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2004: 50).

As actuais orientações do Ministério da Educação ao nível do currículo para o ensino básico das ciências físicas e naturais e do Estudo do Meio apelam, desde o início da escolaridade, ao aprofundamento do conhecimento didáctico de conteúdo no âmbito desta área do saber. Para além de promover a literacia científica, a educação em ciências reflecte-se transdisciplinarmente noutras áreas do currículo, assim como, contribui para o desenvolvimento de competências na língua materna, promove uma atitude crítica/reflexiva e desenvolve o pensamento para a resolução de problemas. Botão (1999) afirma que “só um saudável e construtivo convívio entre áreas disciplinares diferentes pode proporcionar um trabalho efectivamente rigoroso e completo.”

Segundo a Organização Curricular e Programas para o 1º Ciclo do Ensino Básico (DEB, 2004) este ciclo de ensino pode ser o abrir de possibilidades de sucesso educativo se a formação dos seus alunos for realmente integradora dos saberes e competências ao alcance do nível etário em causa, respondendo, antes de mais às questões para as quais essas crianças ainda não têm resposta adequada e próxima das concepções actuais do conhecimento humano. Um grande número de respostas acaba por encontrá-las quando aborda os conteúdos relacionados com o Estudo do Meio. Enunciado, ainda, no mesmo documento (DEB, 2004) dentro desta área disciplinar encontramos os primeiros grandes estudos relacionados com as Ciências Naturais que, pela sua natureza, são compreensíveis quando há interacção com os agentes envolvidos, sejam seres vivos ou não vivos. De acordo com o documento Competências Essenciais para o Ensino Básico (DEB, 2001), a maioria dos fenómenos e interacções que se observam carecem de uma explicação que nem sempre é inteligível de forma expositiva, mais tratando-se de crianças dos seis aos dez ou mais anos de idade, em que os novos conhecimentos e competências serão tanto mais sólidos quando assentes em conhecimentos já alicerçados.

O Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001), adopta uma noção ampla de competência, que integra conhecimentos, capacidades e atitudes e que pode ser entendida como saber em acção ou em uso, em que desenvolver as competências de um aluno não é adicionar a um conjunto de conhecimentos um certo número de capacidades e atitudes, mas sim de promover o desenvolvimento integrado de capacidades e atitudes que viabilizam a utilização dos conhecimentos em situações diversas, mais familiares ou menos familiares ao aluno. O documento para Organização Curricular e Programas para o 1º Ciclo do Ensino Básico (DEB, 2004) aponta para uma educação básica que pressupõe a aquisição de um certo número de conhecimentos e a apropriação de um conjunto de processos fundamentais mas não se identifica com o conhecimento memorizado de termos, factos e procedimentos básicos, desprovido de elementos de compreensão, interpretação e resolução de problemas.

Ainda no documento Competências Essenciais para o Ensino Básico (DEB, 2001) verifica-se que se procura salientar os saberes que se consideram fundamentais, para todos os cidadãos em diversos tipos de situações, nomeadamente situações problemáticas. Por isso, não se pode falar de competência sem lhe associar o desenvolvimento de algum grau de autonomia em relação ao uso do saber. Este uso, no âmbito do Estudo do Meio pressupõe a emergência de componentes emocionais, afectivas e práticas de relação com o aluno, proporcionadas pela

vivência de experiências de aprendizagem que promovam o desenvolvimento de competências específicas.

A Organização Curricular e Programas para o 1º Ciclo do Ensino Básico (DEB, 2004) define o Estudo do Meio como a área disciplinar onde se incluem as actividades e conteúdos relacionados com as Ciências Naturais, alguns dos quais claramente orientados para o trabalho experimental e que se incluem no objectivo: “Utilizar alguns processos simples de conhecimento da realidade envolvente (observar, descrever, formular questões e problemas, avançar possíveis respostas, ensaiar, verificar), assumindo uma atitude de permanente pesquisa e experimentação” Organização Curricular e Programas para o 1º Ciclo do Ensino Básico (DEB, 2004: 103). Deste modo, o ensino da ciência, tal como prevêem as Competências Essenciais do Ensino Básico (2001), “visa proporcionar aos alunos possibilidades de despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela ciência; adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas...” (p.129).

O Programa da área curricular de Estudo do Meio (DEB, 2004), está organizado em seis blocos de aprendizagem que correspondem a conjuntos de actividades de aprendizagem designados por um tema articulador. Cada bloco é composto por quatro etapas de actividades que correspondem a cada um dos quatro anos do 1.º Ciclo. O conteúdo de cada Bloco é constituído por conjuntos de actividades de aprendizagem enunciadas sob a forma de objectivos de acção. Cada conjunto dessas actividades integra-se num enunciado mais genérico ou num conceito aglutinador.

O bloco de aprendizagem 1 intitulado, *À descoberta de si mesmo*, pretende “que os alunos estruturam o conhecimento de si próprios, desenvolvendo, ao mesmo tempo, atitudes de auto-estima e autoconfiança e de valorização da sua identidade e das suas raízes.” (DEB, 2004:105). Relativamente ao bloco de aprendizagem 2 denominado, *À descoberta dos outros e das instituições*, “os alunos iniciar-se-ão no modo de funcionamento e nas regras dos grupos sociais, ao mesmo tempo que deverão desenvolver atitudes e valores relacionados com a responsabilidade, tolerância, solidariedade, cooperação, respeito pelas diferenças, comportamento não sexista, etc.” (DEB, 2004:110). No que respeita ao bloco de aprendizagem 3 titulado, *À descoberta do ambiente natural*, este “compreende os conteúdos relacionados com os elementos básicos do meio físico (o ar, a água, as rochas, o solo), os seres vivos que nele

vivem, o clima, o relevo e os astros” (DEB, 2004:115). Relativamente ao bloco de aprendizagem 4 designado, *À descoberta das inter-relações entre os espaços*, “...agrupa os conteúdos relativos ao espaço” (DEB, 2004:119). No que concerne ao bloco de aprendizagem 5 denominado, *À descoberta de materiais e objectos*, “...pretende-se fundamentalmente com este bloco desenvolver nos alunos uma atitude de permanente experimentação com tudo o que isso implica: observação, introdução de modificações, apreciação dos efeitos e resultados, conclusões” (DEB, 2004:123). Finalmente o bloco de aprendizagem 6 intitulado, *À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade*, “...devem promover-se atitudes relacionadas com a conservação e melhoria do ambiente, o uso racional dos recursos naturais, assim como de uma participação esclarecida e activa na resolução de problemas ambientais” (DEB, 2004:127).

O tema “ a germinação do feijão” no Primeiro Ciclo Ensino Básico pode ser abordado dentro do Bloco 3 “*À Descoberta do Ambiente Natural*”. Este bloco abarca os conteúdos relacionados com os elementos básicos do meio físico, os seres vivos que nele vivem, o clima, o relevo e os astros. “A curiosidade infantil pelos fenómenos naturais deve ser estimulada e os alunos encorajados a levantar questões e a procurar respostas para eles através de experiências e pesquisas simples. Os estudos a realizar terão por base a observação directa, utilizando todos os sentidos, a recolha de amostras, sem prejudicar o ambiente, assim como a experimentação.” (DEB, 2004: 115).

Ao nível do 1º ano de escolaridade dentro do tema “Os seres vivos do seu ambiente” pretende-se que as crianças possam criar animais e cultivar plantas na sala de aula ou no recinto da escola, reconheçam alguns cuidados a ter com as plantas e os animais e identifiquem manifestações da vida vegetal e animal (observar plantas e animais em diferentes fases da sua vida). Para o 2º ano de escolaridades mantém-se o mesmo tema “ Os seres vivos do seu ambiente” mas com competências diferentes, pois pretende-se levar os alunos a observar e identificar algumas plantas mais comuns existentes no ambiente próximo (plantas espontâneas, plantas cultivadas, reconhecer diferentes ambientes onde vivem as plantas, conhecer partes constitutivas das plantas mais comuns, registar variações do aspecto, ao longo do ano, de um arbusto ou de uma árvore). Ainda dentro do mesmo tema os alunos devem observar e identificar alguns animais mais comuns existentes no ambiente próximo (animais selvagens, animais domésticos, reconhecer diferentes ambientes onde vivem os animais, reconhecer características externas de alguns animais e recolher dados sobre o modo de vida desses animais. No que

concerne ao terceiro ano de escolaridade o tema é “Os Seres Vivos do Ambiente Próximo” onde as actividades de aprendizagem devem ser orientadas de forma a que os alunos possam comparar e classificar plantas segundo alguns critérios tais como: cor da flor, forma da folha, folha caduca ou persistente, forma da raiz, plantas comestíveis e não comestíveis, realizar experiências e observar formas de reprodução das plantas (germinação das sementes, reprodução por estaca...), reconhecer a utilidade das plantas (alimentação, mobiliário, fibras vegetais...), comparar e classificar animais segundo as suas características externas e modo de vida, identificar alguns factores do ambiente que condicionam a vida das plantas e dos animais (água, ar, luz, temperatura, solo) realizando experiências e construir cadeias alimentares simples.

No entanto, a Reorganização Curricular do Ensino Básico (D.L. 6/2001) refere-se: “à necessidade de proceder a uma reorganização do currículo do ensino básico, no sentido de reforçar a articulação entre os três ciclos que o compõem, quer no plano curricular quer na organização de processos de acompanhamento e indução que assegurem, sem perda das respectivas identidades e objectivos, uma maior qualidade das aprendizagens. Nesta reorganização assume particular relevo a consagração no currículo de três novas áreas curriculares não disciplinares, bem como a obrigatoriedade do ensino experimental das ciências...” No artigo 3º que define os princípios orientadores refere ainda na alínea e): “Valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com carácter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões teórica e prática”.

A actual reorganização curricular, ainda através do Decreto-Lei n.º6/2001, introduziu as áreas curriculares não disciplinares, Área de Projecto, Estudo Acompanhado e Formação Cívica, no currículo do 1º Ciclo do Ensino Básico, no sentido da articulação das diferentes áreas disciplinares, visto que possuem natureza transversal e integradora. Dadas as características, específicas dos conteúdos científicos e dos métodos das Ciências, as áreas curriculares não disciplinares devem contemplar essa especificidade.

Tendo por referência o Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2004) a Área de Projecto, tem como objectivos envolver os alunos na concepção, realização e avaliação de projectos; promover a articulação de saberes de diversas áreas em torno de problemas e temas de pesquisa ou de intervenção. O professor deve orientar os alunos, no desenvolvimento de projectos relativos às Ciências, envolvendo as fases que, geralmente, se apontam para a Área de

Projecto, como sejam: escolha do tema/problema; escolha e definição dos subproblemas; organização e planificação do trabalho; recolha da informação; ponto da situação; tratamento da informação e preparação do relatório; apresentação dos trabalhos; balanço do trabalho realizado.

De acordo com o Decreto-Lei n.º6/2001 e Decreto-Lei n.º209/2002, na área não disciplinar de Estudo Acompanhado, o professor deve promover o estudo autónomo das Ciências nos alunos, através de medidas que permitam a detecção de dificuldades e a respectiva remediação, a nível da motivação, envolvimento pessoal, autocontrolo, por aquisição/desenvolvimento de estratégias cognitivas e metacognitivas. Nesta perspectiva, o Estudo Acompanhado, ajudará a: aumentar a motivação dos alunos pelas actividades relativas às Ciências; desenvolver competências de controlo, planeamento e organização do estudo das Ciências, treinando e desenvolvendo estratégias cognitivas utilizáveis nesse estudo e ajudando os alunos a conhecerem a forma como aprendem melhor e a seleccionarem as estratégias mais adequadas a cada tarefa e ao próprio estilo de aprendizagem.

Ainda de acordo com o mesmo Decreto-Lei acima mencionado a Formação Cívica é um espaço privilegiado “para o desenvolvimento da educação para a cidadania, visando o desenvolvimento da consciência cívica dos alunos como elemento fundamental no processo de formação de cidadãos responsáveis, críticos, activos e intervenientes, com recurso, nomeadamente, ao intercâmbio de experiências vividas pelos alunos e à sua participação, individual e colectiva, na vida da turma, da escola e da comunidade.” A concretização do referido objectivo encontra um campo favorável nos trabalhos a realizar no âmbito das Ciências, podendo revestir a forma de sessões de informação e debate, que poderão assumir o formato de assembleia de turma, para discutir problemas cívicos que envolvam a ciência e as suas utilizações.

As Competências Essenciais para o Ensino Básico (DEB, 2001), definem a necessidade da educação escolar se organizar para o desenvolvimento de competências e lembra que “ a mudança tecnológica acelerada e a globalização do mercado exigem indivíduos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade, capacidade de comunicação, e uma capacidade de aprender ao longo da vida” (p. 129). Recorda ainda, que “estas competências não se coadunam com um ensino em que as Ciências são apresentadas de uma forma compartimentada, com conteúdos desligados da realidade, sem uma verdadeira dimensão global integrada” (p. 129).

Ao longo do Ensino Básico, cabe ao professor a responsabilidade de estruturar o conhecimento de acordo com o nível etário e o contexto escolar dos seus alunos.

1.2.2. As Actividades Laboratoriais no ensino das Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico

A importância atribuída às actividades laboratoriais no ensino das ciências não é um facto recente. Há quase trezentos anos John Lock apontou a necessidade de os alunos realizarem trabalho laboratorial. O trabalho laboratorial tornou-se importante no ensino das ciências no século XIX, em que as disciplinas de ciências começaram a integrar os currículos de diversos países (Klainin, 1995). O facto de o trabalho laboratorial se ter tornado um pré-requisito para o acesso a algumas universidades americanas (Klainin, 1995) e as críticas de alguns examinadores acerca da pouca importância que lhe era dada na escola (Lock, 1988) terão ajudado determinadamente para a sua obtenção de um lugar de relevo nos currículos.

Porém, as actividades laboratoriais têm sido usadas de formas variadas ao longo dos tempos. Nas últimas décadas do século XIX as actividades laboratoriais começaram por ser usadas nas escolas inglesas e americanas (DeBoer, 2000). Muito perto da mudança desse século, Armstrong lança a crença nos benefícios de levar a criança descobrir por si própria, o que acarretou uma enorme mudança na forma de usar as actividades laboratoriais. Como surgiu, a aprendizagem por descoberta, no âmbito do ensino das ciências passou a ver-se as actividades laboratoriais como impulsionadoras para a compreensão da teoria (Lock, 1988). Segundo Solomon (1980) e Layton (1990) as actividades laboratoriais foram usadas para justificar a inclusão de disciplinas de ciências nos currículos, pois possibilitava a realização de investigações pelos alunos, considerando este facto como uma possibilidade de os alunos aprenderem aprender.

Durante os anos oitenta, implementou-se no nosso país, uma reforma no sistema educativo, em que os objectivos para o ensino básico iam no sentido das orientações instituídas em outros países mais desenvolvidos, numa tentativa de aproximar Portugal desses países, em termos educacionais (Freire, 1993). Por esta altura os programas sustentavam o ensino de método científico, sendo este aspecto mais acentuado no ensino das Ciências da Natureza.

A partir do início dos anos 90, segundo Leite (2001), Portugal levou acabo uma reforma educativa que consolidou a importância das actividades laboratoriais e melhorou as condições

para promover a realização das mesmas no âmbito das disciplinas de ciências. Em consequência dessa reforma os novos programas das disciplinas de ciências passaram a atribuir maior importância às actividades laboratoriais. As iniciativas do Ministério da Ciência e da Tecnologia também desenvolveram condições materiais mais favoráveis para a implementação dos objectivos dos programas respeitantes às actividades laboratoriais, demonstrando assim a importância atribuída às mesmas.

Uma vez que as actividades laboratoriais conseguiram afirmar-se, ao longo dos tempos, nos currículos de Ciências como um aspecto importante no contexto do ensino e da aprendizagem desta área, muitos investigadores internacionais concedem-lhe todo o apoio e aceitação como metodologia de ensino, para os quais as actividades laboratoriais se apresentam como um potencial facilitador da mudança conceptual (De ProBueno, 2000).

De acordo com o currículo nacional do ensino básico, a curiosidade das crianças pelos fenómenos naturais deve ser estimulada no 1º ciclo, sendo os alunos encorajados a levantar questões e a procurar respostas através de experiências e de pesquisas simples. Desta forma, o trabalho experimental concebido como uma actividade de investigação adequada aos diversos contextos de ensino-aprendizagem, contribui para a criação de situações de aprendizagem significativas, adaptáveis aos diversos níveis etários, promovendo um alargamento do conhecimento científico por parte dos alunos.

Segundo Hodson (1988), “Trabalho Prático” é o conceito mais geral e inclui todas as actividades que exigem que o aluno esteja activamente envolvido entendendo-se este envolvimento como podendo ser de tipo psicomotor, cognitivo ou afectivo, abrange actividades laboratoriais, trabalhos de campo, actividades de resolução de exercícios ou de problemas de lápis e papel ou ainda a utilização de um programa informático (Hodson, 1988; Leite, 2001). O “Trabalho Laboratorial”, por sua vez, inclui actividades que envolvem a utilização de materiais de laboratório que podem ser usados quer em laboratório quer numa sala de aula, desde que não sejam necessárias condições especiais, e o “Trabalho experimental” inclui actividades que envolvem controlo e manipulação de variáveis e que podem ser laboratoriais, de campo ou outro tipo de actividades práticas. A característica que possibilita a discriminação entre as actividades experimentais e as não experimentais prende-se com a necessidade (ou não) de controlar variáveis (Leite, 2002). As actividades laboratoriais podem ser de tipo experimental e não experimental (Leite, 2002). As primeiras envolvem não só a utilização de materiais de laboratório como o controlo e a manipulação de variáveis; as segundas reportam-se a actividades simples

que podem ter como objectivo o desenvolvimento de capacidades de observação, de manipulação de instrumentos ou a aprendizagem de uma técnica laboratorial (Leite, 2002).

Segundo Hodson (1988) as actividades laboratoriais têm a possibilidade de permitir motivar os alunos, ensinar competências laboratoriais e de metodologia científica, reforçar a aprendizagem de conhecimento conceptual e desenvolver atitudes científicas. Ainda segundo o mesmo autor, Hodson, o trabalho laboratorial é simultaneamente infra-utilizado e superutilizado, o primeiro porque se fazem poucas actividades laboratoriais e o segundo porque não se rentabilizam as actividades realizadas.

Envolver os alunos na realização de trabalho laboratorial tende a enfatuar as potencialidades deste em permitir atingir objectivos relacionados com a aprendizagem de conhecimento conceptual e procedimental e a aprendizagem de metodologia científica, bem como a promoção de capacidades de pensamento, designadamente de pensamento crítico e criativo e o desenvolvimento de atitudes como, por exemplo, a abertura de espírito, a objectividade e a prontidão para suspender juízos sempre que a evidência e as razões não sejam suficientes para o sustentar (Hodson, 2000).

A Actividade Laboratorial é muito mais relevante e significativa, quando o professor leva em conta, o quotidiano e a realidade dos alunos, assim como, quando respeita as características do pensamento infantil. Desta forma, tal actividade deve ter como característica, permitir ao aluno participar activamente, observando, investigando, reflectindo, levantando hipóteses, comunicando e debatendo fatos e ideias condizentes com sua realidade (Hodson, 2000).

Apresentando-se o contexto laboratorial privilegiado para a interacção entre pares, motivando-os para a aprendizagem e estimulando-os a reflectir sobre os seus conhecimentos prévios, ele facilita a concretização de uma perspectiva social construtivista do ensino e da aprendizagem (Hodson & Hodson, 1998), justificando assim a valorização e a ênfase que lhe são atribuídos no ensino das Ciências.

A educação em Ciência, em termos de finalidades, como refere Cachapuz (2000), não se deve preocupar somente com a aprendizagem de conhecimentos ou de processos de ciência, mas também defender que tais aprendizagens se tornarão úteis e empregáveis no dia-a-dia no sentido de cooperarem para o crescimento pessoal e social dos futuros cidadãos, no âmbito de sociedades tecnologicamente desenvolvidas, abertas e democráticas.

Segundo Praia & Marques (1998) as actividades laboratoriais devem ser estimuladas ao longo da escolaridade, de forma a fomentar nos alunos o gosto pela aprendizagem e promover

novas atitudes que levem os alunos a compreenderem e a valorizarem de forma apropriada o conhecimento científico, fazendo uso dele nas questões do seu dia-a-dia, conseguindo desta forma entender melhoras situações e fenómenos que os rodeiam.

Segundo Luneta (1991), um ensino eficaz da ciência deve passar pela implementação de actividades laboratoriais que incluam “finalidades desenvolvidas a partir do mundo da ciência, das expectativas da sociedade e da compreensão do modo como as pessoas aprendem” (Lunetta, 1991: 83).

A utilização de actividades laboratoriais no ensino das ciências é muitas vezes fundamentada com base em argumentos de três tipos: cognitivos, afectivos e associados a capacidades/habilidades (Wellington, 1998). Hodson (1993) refere que as actividades laboratoriais podem motivar os alunos, suportando assim os argumentos de natureza afectiva, pode reforçar a aprendizagem de conhecimento conceptual, o que apoia os argumentos de natureza cognitiva, e pode ensinar competências laboratoriais e desenvolver atitudes científicas reforçando os argumentos relacionados com capacidades/habilidades. No entanto, o carácter fechado que, frequentemente, as actividades realizadas nas aulas de ciências assumem, quer nas escolas básicas (Dourado, 2001), quer secundárias (Afonso, 2000; Cunha, 2002), não facilita a sustentabilidade destes argumentos.

Tenreiro-Vieira (2000), defende que as actividades laboratoriais podem desempenhar um papel fundamental na educação em Ciências, pois pode levar os alunos a desenvolverem um maior interesse pelo estudo das Ciências, pode desenvolver capacidades de resolução de problemas, pode beneficiar a construção dos conceitos teóricos e a compreensão do trabalho científico.

1.3. Objectivo do estudo

É reconhecida a importância de iniciar nos primeiros anos de escolaridade o ensino das ciências de base experimental de forma a estimular a curiosidade e o interesse das crianças pela ciência, bem como proporcionar aprendizagens próprias deste nível etário.

As actuais orientações do Ministério da Educação ao nível do currículo para o ensino básico das ciências apelam, desde o início da escolaridade, ao aprofundamento do conhecimento didáctico de conteúdo no âmbito desta área do saber. Para além de promover a literacia científica, a educação em ciências reflecte-se transdisciplinarmente noutras áreas do

currículo, assim como, contribui para o desenvolvimento de competências na língua materna, promove uma atitude crítica/reflexiva e desenvolve o pensamento para a resolução de problemas. O aluno aprende progressivamente com as manifestações dos fenómenos naturais, fazendo conjecturas, experimentando, errando, interagindo com colegas, com os professores, expondo os seus pontos de vista, as suas suposições, e confrontando-os com outros e com os resultados experimentais para testar a sua pertinência e validade. Este processos de ensino aprendizagem auxiliam os alunos a atingir níveis mais elevados de cognição, o que facilita a aprendizagem de conceitos científicos. O conhecimento científico não se adquire simplesmente pela vivência de situações quotidianas pelos alunos. Há necessidade de uma intervenção planeada do professor, a quem cabe a responsabilidade de sistematizar o conhecimento, de acordo com o nível etário dos alunos e dos contextos escolares.

Através da realização de actividades laboratoriais, os alunos têm possibilidade de discutirem pareceres ou opiniões sobre problemas em estudo, levando-os a realizarem aprendizagens quer ao nível conceptual, quer ao nível procedimental. Determinados tipos de actividades de laboratório contribuem de forma especial para a aprendizagem de conhecimento conceptual e conseqüentemente a aprendizagem de explicações científicas de fenómenos naturais. As actividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflecte têm como objectivo primordial a aprendizagem de conhecimento conceptual ((re)construção de conhecimento conceptual). Estas actividades impulsionam a reconstrução do conhecimento dos alunos, começando por os confrontar com uma questão que os permite tornar conhecedores das suas ideias prévias, para os confrontar depois, com os dados empíricos.

Para este trabalho de investigação foi definido como objectivo principal: Analisar as explicações científicas produzidas pelos alunos do 1º ciclo a propósito de actividades laboratoriais no tópico da germinação do feijão.

1.4. Importância do estudo

O conhecimento do mundo que nos rodeia e a resposta às questões que mareiam na mente de cada um de nós e dos nossos alunos residem no estudo partilhado, no ensino e aprendizagem experimental de conceitos e leis num ambiente de aprendizagem fascinante e cativador, em que todos têm as suas ideias que, quando partilhadas, permitem promover um trabalho participado. As evidências alcançadas depois de um infinito de dúvidas, só podem

acontecer com o recurso a estratégias estruturadas e flexíveis em que as metodologias empregues sejam as mais activas, quanto possível, e possam propiciar a construção de indivíduos que desenvolvam equilibradamente competências psicomotoras como via para as grandes aquisições da sua formação ao longo da vida e presentemente integradas num quadro cognitivo privilegiado no ambiente da sala de aula.

O 1º Ciclo do Ensino Básico pode ser o abrir de possibilidades de sucesso educativo se a formação dos alunos for realmente integradora dos saberes e competências, respondendo, antes de mais às questões para as quais essas crianças ainda não têm resposta adequada e próxima das concepções actuais do conhecimento humano. Um grande número de respostas acaba por encontrá-las quando aborda os conteúdos relacionados com o Estudo do Meio. Dentro desta área disciplinar encontramos os primeiros grandes estudos relacionados com as Ciências Naturais que, pela sua natureza, são compreensíveis quando há interacção com os agentes envolvidos, sejam seres vivos ou não vivos. A maioria dos fenómenos e interacções que se observam carecem de uma explicação que nem sempre é inteligível de forma expositiva, mais tratando-se de crianças dos seis aos dez ou mais anos de idade. Assim, os estudos que se realizem relacionados com as Ciências da Natureza devem ser o mais práticos possível em que as crianças apliquem todo o seu conhecimento multidisciplinar, desenvolvam esse conhecimento, integrando novos conhecimentos aos já realmente adquiridos.

Alguns autores como Driver (1994) referem-se ao processo de ensino e aprendizagem de ciências como "enculturação", ou seja, a educação é vista como um processo de apropriação da cultura científica. Para outros autores, como Lemke (1990), aprender ciências significa apropriar-se de um discurso científico, isto é, aprender como determinados termos se relacionam entre eles e com o contexto em que são utilizados para produzir significados específicos.

O conhecimento científico é composto por elementos, tais como teorias, conceitos e princípios científicos, na forma de uma grande estrutura. Assim a ciência não requer apenas palavras com significados específicos, mas sim uma linguagem própria capaz de tornar possível a aprendizagem e principalmente o desenvolvimento de competências.

A linguagem científica possui uma estrutura particular e características específicas, indissociáveis do próprio conhecimento científico, estruturando e dando mobilidade ao próprio pensamento científico. O domínio da linguagem científica é uma competência essencial tanto para a prática da ciência quanto para a aprendizagem. Aprender ciências requer que os alunos sejam capazes de estabelecer relações entre elementos dentro da grande estrutura que organiza

o conhecimento científico escolar. O papel da linguagem no processo de ensino e aprendizagem de ciências é complexo, por um lado, a linguagem é um objecto do processo de aprendizagem de ciências, mas por outro, a linguagem é um instrumento de mediação do mesmo processo de ensino. A utilização de uma determinada forma de linguagem deve promover a aquisição do conhecimento científico escolar a partir do conhecimento do quotidiano.

Assim, investigamos a argumentação presente no discurso produzido por alunos no final do 1ºCiclo, bem como as explicações científicas oferecidas pelos mesmos, durante a realização de uma actividade em concreto, a germinação do feijão, que é contemplada no Currículo Nacional do Ensino Básico. Pretende-se compreender até que ponto os alunos no final deste ciclo são capazes de realizar previsões fundamentadas, bem como apresentar explicações para as suas observações.

Dentro de uma óptica mais concreta e prática, este trabalho poderá fornecer aos professores do 1º ciclo dados relevantes acerca das explicações dos seus alunos no que respeita ao conteúdo programático em causa, a fim de que as estratégias de ensino a aplicar nas suas práticas pedagógicas sejam delineadas de forma a visar o desenvolvimento de competências de explicação dos alunos deste Ciclo.

1.5. Limitações do estudo

Todas as investigações são moldadas por factores impulsionadores e constrangedores. Enquanto os factores impulsionadores permitem avançar e ir mais além na investigação, os factores constrangedores criam limitações. Contudo, a consciencialização de quais os factores e em que medida limitam a investigação é um elemento essencial para a contextualização da investigação e para a correcta ilação de conclusões.

Tal como acontece nas mais diversas investigações, este estudo apresenta algumas limitações. Uma relacionada com a amostra seleccionada; outras com o instrumento de recolha de dados e ainda outras resultantes do tipo de análise efectuada. Consideram-se então os seguintes aspectos como limitações desta investigação:

- Foi necessário limitar e restringir o número de alunos intervenientes no estudo devido ao tempo disponível para a realização do trabalho e também devido à opção pela entrevista na

recolha de dados. Tal facto conduziu a que a amostra não seja representativa dos alunos do Ensino Básico.

- Tratando-se de um estudo com aplicação de uma entrevista (instrumento de recolha de dados), é difícil anular a interferência da investigadora.

- O facto de a investigação incidir unicamente sobre uma unidade temática poderá ser limitativo para a generalização dos resultados a outros conteúdos programáticos.

1.6. Plano geral da dissertação

O presente trabalho de investigação está estruturado em cinco capítulos, constando em cada um deles diferentes aspectos, de acordo com as finalidades estabelecidas para os mesmos.

Assim, o primeiro capítulo – Introdução - tem como finalidade contextualizar e apresentar o estudo a desenvolver. Para além disso, enunciam-se os objectivos, bem como a importância e as limitações da investigação realizada.

O segundo capítulo – Revisão de Literatura - destina-se à apresentação de literatura específica directamente relacionada com a problemática em estudo. Após a Introdução, abordam-se questões relativas com o conhecimento científico sobre a germinação do feijão, A relevância das actividades laboratoriais no Ensino das Ciências e as Explicações científicas no Ensino das Ciências e as actividades laboratoriais

No terceiro capítulo – Metodologia - descrevem-se e fundamentam-se as opções metodológicas utilizadas relativamente aos seguintes aspectos: descrição do estudo, população e amostra seleccionadas para o estudo, tipo de estudo e técnica de recolha de dados, elaboração dos instrumentos de recolha de dados e, por fim, tratamento e análise dos dados.

No quarto capítulo – Apresentação e Análise dos Resultados - apresentam-se, analisam-se e discutem-se os resultados obtidos, em função dos objectivos estabelecidos para o estudo.

O quinto capítulo – Conclusões, Implicações e Sugestões - apresentam-se as conclusões do trabalho de investigação, uma síntese dos resultados obtidos em articulação com o problema de investigação e os objectivos formulados. Inclui ainda possíveis implicações do presente estudo e são apontadas algumas sugestões/orientações para prosseguimento de outras investigações que se enquadrem nesta temática.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

Uma revisão da literatura cuidada é considerada como ponto de partida para a investigação. Também permite conhecer, compreender, avaliar e sintetizar investigações já realizadas, o que possibilita identificar novas abordagens, bem como conhecer e avaliar métodos de pesquisa. (Almeida & Freire, 2003).

Nesse sentido, procurámos fazer uma revisão da literatura que permitisse maior familiarização com o tema em estudo. Por isso, pareceu-nos importante apresentar um conjunto de aspectos que considerámos indissociáveis e convergentes com o tema do presente trabalho.

Posteriormente a esta introdução (2.1.), segue-se o subcapítulo que é relativo ao conhecimento científico sobre a germinação do feijão (2.2.). O seguinte é relativo à relevância das actividades laboratoriais no Ensino das ciências (2.3.) e o último é relativo às explicações científicas no Ensino das Ciências e as actividades laboratoriais (2.4.). Dentro deste subcapítulo abordaremos as explicações em Ciências e a sua tipologia (2.4.1) e ainda aprofundaremos qual o papel das actividades laboratoriais na construção de explicações científicas.

2.2. Conhecimento científico sobre a germinação do feijão

O mundo moderno está vivamente influenciado pela Ciência e Tecnologia. A abordagem a conteúdos do Conhecimento do Mundo e a utilização do método científico com crianças, permitem desenvolver, nas mesmas, a competência de observação, rigorosa e orientada, de previsão e de experimentação (Pires, *et al*, 2004). As crianças constroem assim o próprio conhecimento, e a capacidade de registo, estimulando-se a sua autonomia e o espírito crítico. O aperfeiçoamento da capacidade de pesquisa acciona ainda a necessidade de autoformação, a vontade de saber mais, permitindo uma mais eficaz resolução de alguns problemas (Irving, 2007). A criança tem curiosidade natural, desejo de saber e compreender o porquê das coisas. Esta curiosidade deve ser fomentada através da oportunidade de contactar com novas situações que são simultaneamente ocasiões de descoberta e de exploração do mundo (Ministério da Educação, 1997). O profissional de Educação deve ser um facilitador e um provocador no

processo do ensino/ aprendizagem, de modo a colocar situações problematizadoras que levem as crianças a encontrar as soluções na resolução dos problemas e conflitos.

Segundo Sá (2002) o pensamento científico pode ser exercitado e estimulado, possibilitando à criança organizar o conhecimento, pesquisar e desenvolver a capacidade de resolver problemas. A germinação de sementes constitui uma actividade proporcionada no primeiro ciclo que pode ser usada, quando enquadrada, numa didáctica de descoberta que fomenta oportunidades de aprendizagem.

A observação da germinação de sementes e seu desenvolvimento torna-se indispensável nestas idades, quer por permitir (re) organizar as suas ideias, no sentido de as ir tornando mais próximas de ideias científicas, quer por ajudar a estruturar a noção de tempo com a observação de um fenómeno contínuo, que se desenvolve ao longo de vários dias, e que pode traduzir-se em modos de representação diversos. A maioria dos manuais escolares apresenta como actividade para a germinação das sementes a germinação do feijão, sendo esta a mais realizada em sala de aula, uma vez que o feijão também é uma semente facilmente reconhecida pelas crianças uma vez que também faz parte da sua alimentação.

Embora não se conheça com rigor o centro de origem do feijão vulgar (*Phaseolus vulgaris* L.), pensa-se que a sua produção tenha ocorrido numa vasta área geográfica, desde a Argentina à Venezuela. Também numa área situada no México foram encontrados vestígios arqueobotânicos desta espécie (Harlan, 1971). Só em 1988 foi reconhecida a origem americana do *Phaseolus vulgaris* L. (Baudet citado por Harlan, 1971). O feijão foi introduzido na Europa no século XVI, fazendo chegar várias espécies de feijoeiro, entre as quais *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus coccineus* e *Phaseolus lunatus*. Em Portugal, esta leguminosa chegou pouco depois da sua introdução na Europa, constituindo, ainda hoje, uma importante componente da alimentação de muitas populações rurais, sobretudo no Norte e Centro do país.

Segundo Maroto (1989), o feijoeiro é uma planta herbácea anual. Porém, segundo Hamblin, & Evans, (1976), já foram descobertas plantas perenes, cujo ciclo vegetativo é relativamente rápido.

O feijão tem um sistema radicular bem desenvolvido e profundo, podendo alcançar de 90 a 150 cm (Vieira *et al.*, 1993). O seu crescimento, composto por uma raiz principal e outras secundárias, é muito rápido e pode facilmente ser interrompido por obstáculos do solo (Vieira *et al.*, 1993).

O caule é herbáceo, volúvel, delgado e frágil, anguloso, de secção quadrangular, levemente pubescente e por vezes raiado de púrpura (Tamaro, 1981; cit. Palha, *et al.*, 1989). O ápice do caule principal pode ser sempre vegetativo, sendo as plantas indeterminadas, ou dar origem a uma inflorescência, no caso das plantas determinadas.

As primeiras duas folhas a desenvolverem-se, as folhas primárias, são simples, inteiras e opostas (Agustin & Millo, 1989), e as restantes são alternas e trifoliadas (compostas por dois folíolos laterais, mais ou menos assimétricos e um central simétrico).

O feijoeiro possui folhas com pequenas estípulas na base do pecíolo (Maroto, 1989). As dimensões dos folíolos variam consoante o teor de azoto existente no solo. Assim, quanto mais azotado for o solo, maiores serão as dimensões dos folíolos (Sprent & Minchin, 1985). Se houver carências de água, forte luminosidade e temperaturas elevadas, as folhas orientam-se para cima, o que permite reduzir a sua temperatura por captarem menos radiação (Yu & Berg, 1994).

As inflorescências surgem agrupadas em 4 a 8 flores, estando inseridas pelo pedúnculo nas axilas das folhas (variedades do tipo indeterminado), ou nos gomos terminais de alguns ramos (variedades do tipo determinado), (Cermeño, 1979). O número de flores por inflorescência é muito variável, podendo no extremo atingir valores da ordem das 30 flores. A cor da flor está relacionada com um elevado número de genes, possibilitando a existência de várias tonalidades e desenhos nas flores (Maroto, 1989). Existe um gene responsável pela perda de cor da flor que é dominante em relação aos restantes, mas cujo efeito pode ser contrariado por um gene restaurador (Maroto, 1989).

Os frutos, que são vulgarmente designados por vagens, são mais compridos do que largos, lisos e não apresentam pêlos (Vasconcellos, 1949; cit. Gardé & Gardé, 1988). As vagens são de cor verde após a fecundação, adquirindo diferentes tonalidades à medida que vai ocorrendo a maturação. Uma vez madura, a vagem apresenta uma coloração que varia de cultivar para cultivar (Tinoco, 1982; cit., 1989). A forma da vagem é controlada por vários genes, situados em diferentes loci (Maroto, 1989) e a sua dimensão por ser afectada pela fecundação cruzada, possivelmente relacionada com as hormonas produzidas pelo embrião (Agustin & Millo, 1989).

A semente é uma estrutura reprodutora que resulta de um óvulo fecundado (reprodução sexuada). As sementes desenvolvem-se dentro das vagens, em número e forma variáveis (Ellis *et al.*, 1995). O peso da semente pode variar entre 25 a 500 mg, sendo consideradas pequenas se

tiverem menos de 260 mg, médias se tiverem entre 260 a 400 mg e grandes se tiverem um peso superior a 400 mg (Ellis *et al.*, 1995).

O envelhecimento das sementes está dependente do seu genótipo e pode causar mudança na cor do invólucro da semente, diminuição da percentagem de germinação e produção de plântulas anormais com crescimento lento ou nulo (Ellis *et al.*, 1995).

A germinação do feijão é epígea, ou seja, durante a germinação o hipocótilo traz os cotilédones para fora da terra, e a velocidade a que esta ocorre é uma medida do vigor das sementes (Sanchez & Pinchinat, 1974). A germinação processa-se em quatro fases. A primeira diz respeito ao lançamento da radícula; a segunda, à saída do epicótilo ou saída da terra; a terceira, à abertura dos cotilédones e aparecimento das folhas; e por fim, a quarta fase corresponde ao aparecimento das primeiras folhas (ver Figura 1). Em média, a semente do feijoeiro germina durante três anos (Crouzier *et al.*, 1980; Maroto, 1989). Após a sementeira, e se existirem condições apropriadas, o grão germina passados 5 a 8 dias (Sanchez & Pinchinat, 1974).

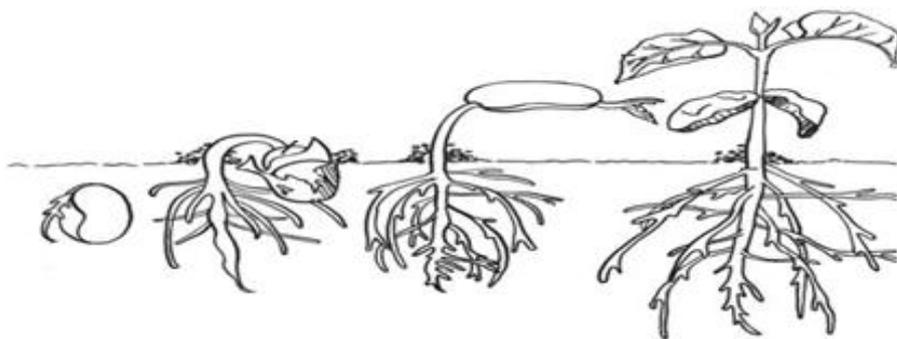


Fig 1. Fases da germinação do feijão

A germinação de uma semente é a transição do embrião do estado de vida lactente, ou em dormência, ao estado de vida activa, quando se reúnem as condições favoráveis ao crescimento da planta. Segundo Ellis *et al.*, (1995) este estado de dormência é fundamental na sobrevivência das espécies, porque deste modo a semente é resistente à digestão, quando ingerida pelos animais, ao frio excessivo, à falta de água e até aos incêndios, germinando somente quando se reúnem as condições ambientais necessárias. A dormência termina com o início da germinação. Em contexto laboratorial, a germinação de uma semente corresponde à emergência e desenvolvimento da plântula, até à fase em que o aspecto das suas estruturas essenciais indica se tem, ou não, capacidade para dar origem a uma planta semelhante à que

se observa na Natureza. Quando a semente germina, verifica-se que começa a consumir oxigénio e a libertar dióxido de carbono. Este facto revela que começaram a ocorrer processos de respiração celular, ou seja, reacções químicas que permitem mobilizar a energia contida nas substâncias de reserva da semente, com vista ao crescimento e desenvolvimento do embrião (Martins *et al.* 2007).

A germinação inicia-se sempre pelo aparecimento da radícula, futura raiz, que rompe o invólucro ou tegumento da semente. A partir dessa raiz desenvolvem-se, posteriormente, as raízes secundárias. Assim, a jovem planta pode ancorar-se no solo e absorver a água e sais minerais necessários ao seu crescimento. Na maioria das situações, a semente é envolvida por um tegumento que a protege e contém, no seu interior, um embrião, ligado a dois cotilédones. Contudo, existem algumas sementes que têm um só cotilédone (Martins *et al.* 2007).

Existem também diferenças no que respeita ao número de tegumentos (um no caso do feijão, ervilha, fava, e mais do que um no caso do trigo, milho, rícino). Essas diferenças podem também existir ao nível da natureza química das reservas. A observação microscópica das reservas de qualquer semente, ao longo da sua germinação, revela que as mesmas são progressivamente utilizadas, acabando por ser totalmente gastas, qualquer que seja a sua natureza química (Martins *et al.* 2007). Nas plantas monocotiledóneas como o milho, o trigo, o arroz, a cebola, etc., as reservas das sementes, que irão alimentar o embrião a partir do qual germinará a nova planta, estão depositadas nos cotilédones, enquanto que nas dicotiledónias, como por exemplo, o feijão, a ervilha, a fava, ou a lentilha, as reservas encontram-se fora do cotilédone. O amido pode ser a principal substância de reserva da semente (como no caso do milho ou do arroz) no caso de feijão a percentagem de amido varia de 75 a 60% e é complementado pela presença de proteínas e lípidos (Martins *et al.* 2007).

Os factores necessários à germinação das sementes podem ser intrínsecos à semente, como a maturação morfológica e fisiológica da semente, a conservação dos tegumentos e a existência de reservas conservadas. Os outros factores que afectam a germinação das sementes são factores externos, dependentes do ambiente, como a temperatura, a água e o ar. Podem ainda ter um papel importante na germinação, favorecendo-a ou inibindo-a, a luz e a presença de determinadas espécies vegetais (Martins, 1998). A presença do oxigénio do ar é um factor fundamental à germinação de sementes, uma vez que qualquer célula viva necessita de realizar respiração celular para produção de energia. Ainda segundo o mesmo autor, a semente deve ser colocada num solo arejado ou noutra suporte físico, como o algodão, que permita a retenção da

humidade mantendo o contacto com o ar. A temperatura é outro dos factores que afectam a germinação porque condiciona a velocidade de algumas reacções químicas fundamentais no desenvolvimento da planta. Segundo Araújo Neto *et al.* (2003) Para que a germinação se processe de maneira igual e normal são necessárias temperaturas superiores a 15 °C, demorando nestas condições cerca de sete dias para iniciar a germinação. Após a germinação a temperatura óptima encontra-se entre os 20 °C e os 26 °C, tornando-se prejudiciais grandes amplitudes térmicas diárias (superiores a 10.5 °C) (Wallace, 1980). A água também é necessária na germinação das sementes porque, quando absorvida por estas, tem como função a ruptura do tegumento dissolvendo as reservas que vão alimentar a nova planta, assim como tornam activas as enzimas necessárias à sua metabolização. Shioga *et al.* (1998) referem que as sementes possuem, em si, um baixo teor de água, pelo que, se esta lhes não fosse adicionada, veriam a sua actividade de germinação comprometida. Assim, sementes colocadas em meio seco não germinam. A germinação inicia-se por uma intensa absorção de água, da ordem média de 300-400 g por 100 g de sementes (Martins *et al.* 2007).

Em geral, a luz não é um factor indispensável aos processos de germinação de sementes, nem às etapas iniciais do desenvolvimento da planta. De acordo com Araújo Neto *et al.* (2003), para continuar o seu crescimento, a pequena planta terá, posteriormente, carência de luz para activar a clorofila e começar a originar o seu próprio alimento, continuando. Na ausência de luz, a clorofila decompõe-se, pelo que as folhas perdem a sua cor verde. Quanto à luminosidade importa referir a duração do dia e a qualidade da luz, que dependem do local em que a cultura é efectuada.

Em síntese, pode dizer-se que uma semente contém sempre no seu interior um embrião e reservas nutritivas. O crescimento e o desenvolvimento do embrião originam uma plântula e esta, por sua vez, uma nova planta. Numa semente, as manifestações vitais são muito reduzidas, sendo o crescimento e as trocas nutritivas nulas e as trocas respiratórias pouco significativas. Este estado de dormência permite-lhe resistir a condições ambientais adversas e facilita a sua disseminação.

2.3. Concepções Alternativas dos alunos sobre a germinação do feijão

Nas últimas décadas muitas pesquisas têm sido feitas sobre o conhecimento que os alunos levam para a sala de aula e qual a natureza do mesmo. Estas ideias, baseadas nas suas

experiências do quotidiano, correspondem a construções mentais acerca do mundo. O termo concepções alternativas foi introduzido por Driver em 1989 e representam os esforços das crianças para descrever e explicar o mundo físico que as rodeia.

As concepções alternativas são os conhecimentos ou as representações construídas pelos indivíduos de uma sociedade. São os conhecimentos derivados da primeira leitura de mundo por parte dos indivíduos, e da necessidade que os indivíduos tem de responder e resolver os problemas do quotidiano (Florentino, 2004).

A importância destes conhecimentos prévios no processo ensino-aprendizagem foi bem sublinhada por Ausubel (1986) ao defender que o factor com maior influência na aprendizagem é o conhecimento que os alunos já possuem, e ao recomendar que se esclareça primeiro o que os alunos sabem e se ensine de acordo com esse conhecimento.

As concepções devem ser encaradas como construções pessoais, que o professor tem o dever de procurar conhecer, compreender, e valorizar para a partir deste conhecimento orientar o processo de ensino. Estas concepções construídas pelos alunos a partir do nascimento e acompanham-no também em sala de aula, onde os conceitos científicos são inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem (Oliveira, 2005).

O conhecimento das concepções alternativas dos alunos é de grande importância para o planeamento das actividades pedagógicas, e também no processo de ensino e aprendizagem das ciências, estas concepções assumem o papel central, porque todo o trabalho realizado na aula deve fazer-se de tal modo que os alunos sejam estimulados a apresentar, questionar, e testar as suas ideias, para que as mesmas sejam desenvolvidas ao invés de constituírem barreiras à aprendizagem.

A aprendizagem na área das ciências é em parte influenciada pelas concepções pessoais e pela compreensão que constroem sobre o mundo. Mortimer (1992) acredita que o ensino efectivo em sala de aula depende também de um elemento facilitador representado pelo professor. Neste caso o professor propicia aos alunos situações sobre determinado conteúdo em que possam utilizar as suas concepções alternativas. O mesmo autor afirma que, o professor pode sugerir uma situação relacionada com a realidade dos alunos, com o intuito de fazer com que procurem nas suas concepções alternativas, respostas para tal situação.

Apesar dos muitos estudos sobre as concepções dos alunos na área das Ciências, verificamos ainda a existência de poucos dados relativamente ao tópico da germinação. Alguns

estudos empíricos realizados por alguns autores permitem-nos no entanto identificar algumas concepções alternativas dos alunos sobre esta temática.

Giordani (1985) menciona um estudo sobre germinação de sementes realizado com alunos de doze anos de idade baseado numa pedagogia onde se pretendia promover o desenvolvimento de atitudes científicas sem descorar, no entanto, a aprendizagem autónoma. Ao longo do estudo foram surgindo as ideias defendidas pelos alunos, algumas das quais se passam e enumerar:

- Ideia de que a semente germinava na terra devido ao seu calor;
- Previsão de que as sementes germinam melhor na presença de luz, depois na sombra e por último na obscuridade.
- Ideia de que a semente se alimenta de ar ou de algo que se encontra no ar;
- Comparação da semente a uma criança quando nasce, embora as sementes surja das plantas;
- As sementes para germinar necessitam de terra, de luz e de alguma água (de terra e de luz - 100% dos alunos; de água - 60% dos alunos);
- A terra fornece à semente calor, alimento e protecção;
- A germinação pode ocorrer noutros substratos além da terra, como o algodão, o serrim, a areia, entre outros, mas que a terra é o mais favorável.

Neste estudo também surgiram algumas representações sobre as etapas da germinação e do embrião do ponto de vista anatómico. Passamos a citar algumas das expressões utilizadas pelos alunos: “aparece um vulto, forma-se um talo que cresce”; “no interior da semente forma-se uma pequena semente que cresce e cuja raiz obriga a casca a romper”; “na terra o calor faz com que as raízes se alimentem, depois o talo rompe a casca e surge a planta”; “o embrião é o coração da planta”; “a primeira vez que se rega, a semente interior começa a engordar tal como o talo que rompe a pele”.

Mais tarde, Giordani (1999) referiu outro estudo que constou de uma auscultação das concepções acerca da constituição de uma semente. Os participantes deste estudo tinham idades compreendidas entre os 6 e os 30 anos de idade, e foi-lhes pedido para representarem através de um desenho o interior de uma semente antes da germinação, bem como a descrição de todos os mecanismos que lhe estão associados. As mais de duzentas representações surgidas foram agrupadas em três categorias, denominadas por: “espontaneístas”, “inicialistas” e “pré-formistas”.

Os participantes agrupados da categoria espontaneísta consideram que a semente contém uma matéria desorganizada e que germina por uma espécie de epigénese. Pensam ainda que, sob a acção da água da água, forma-se à superfície da semente um botão que se organiza para constituir as diferentes partes da planta.

Os inicialistas baseiam-se na concepção da matéria desorganizada dos espontaneístas e acrescentam a existência no interior da semente de uma estrutura conotada como “célula”, “germe”, “átomo”, ou “hormona”, rica em potencialidades e que se desenvolve por acção da água.

Os pré - formistas consideram a existência no interior da semente de uma planta inteira enrolada sobre si mesma, que pode comportar folhas e flores. Quando estimulada pela água, a planta interior desenvolve-se em direcção ao exterior e processa-se o crescimento.

Em Espanha, Garcia & Garcia (1989) levaram a cabo uma investigação sobre as concepções dos alunos sobre “a germinação e desenvolvimento de plantas a partir de uma experiência num horto escolar”. Esta investigação permitiu concluir que os alunos têm dificuldade em reconhecer a vida nas sementes, apesar destas passarem de um estado inactivo para activo, e que os alunos consideram a água como factor essencial na germinação, embora a luz e o solo também sejam factores ambientais a ter em conta nesse processo.

Em Portugal, Gonçalves & Duarte (1999) realizaram um estudo sobre “Evolução das ideias dos alunos Portugueses sobre germinação de sementes”. Este estudo foi realizado com uma amostra de 229 alunos do 3º ao 11º ano de escolaridade, dos distritos de Braga e Lisboa. Como método de recolha de dados foi aplicado um questionário com perguntas abertas, afim de recolher explicitação de ideias e a representação gráfica das primeiras etapas da germinação do feijão. A análise dos resultados revelou a persistência das seguintes concepções:

- Independentemente do ano de escolaridade, a maioria dos alunos, representou os cotilédones desde a fase embrionária até a fase da planta adulta, com conservação do tamanho;
- Não atribuíram aos cotilédones a função de reserva de substâncias nutritivas, mas sim a função de suporte e fixação da planta ao solo;
- Apontam como função da semente dar origem a raízes e a caules.

Jewell (2002) menciona um estudo que abrangeu 75 crianças inglesas, com idades compreendidas entre os 4 e os 11 anos, e de diferentes níveis socioeconómicos, e que foram divididas em três grupos, de acordo com a idade. Este estudo foi realizado com recurso à

entrevista, levando as crianças a responder à questão “O que necessita esta semente para crescer?”. A análise dos resultados permitiu à autora concluir o seguinte:

- A maioria das crianças, independentemente da idade, fazia referência à água;
- Outro factor também referido por todas as crianças, independentemente da idade foi o Sol;
- Cerca de metade das crianças mais velhas referiu o solo como um factor indispensável à germinação da semente;
- Sensivelmente um quarto das crianças com 10-11 anos revelou a ideia de que as sementes necessitavam de alimento ou nutrientes para crescerem.

A autora analisa os resultados obtidos considerando que na formação das concepções manifestadas pelas crianças estão, quer as suas experiências do dia-a-dia em casa e na escola, quer o estabelecimento de uma analogia entre o crescimento das plantas e a germinação das sementes.

2.4. A relevância das actividades laboratoriais no Ensino das Ciências

Neste sub-capítulo, far-se-á, inicialmente, uma abordagem aos objectivos das actividades laboratoriais (2.4.1.), de seguida, e por último, centrar-nos-emos na tipologia das actividades laboratoriais (2.4.2.).

2.4.1 Objectivos das actividades laboratoriais

Presentemente, as actividades laboratoriais são descritas por diferentes investigadores, como um recurso didáctico de trabalho prático susceptível de atingir objectivos de aprendizagem no domínio procedimental, conceptual e metodológico (Hodson, 2000; Leite, 2001; Wellington, 2000; Woolnough, 2000), constituindo um desafio de aprendizagem para os alunos (Hodson, 2000). No que diz respeito aos objectivos a atingir com a utilização do trabalho laboratorial, não existe consenso quer por parte da comunidade científica, quer por parte dos professores e alunos (Barberá & Valdés, 1996; Leite, 1997). Alguns estudos revelam que, os professores afirmam que conseguem ensinar quer conhecimentos conceptuais (Barberá & Valdés, 1996;

Leite; 1997) quer *skills* e técnicas laboratoriais, motivar os alunos (Barberá & Valdés, 1996) e ainda ensinar metodologia científica (Leite, 1997). Os alunos, por outro lado, sentem que o trabalho laboratorial servem para aprender pouco mais do que *skills* e técnicas laboratoriais (Barberá & Valdés, 1996; Leite, 1997).

No entanto, entre a comunidade científica surgem perspectivas diferentes sobre os objectivos que a componente laboratorial permite atingir nas aulas de Ciências. Hodson (1994) agregou em cinco grupos os diferentes aspectos relacionados com os objectivos que o uso do trabalho laboratorial permite atingir:

- motivar os alunos, estimulando o interesse pela aprendizagem das ciências;
- aprender e adquirir de técnicas e competências laboratoriais;
- desenvolver a aprendizagem de conhecimento conceptual;
- incrementar atitudes científicas nos alunos;
- acostumar os alunos com a metodologia científica (sobretudo no que respeita à aprendizagem dos processos de resolução de problemas).

Embora a categorização acima referida e defendida por Hodson (1994) seja adoptada pela maioria dos especialistas, há no entanto outros, cuja opinião, no que concerne aos objectivos principais susceptíveis de se atingirem pela aplicação das actividades laboratoriais é distinta da anterior. Este aspecto pode dever-se, pelo menos em parte, ao facto de haver diversos tipos de actividades laboratoriais, cada um dos quais adequado para alcançar um dado objectivo (Woolnough & Allsop, 1985; Hodson, 1988; Hodson, 1994; Leite, 2001).

De acordo com Woolnough & Allsop (1985) as actividades laboratoriais permitem atingir três objectivos fundamentais, sendo eles: promover técnicas e habilidades científicas, melhorar da capacidade de resolução de problemas e desenvolver nos alunos a sensibilidade para os fenómenos. Mais tarde, Lunetta (1998) aponta quatro objectivos associado à implementação de actividades laboratoriais no ensino das Ciências, sendo eles: motivar os alunos, aumentar aptidões e atitudes científicas, impulsionar a compreensão de noções científicas e de natureza da ciência e por fim estimular a investigação científica.

Na óptica de Carmen (2000) as actividades laboratoriais permitem alcançar os seguintes objectivos: promover o desenvolvimento de atitudes científicas, accionar o desenvolvimento de estratégias de investigação, ensinar técnicas, motivar os alunos para as ciências experimentais e auxiliar na compreensão dos aspectos teóricos.

Wellington (2000) refere os seguintes objectivos da utilização da componente laboratorial: desenvolver capacidades, habilidades técnicas; ilustrar uma lei científica e esclarecer acerca de um fenómeno ou acontecimento; motivar/ estimular os alunos despertando a curiosidade, desenvolvendo interesses; provocar o confronto de ideias através de actividades do tipo prevê-observa-explica.

Numa análise global das propostas dos diferentes autores, é possível verificar que, todos referem objectivos relativos ao conhecimento conceptual e conhecimento procedimental, sendo que alguns deles referem ainda objectivos relativos à motivação ou relacionados com as atitudes.

No entanto, estas diversas opiniões a respeito dos objectivos que se podem atingir com a utilização das actividades laboratoriais acabam por contemplar alguns aspectos consensuais entre eles, sendo assim, possível tirar uma conclusão generalizável e consonante com a categorização adoptada por Hodson (1994), relativamente a este assunto, tomando-a como referência. Os objectivos definidos pelo referido autor abrangem os três aspectos fundamentais da educação em ciências: aprender ciências, aprender sobre a natureza das ciências e aprender a fazer ciências. Na opinião de Praia (1999), só contemplando esta diversidade de objectivos poderão as actividades laboratoriais contribuir para uma melhor compreensão do mundo e das ciências. Hodson (2000) refere, ainda em relação às três dimensões da educação em ciências, que a primeira (aprender ciência) diz respeito à aprendizagem e desenvolvimento de conhecimentos conceptuais, a segunda (aprender acerca das ciências) reporta à compreensão sobre a natureza e métodos da ciência, e a última dimensão (fazer ciência) diz respeito ao conhecimento procedimental e de técnicas de investigação científica. Este autor (Hodson, 1994) considera que o trabalho laboratorial podem dar um contributo importante para desenvolver as dimensões aprender ciência e aprender a fazer ciências.

Perante a diversidade de objectivos considerados, por parte dos diferentes investigadores, para a utilização de actividades laboratoriais no ensino das Ciências, De Pro Bueno (2000) considera-os complementares entre si e essenciais para a promoção de uma formação científica apropriada. Na óptica de Pro Bueno (2000) cada actividade deverá direccionar-se e centrar-se apenas em alguns objectivos específicos, ou poderá tornar-se pedagogicamente inútil (Hodson, 1994).

A adequada selecção e adaptação das actividades laboratoriais em função dos objectivos pretendidos é, por outro lado, mais relevante do que a quantidade de actividades a realizar

(Leite, 2000), pois, de acordo com a autora, “usar algum trabalho laboratorial nem sempre é preferível a não usar nenhum”, uma vez que as suas vantagens educativas dependem da forma como será implementado.

2.4.2 Tipologia das actividades laboratoriais

As actividades laboratoriais não são o remédio para todos os males da educação em Ciências, mas quando bem usadas podem ser um bom catalisador dessa mesma educação. Não devemos usá-lo nem por tradição nem por obrigação; devemos usá-lo se servir para melhorar a qualidade da aprendizagem. Ao promoverem actividades laboratoriais nas aulas os docentes conduzem os seus alunos a “fazerem ciência”. Estas actividades, ao contrário das actividades que normalmente se realizam nas aulas em que observam o professor a executar actividades, são centradas no aluno, tornando-se assim o protagonista e estimulando-o para estudar Ciência. Desta forma o aluno desenvolve competências fundamentais para a sua autonomia, competindo ao professor fornecer-lhe os meios facilitadores da sua aprendizagem.

Os diferentes motivos apontados para a utilização de actividades laboratoriais no ensino das Ciências, são complementares entre si e relevantes numa formação científica (De Pro Bueno, 2000). Mesmo que, uma actividade laboratorial possa contribuir para atingir diferentes objectivos (Silva & Leite, 1997; De Pro Bueno, 2000), é fundamental para a utilização mais consciente e eficaz das actividades laboratoriais nas aulas de Ciências, escolher o tipo de actividade mais conveniente aos objectivos que se pretende atingir (Leite 2001; Leite & Figueiroa, 2004).

Ainda que apresentando propostas distintas, a maioria dos investigadores classificam as actividades laboratoriais de acordo com os objectivos que se pretende atingir com a sua implementação. Woolnough & Allsop (1985) propõem três tipos de actividades laboratoriais distintos: Exercícios, Investigações e Experiências. De acordo com estes autores, os exercícios impulsionam o desenvolvimento de destrezas práticas como observação, medição, manipulação de instrumentos e execução de técnicas específicas. As investigações têm como objectivo desenvolver competências de resolução de problemas onde os alunos desempenham o papel de cientista. As experiências são actividades simples, pequenas e exploratórias em que o aluno sente e/ou vive o fenómeno atingindo assim uma familiarização perceptiva com os fenómenos.

Caamaño *et al.* (1994) classificam as actividades laboratoriais com base nos objectivos que se pretende adquirir, tal como Woolnough e Allsop (1985), assim consideram as actividades do tipo exercícius e investigações mas acrescentam as experiências ilustrativas a serem usadas para ilustrar e fomentar a compreensão de fenómenos, leis e teorias. Mais tarde Caamaño (2004) reformulou a classificação das actividades laboratoriais em quatro tipos de actividades: experiências, experiências ilustrativas, exercícius práticos e investigações. As experiências são utilizadas para obter uma familiarização perceptiva com os fenómenos, permitindo a aquisição de experiências a nível sensorial e a aquisição de um potencial de conhecimento implícito. As experiências ilustrativas revelam evidências experimentais na ilustração de leis e princípios, sendo muito úteis na formação de determinados conceitos. Os exercícius são actividades utilizadas na aprendizagem de determinados procedimentos, ou para experimentar as relações entre variáveis já conhecidas a nível conceptual. Uma investigação é uma actividade que permite aos alunos trabalharem como cientistas na resolução de problemas.

Caballer & Oñorbe (1997) sugerem que as actividades laboratoriais podem ser divididas em três tipos: experiências orientadas para demonstrar factos e fenómenos científicos, a aplicação de leis e teorias, e motivação; exercícius práticos, dirigidos especialmente para a aprendizagem de técnicas e a utilização do material de laboratório, dos instrumentos de medida, a compreensão e o seguimento de instruções; pesquisas orientadas para aprender a metodologia do trabalho científico, que permitem aproximar os alunos do processo de elaboração do conhecimento científico.

Considerando que as actividades laboratoriais podem ter vários níveis de estruturação, segundo as questões em que se fundamentam e as orientações que oferecem (ou não) aos alunos, Leite (2001) e Leite & Figueiroa (2004) apresentam uma tipologia de actividades de laboratório que inclui seis tipos, cada um dos quais permite alcançar diferentes objectivos. Os exercícius visam proporcionar uma aprendizagem de conhecimento procedimental. Possibilitam a aprendizagem de técnicas de laboratório e o aperfeiçoamento de agilidade procedimental, sendo importante que se pratique para se conseguir um bom domínio. Os exercícius exigem uma descrição detalhada do procedimento.

As actividades laboratoriais orientadas para aquisição de sensibilidade acerca de fenómenos apesar de não visarem a aprendizagem de novos conceitos dão uma noção do conceito. Permite ao aluno utilizar os vários órgãos dos sentidos.

Por sua vez, as actividades ilustrativas visam o conhecimento conceptual, ou o reforço do mesmo. Baseiam-se na realização de um protocolo tipo “receita”, organizado de forma a levar a um resultado previamente conhecido pelo aluno.

Ainda de acordo com Leite & Figueiroa (2004) as actividades orientadas para a determinação do que acontece visam a construção de conhecimento conceptual. A realização de uma actividade e um protocolo conduz os alunos a resultados que desconheciam o que leva à construção de novos conhecimentos.

As actividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflecte fomentam a reconstrução de conhecimentos dos alunos, confrontando-os com uma questão ou problema que lhes possibilita tomar consciência das suas ideias prévias, as mesmas que depois são conferidas com os dados empíricos auferidos (Leite & Figueiroa, 2004).

Por fim, as investigações são actividades que não se apoiam num protocolo e que levam à construção de novos conhecimentos conceptuais no contexto da resolução de um problema. Os alunos determinam uma estratégia de resolução do problema, implementam-na e fazem a avaliação. Este tipo de actividades possibilitam ampliar a capacidade de resolução de problemas, e a aprendizagem de metodologia científica (Leite & Figueiroa, 2004).

Segundo Figueiroa (2004) as actividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflecte auxiliam na reconstrução e/ou no desenvolvimento da explicação de fenómenos naturais, ajudando a evolução das previsões iniciais para as explicações cientificamente aceites. Inicialmente o aluno prevê e fundamenta as suas previsões acerca de um determinado fenómeno, ao observar esse mesmo fenómeno, testa as suas previsões e compara-as com os resultados obtidos. Se os resultados não forem compatíveis com a sua previsão anteriormente realizada pelo aluno, deverá o mesmo construir uma nova explicação ou desenvolver a anterior.

As actividades laboratoriais podem contribuir não só para que os alunos desenvolvam a capacidade de explicar e lidar com dados e evidências, de modo a compreenderem e/ou (re)construírem explicações científicas, mas também para que compreendam a natureza do conhecimento científico e o modo como se desenvolve (Leite, 2001).

Os últimos avanços em termos de conceptualização da aprendizagem de acordo a perspectiva construtivista ou, mais recentemente, social construtivista (Duit & Treagust, 1998; Hodson & Hodson, 1998), o reconhecimento das novas filosofias da ciência (Chalmers, 1994; Jimenez-Aleixandre, 1996) e os trabalhos desenvolvidos na área da mudança conceptual (Santos, 1991; Duarte, 1993; Hewson, Beath & Thorley, 1998) incitaram o dirigir de atenções

para uma nova forma de utilizar as actividades laboratoriais, as actividades P-O-E ou seja, Prevê - Observa - Explica (Gunstone, 1991), com ou sem procedimento definido em cujo objectivo primordial se destina à (re)construção do conhecimento conceptual da criança. "O objectivo importante das actividades laboratoriais é, então, o de confrontar as pré-concepções dos alunos num ciclo conceptual dinâmico, num percurso de aquisição progressiva de concepções mais científicas" (Valente, 1997: 33). Posteriormente, estas actividades foram adaptadas e designadas por Silva & Leite (1997) por P-O-E-R, prevê-observa-explica-reflecte, acrescentando ao modelo proposto por Gunstone (1991) a fase reflecte evidenciando assim a importância da reflexão da evolução das ideias dos alunos.

Estas actividades têm a potencialidade de possibilitar a mudança conceptual do aluno, num confronto com as suas concepções prévias e mostrando-lhes as insuficiências das mesmas. As crianças são confrontadas com uma questão que lhes permite explicitar as suas ideias prévias, tornando-as conscientes, para depois serem criadas condições para um confronto entre essas ideias e dados empíricos que permitam apoiá-las (caso estejam correctas) ou enfraquecê-las (caso estejam erradas). Após a previsão o aluno observa o fenómeno em causa podendo testar e compará-lo com a sua previsão. Se a previsão que o aluno construiu não foi de encontro às observações realizadas para o fenómeno em questão, deverá então construir uma nova explicação ou desenvolvê-la mais. Leite (2002) realça o facto de os alunos deverem reflectir sobre as semelhanças e/ou as diferenças entre as previsões que realizaram e os resultados obtidos. Gott & Duggan (1995) defendem que a construção de hipóteses explicativas acerca de temas a serem desenvolvidos em sala de aula, ajuda na procura da explicação e no estabelecimento de relações causais/explicativas a ser testadas através da experimentação.

Este tipo de actividades é considerado por diferentes autores (Chaillé & Britain, 2003; Friedl, 2000; Harlan & Rivkin, 2002; Johnston, 2002.) como o indicado para crianças mais jovens. Leach e Scott (2000) referem que não é possível para as crianças "descobrirem" o conhecimento científico por elas próprias porque o conhecimento científico é mais do que a simples descrição de como o mundo funciona. É então nesta etapa da exploração das actividades laboratoriais que se torna crucial o papel do Professor na aprendizagem da criança (Peixoto, 2005). Contudo, e como defendem Cachapuz *et al.* (1989), é necessário encontrar um equilíbrio entre os diferentes tipos de actividades laboratoriais e/ou entre as diferentes formas de concretização.

2.5. Explicações científicas no Ensino das Ciências e as actividades laboratoriais

Neste sub-capítulo apresentar-se-á, inicialmente, as explicações em Ciências e a sua tipologia (2.5.1), em seguida, e por último, apresentar-se-ão os efeitos da utilização das Actividades Laboratoriais na construção de explicações científicas (2.5.2.).

2.5.1. As explicações em Ciências e a sua tipologia

Um debate filosófico que se intensificou no início do século XX questionou a capacidade da ciência em fornecer explicações. Desde então, filósofos da ciência, cientistas e educadores têm contribuído para essa reflexão. “curioso, senão surpreendente, que o tema explicações não venha sendo objecto de estudo ou investigação sistemática na área de Ensino de Ciências” (Martins *et al.*, 1999: 2).

O desejo de compreender situações, factos, ou fenómenos preocupou os homens ao longo da nossa história, e levou cada civilização a edificar e a organizar o seu próprio corpo de conhecimentos. Mitos, filosofia, ciência e religião são formas organizadas da invenção humana que, pretendem produzir algum sentido sobre o mundo. Até algum tempo atrás, um ser humano conseguia cumprir inteiramente os seus direitos e deveres de cidadão com um mínimo conhecimento sobre as ciências. Hoje, cada ser humano está rodeado por ciência e tecnologia e imerso nas suas consequências. Assim sendo, o cidadão de hoje, e naturalmente o de amanhã, necessita de uma educação científica que o habilite a entender o que se passa ao seu redor. A este cidadão é frequentemente solicitado que tome decisões complexas, as quais, exigem informação sobre a ciência, sobre a natureza do conhecimento científico e sobre suas limitações e potencialidades (Jenkins, 1994).

Segundo Olga Pombo é “o aparecimento do ensino que torna possível a constituição do conhecimento científico” (2002: 184). Martins (2001) aponta que a produção do conhecimento científico envolve a problematização, isto é, a capacidade de observar um fenómeno e pensar nele como necessitando de explicação. No caso das ciências, geralmente, considera-se que uma das suas principais funções é fornecer explicações para os fenómenos naturais. E que é aqui

que se inicia o desenvolvimento de competências que permitirá a cada indivíduo tornar-se membro de uma comunidade científica específica.

O acesso ao saber científico deve ser feito, desde muito cedo, como parte do direito à educação que têm todos os homens e mulheres. Nas últimas décadas muitos trabalhos expuseram a necessidade de que a educação científica agregue a dimensão social, ou seja, que auxilie a adoção de atitudes responsáveis pelos estudantes, fazendo com que possam participar na tomada de decisões fundamentada e conscientes em torno dos problemas que afectam a humanidade. A importância desta dimensão, frequentemente esquecida, foi salientada de diferentes formas, tendo em comum a tentativa de relacionar a ciência com o exercício democrático da cidadania, tornando possível que os estudantes adquiram competência para o exercício da cidadania, através do processo de ensino das ciências na sua perspectiva social (Aguilar, 2002).

Segundo o senso comum explicação é o esclarecimento de um acto para o justificar, acto de tornar a exposição inteligível ou clara, fazer compreender. Estas definições exprimem o que a maioria das pessoas entende por explicar. Apesar de ser um conceito difícil de ser explicado, as pessoas têm intuições relativamente claras sobre o seu significado. No entanto, filósofos e cientistas têm uma concepção de explicação, denominada científica, diferente desta, quotidiana e intuitiva (Wellington, 2000). No caso do cidadão comum, este possui modelos de explicação que são internas ao aparelho cognitivo de cada sujeito e que lhe dão acesso à apreensão do mundo externo. Já os cientistas, possuem modelos que são representações externas submetidas a contrastação empírica e ao aval de uma comunidade (Pietrocola & Romero, 2005). O cientista é visto como alguém que descreve objectivamente as coisas tais como elas aparecem, identificando aspectos da natureza que são fixos, imutáveis e verdadeiros para todos os tempos e lugares e, por isso, podem ser descritos como leis (Oliveira, 1999). Segundo Chalmers (1994) o produto da actividade do cientista é a de identificar regularidades e apontar as regras das relações de causa e efeito, revelando as leis que regem factos, tendo-se uma produção de um corpo de conhecimento acumulativo, aumentando as explicações para os fenómenos, sem contradições com o que foi produzido anteriormente.

Apesar de ser do conhecimento geral que explicar é uma das tarefas principais de um professor de ciências (Galvão & Freire, 2004), não há consenso nos critérios que distinguem uma boa explicação de uma menos correcta. As ideias que os estudantes têm em relação ao mundo físico podem muitas vezes ser contrariada pela explicação que o professor apresenta.

Cabe então ao professor, em contexto de sala de aula, conseguir estabelecer nexos, continuidades, relações entre essas diferentes visões de mundo e aproximar posições que se encontram separadas por abismos conceituais (Martins *et al.*, 1999). Para que esta tarefa seja levada a cabo com sucesso é necessária uma análise cuidadosa dos conteúdos abordados, ter em conta diferentes formas de comunicação, diferentes interesses e habilidades cognitivas dos alunos, a motivação, etc. (Wellington, 2000). “Explicar envolve, ainda, além de uma análise cuidadosa dos conteúdos a serem tratados, considerar diferentes estratégias de comunicação, diferentes interesses e habilidades cognitivas dos interlocutores, a motivação, os objectivos e papéis sociais dos participantes, as restrições impostas pelo contexto, etc.” (Martins *et al.* 1999: 30)

Segundo Praia, Cachapuz & Gil-Pérez (2002) a concepção da epistemologia do ensino de Ciências torna os professores capazes de melhor compreender que ciência estão a ensinar, ajuda-os na preparação e na orientação a dar às suas aulas. Questionar, discutir e reflectir acerca da pertinência de conexões entre ciência - educação é um exercício necessário aos professores para poderem fundamentadamente fazer as suas opções científico-educacionais. A partir disso, podemos inferir que a forma de como são concebidas as explicações por parte dos docentes, pode ter consequências directas no ensino de Ciências.

Ainda na perspectiva de Martins *et al.*, (1999), a dificuldade sentida na explicação de conceitos científicos provém do facto de a aprendizagem das ciências implicar, para além de aquisição novos conhecimentos e informações, que se passe a conceber o mundo de forma diferente, ou seja, ver o mundo de outras maneiras, algumas totalmente não intuitivas.

Segundo Martins *et al.* (1999) na maioria das situações do quotidiano, as explicações surgem a partir de pedidos de informação. O estudante está geralmente na posição de quem necessita de informação ou conhecimento, ou seja, no contexto sala de aula as explicações são “dadas” aos alunos, e determinadas por programas curriculares, não se atendendo assim desta forma os interesses e vontades dos alunos (Ogborn *et al.*, 1997). Assim, é importante a forma como os professores motivam as explicações socialmente impostas e definidas e não solicitadas pelos alunos. Segundo Jiménez-Aleixandre (1996) a escola é um espaço privilegiado em que diferentes explicações sobre o mundo, fenómenos da natureza e as transformações produzidas pelo homem podem ser expostos e comparados. É espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos e daquelas oriundas de vários sistemas explicativos. Segundo Bizzo (2002) fazer perceber a existência de explicações diferentes e que não podem ser consideradas

igualmente válidas, é uma importante contribuição para o desenvolvimento de capacidades que são fundamentais para o domínio do conhecimento científico e que podem ser desenvolvidas desde os primeiros anos de escolaridade.

No caso da aprendizagem de ciências, os enunciados próprios de sala de aula incluem propostas de explicações sobre conceitos científicos construídas em interações em sala de aula (Martins *et al.* 1999). Porém, segundo Ogborn *et al.* (1997), uma explicação não pode ser vista como um pacote que será recebido e reproduzido, mas como um processo dinâmico que pode ser entendido como envolvendo quatro dimensões principais: a criação de diferenças que podem constituir motivação para as explicações; a construção discursiva das entidades que tomam parte nas explicações; as transformações, transposições e recontextualizações do conhecimento científico e a atribuição de significação ao que é material. "Explicar envolve, ainda, além de uma análise cuidadosa dos conteúdos a serem tratados, considerar diferentes estratégias de comunicação, diferentes interesses e habilidades cognitivas dos interlocutores, a motivação, os objectivos e papéis sociais dos participantes, as restrições impostas pelo contexto, etc." (Ogborn *et al.*, 1997:30).

Segundo Brewer *et al.* (1998) "uma explicação é um relato que fornece uma estrutura conceitual para um fenómeno (por exemplo, facto, lei, teoria) que leva a um sentimento de satisfação no leitor/ouvinte. A estrutura conceitual vai além do fenómeno original, integra diversos aspectos do mundo, e mostra como o fenómeno original decorre da estrutura" (p. 120). Partindo da ausência de exploração destes autores sobre o que eles entendem por sentimento de satisfação, Trout (2002) definiu satisfação como a contrapartida "psicológica que os mecanismos explanatórios são transparentes e coerentes, ou que a explicação parece plausível, e então deve ser aceita com segurança" (Trout, 2002: 214). Acredita-se que um dos critérios de legitimação de uma explicação é o poder criar a satisfação intelectual ou o sentimento de que foi conquistado alguma compreensão acerca do fenómeno.

Donaldson (1986) aponta como convergência dos vários conceitos de explicação entendê-la como uma actividade que se desenvolve num contexto interactivo e, conseqüentemente, tem necessidade de certas condições sociais para se produzir. Neste sentido, saber produzir e compreender explicações apropriadas aos contextos faz parte de nossa socialização e escolarização.

Para Gilbert *et al.* (2000), uma explicação pode ser avaliada como apropriada considerando-se três componentes. O primeiro é a adequação de uma explicação, que é uma

declaração sobre a relação entre o tipo de questão feita e o tipo de explicação produzida. A relevância, segundo componente definido por Gilbert *et al.*, de uma explicação, é a medida do grau no qual ela reúne as necessidades do questionador; e, pode ser atestada em dois níveis. No primeiro nível, o extrínseco, o aluno percebe que quem explica valoriza demasiadamente certas explicações e, portanto, elas devem ser aprendidas. No segundo nível, o intrínseco, o estudante deseja saber ou compreender alguma coisa por motivos próprios. Finalmente, a qualidade de uma explicação é a medida da sua legitimidade comparada com o corpo de conhecimento aceite pela comunidade científica. Na visão de Gilbert *et al.* (2000), uma explicação deve: i) providenciar explicações para os problemas salientes no momento e ser compatível com o grosso de conhecimento científico; ii) usar conceitos em menor quantidade e mais amplo alcance do que a anterior; iii) Ser aplicável à maior gama possível de contextos; iv) Levar ao maior número de predições de sucesso.

Segundo Sandoval & Reiser (2004) as explicações são constituídas por ideias, conceitos e argumentos de natureza teórica que são destinados a estabelecer nexos causais entre dois ou mais acontecimentos. Duschl (1995) propõe, organizar a prática pedagógica em três campos: o campo do conhecimento epistemológico e científico; o campo das habilidades cognitivas e de pensamento; o campo das habilidades sociais e de comunicação. Nas actividades de ensino propostas pelo autor, os estudantes devem vivenciar o processo de geração de hipóteses, experimentação e avaliação de evidências, com vistas à construção e à avaliação de argumentos e explicações.

Segundo Driver (1994) as explicações científicas, acerca de um fenómeno, podem ter diferentes níveis de complexidade, caracterizados pelo tipo de raciocínio que envolvem.

Martin (1972), apresentou uma tipologia das explicações em função dos vários significados que esta pode contemplar, da qual constam cinco tipos de explicação: descritivo, causal, interpretativo, preditivo e intencional. As explicações do tipo intencional fundamentam a importância da investigação a desenvolver, pela comunidade científica, acerca de um fenómeno físico ou de um aspecto relacionado com o mesmo (responde à questão: Com que finalidade se investiga determinado fenómeno). As explicações do tipo descritivo relatam do comportamento do fenómeno, sem se apresentar os motivos, após constatação, realizada por intermédio da uma actividade experimental (responde à questão: como se comporta o fenómeno). As explicações do tipo interpretativo decifram em que baseia o fenómeno, fazendo alusão às entidades intervenientes. Esta explicação pode aplicar-se a um conjunto de fenómenos semelhantes

(responde à questão: que entidades intervêm no fenómeno). Quanto às explicações do tipo causal baseiam-se numa relação de causalidade, através de uma relação de causa-efeito, entre as entidades envolvidas e causadoras do fenómeno (responde à questão: porque se comporta o fenómeno desta forma). Por último as explicações do tipo preditivo possibilitam fazer uma previsão acerca do comportamento de um fenómeno sob determinadas condições e que poderá ser experimentalmente testada (responde à questão: como se comportará o fenómeno submetido a determinado a certas condições).

Gilbert, Boulter & Rutherford (1998), apesar de apoiarem a tipologia de explicações apresentadas por Martin (1972) sugerem uma tipologia de explicações que enfatiza a existência de uma relação entre uma questão enunciada e a explicação elaborada e que inclui cinco tipos de explicação: tipos um, dois, três, quatro e cinco. As explicações do tipo um esclarecem o sentido de palavras e frases que descrevem o fenómeno. As do tipo dois fundamentam acções e comportamentos. Ainda segunda a tipologia dos mesmos autores as explicações do tipo três englobam relação de causalidade relativa a um fenómeno e dedução sobre outros fenómenos. As explicações do tipo quatro invocam à teoria a partir da qual se pode formular uma lei, e por último as explicações do tipo cinco que explicam o modo como alguma coisa funciona.

Leite & Figueiroa (2004) apresentam uma tipologia de explicações, elaborada com base na que Martin (1972). À semelhança do que acontecia na proposta de Martin (1972), cada tipo de explicação incluído na tipologia proposta por Leite & Figueiroa (2004) tem subjacente uma questão. Esta tipologia compreende quatro tipos de explicação, especificamente:

- ✓ Explicação do tipo Descritivo - Consiste na descrição do comportamento do fenómeno a partir do observável, não apresentando motivos nem causas para tal. Este tipo de explicação é o menos complexo em termos de raciocínio e funciona como pré-requisito na elaboração de explicações dos outros tipos, acerca de um determinado fenómeno. Responde à questão: O que acontece com o fenómeno?
- ✓ Explicação do tipo Causal - Ultrapassa a fase da observação e é elaborada com base numa relação do tipo causa efeito, explicando as causas e as entidades envolvidas no fenómeno observado. Responde à questão: Qual é a causa do fenómeno?
- ✓ Explicação do tipo Preditivo - Este tipo de explicação está relacionado com a elaboração de previsões, antecipando o comportamento de um fenómeno com base em conhecimentos prévios com ele relacionados. Responde à questão: Como se comportará o fenómeno sob determinada condição?

- ✓ Explicação do tipo Interpretativo – este é o tipo de explicação mais complexo em termos de raciocínio. A construção deste tipo de explicação requer a identificação dos conhecimentos conceptuais explicando o que se constatou, não através de dados empíricos suficientes, mas recorrendo a conhecimentos prévios, de conceitos e modelos que o aluno possui e que são usados para construir a explicação do fenómeno. Responde à questão: Que entidades envolve o fenómeno?

Em suma, o ensino de Ciências não deve objetiva transformar crianças em futuros cientistas, mas sim, formar pessoas que sejam capazes de utilizar conhecimentos científicos para explicar, como consciência, factos que acontecem no seu quotidiano, assim as aulas de são um espaço privilegiado para que os alunos e professores possam desenvolver as noções e idéias que têm do mundo a seu redor e de si próprios.

2.5.2. O papel das actividades laboratoriais na construção de explicações científicas

A educação em Ciências deve proporcionar aos estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido, procurando explicações lógicas e razoáveis, levando os alunos a desenvolverem atitudes críticas, realizar julgamentos e tomar decisões fundamentadas em critérios objectivos, baseados em conhecimentos compartilhados por uma comunidade (Bizzo, 2002).

Conforme Caballer e Oñorbe (1997), as actividades de laboratório proporcionam a oportunidade de introduzir e dar significado a conceitos científicos, permitindo verificar ou questionar as ideias dos alunos. Estas actividades abrem a possibilidade de manipular, construir uma imagem mental dos processos naturais, fomentando o conhecimento da natureza do trabalho científico, ou desenvolver habilidades cognitivas. Borges *et al.* (2001) fala da necessidade de planear actividades laboratoriais, bem como a adopção de uma ampla variedade de actividades. Além disso, Borges *et al.* (2001) propõe mudanças nas actividades de laboratório, com o objectivo de deslocar o foco da actividade dos estudantes da realização de tarefas de medição e cálculos, frequentes nos laboratórios, para realização de interpretações sobre o significado de observações e fenómenos.

Para Leite (2006), as actividades laboratoriais devem ser organizadas com o intuito de auxiliar os alunos na compreensão das explicações construídas pelos cientistas para dar sentido ao mundo natural, levando-os a utilizar e desenvolver conhecimentos quer conceptuais quer procedimentais e exigindo a tomada de decisões no decurso da actividade.

Outro factor importante tem a ver com o grau de abertura das actividades laboratoriais. Vários estudos revelam que a maior parte das actividades laboratoriais utilizadas nas aulas de ciências (Afonso, 2000), em Portugal, ou propostas nos manuais escolares de ciências do Ensino Básico (Leite, 1999; Figueiroa, 2001; Leite, 2002), português, possuem um grau de abertura reduzido, pelo que não facilitam o desenvolvimento de competências de análise, reflexão e discussão das ideias científicas associadas às actividades, nem de competências de análise de dados, de implementação de resultados e de construção de explicações científicas para os fenómenos observados no nosso quotidiano ou reproduzidos em laboratório.

Segundo Aguilar (2002) um dos princípios da educação em ciências é ajudar os alunos a corrigirem as suas explicações intuitivas e vulgares, sobre o mundo que os rodeia desenvolvendo as capacidades de descrição, explicação, previsão e controlo dos fenómenos naturais. Jiménez Aleixandre *et al.* (1998) defendem que, as actividades que envolvem a elaboração de hipóteses, como é o caso das actividades laboratoriais, permitem criar um ambiente estimulante ao desenvolvimento da argumentação. Segundo o mesmo autor, ao professor compete orientar a participação dos alunos, pois é necessário que as discussões sejam conduzidas sem a perda do rumo estabelecido, não basta deixar que os alunos falem livremente, é preciso encontrar um equilíbrio entre a livre apresentação de ideias e a atenção às questões já discutidas. Driver & Osborne (1999) acrescentam, ainda, que a argumentação desafia e auxilia os alunos na articulação das razões que suportam a compreensão conceptual, na justificação das suas ideias, na comunicação das suas dúvidas e na apresentação de explicações alternativas. Desta forma, é potenciada a (re)construção do conhecimento, a partir de uma interacção, propiciada pelo discurso argumentativo. Jiménez Aleixandre & Díaz Bustamante (2003) mencionam que a preocupação de incluir o desenvolvimento de capacidades argumentativas nos objectivos do ensino das Ciências significa, entre outras coisas: constatar a contribuição das práticas discursivas na construção do conhecimento científico, ter em conta que fazer Ciências implica a discussão de ideias, a avaliação de alternativas, a eleição entre diferentes explicações e contribuir para a ampliação da visão de aprendizagem das Ciências.

Quando as actividades laboratoriais levam o aluno a falar sobre determinado fenómeno, procurando explicá-lo, discutindo e considerando diferentes pontos de vista, o aluno tem a oportunidade de se familiarizar com o uso de uma linguagem que transporta consigo características da cultura científica (Driver & Osborne, 1999). Vygotsky (1962) apontou para a verbalização como um "instrumento cognitivo" para o desenvolvimento e expressão da compreensão. Então quando o aluno argumenta sobre um conceito científico, está processando cognitivamente toda a sua compreensão da actividade. Os alunos constroem a compreensão dos fenómenos físicos durante a reflexão sobre o como – a fase da tomada de consciência das suas próprias acções, e da procura do porquê – fase das explicações causais. "E, enquanto contam o que fizeram para o professor e para a classe e descrevem suas acções, vão estabelecendo, em pensamento, as próprias coordenações conceituais, lógico-matemáticas e causais" Carvalho *et al.* (1998: 22).

Nesta óptica, acreditamos que o espaço para a exposição de ideias, argumentação e explicação de ideias em sala de aula é fundamental. Através da argumentação, os estudantes entram em contacto com algumas habilidades importantes dentro do processo de construção do conhecimento científico, tais como, reconhecimento entre afirmações contraditórias, identificação de evidências e confronto de evidências com teorias ou previsões. É preciso trazer para a sala de aula situações que possibilitem ao aluno expor o que ele pensa e criar condições para que ele aprenda outros argumentos e formas de analisar o fenómeno (Mortimer & Scott, 2003) sendo que a utilização das actividades laboratoriais faculta aos alunos as condições necessárias para que desenvolva estas capacidades. Especialmente as actividades do tipo Prevê-Observa-Explica-Reflecte que como já foi referido anteriormente permitem a reconstrução e/ou no desenvolvimento da explicação de fenómenos naturais científica, facilitando a evolução das previsões iniciais para as explicações cientificamente aceites. Segundo Carvalho (2000: 184), "falar, ouvir e procurar uma explicação sobre os fenómenos, depois escrever e desenhar, isto é, se expressar em diversas linguagens, solidifica e sistematiza os conceitos aprendidos".

De acordo Yebra & Membiela (2006) a realização de investigações nas escolas dá aos alunos a oportunidade de fazer perguntas, de planear investigações, de escolher instrumentos adequados e técnicas para recolher os dados, de pensar criticamente sobre as relações entre evidências e explicações, de construir explicações alternativas e de as comunicar.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Introdução

Este capítulo tem como propósito descrever a metodologia utilizada neste estudo, tomando em consideração a consecução dos objectivos definidos no capítulo I.

No sentido de o tornar mais funcional, o capítulo foi dividido em sete secções que incluem, respectivamente: apresentação da estrutura geral do capítulo (3.1); descrição do estudo, onde se procura apresentar em linhas gerais e, de acordo com os objectivos da investigação, o modo como se orientou o estudo (3.2); descrição e caracterização da população e amostra utilizadas, bem como os critérios que presidiram à sua escolha (3.3); a justificação da selecção da técnica de recolha de dados (3.4); a descrição da construção de instrumentos de recolha de dados utilizados (3.5); processos utilizados na recolha de informação necessária ao estudo (3.6) e finalmente, apresentação e justificação dos processos de tratamento e análise de dados (3.7).

3.2. Descrição do estudo

Com esta investigação pretendeu-se averiguar o tipo das explicações que os mesmos formulam na abordagem da unidade didáctica “A Germinação do feijão” do currículo da disciplina de Estudo do Meio. Para obter informações que conduziram a uma compreensão das explicações dos alunos para o fenómeno em causa recorreu-se à implementação de uma actividade laboratorial desenhada segundo a perspectiva “Prevê- Observa-Explica-Reflecte” (Leite, 2001) que permitisse aos alunos expor as suas ideias, pretendendo-se, que eles tomassem consciência das mesmas.

Os alunos foram entrevistados, individualmente durante, em média, 25 minutos. Começou-se por apresentar o problema, solicitando aos alunos que fizessem uma previsão. De seguida foi apresentado aos alunos a actividade levando-os a testar as suas previsões e a descreverem o que observavam. Após a realização deste procedimento os alunos construíram explicações para fundamentarem as observações realizadas.

As entrevistas tiveram lugar nas escolas. Na maioria dos casos, escolheu-se o período destinado às Actividades de Enriquecimento Curricular, evitando-se, deste modo, que os alunos interrompessem as aulas relativas às áreas curriculares disciplinares. Cada uma das entrevistas, foi gravada em áudio e, posteriormente, transcrita e analisada, com vista à identificação do tipo das explicações usadas pelos alunos.

3.3. População e amostra

Neste estudo, a população é constituída por alunos do 4ºano de escolaridade do Ensino Básico, ou seja, no final do 1ºciclo e aos quais já foram leccionados os conceitos referentes à unidade temática “Germinação do feijão”, ao longo deste ciclo. Optou-se por realizar este estudo com alunos do 4º ano, também pelo facto de se reconhecer que são crianças já detentoras de mais alguma maturidade e destreza na resposta às questões, considerando-se que a sua capacidade de interpretação e expressão estariam mais desenvolvidas.

A dificuldade inerente à utilização de amostras de populações alvo muito grandes e geograficamente dispersas obriga os investigadores a constituir a sua amostra a partir de uma população acessível, isto é, do conjunto de indivíduos que, de uma forma realista, podem ser incluídos na amostra (Gall *et al.*, 2003). No caso deste estudo podemos considerar como população acessível alunos do 4º ano de escolaridade de três escolas do concelho de Vila Nova de Gaia, onde a investigadora trabalha.

Segundo Lakatos e Marconi (1996), a amostra “é uma parcela convenientemente seleccionada do Universo (população)”. Para Fortin (1999), a amostra “é um subconjunto de uma população ou de um grupo de sujeitos que fazem parte de uma mesma população. É, de qualquer forma, uma réplica em miniatura da população alvo”. A vantagem de extrair uma pequena amostra de uma população alvo vasta é que se poupa tempo e trabalho. Através do estudo de uma amostra relativamente pequena, pode-se chegar a conclusões acerca de uma população alvo inteira e provavelmente correctas dentro de uma pequena margem de erro (Borg & Gall, 2003).

A escolha da nossa amostra deve-se, principalmente, à facilidade de acesso às turmas (Cohen *et al.*, 2001; Gall *et al.*, 2003), a algum conhecimento das características destas e à possibilidade de uma maior flexibilidade na gestão do tempo, pois uma das escolas era o local

de trabalho da investigadora e as duas restantes eram geograficamente perto. Compreende-se assim, que o processo para chegar à definição da nossa amostra não foi aleatório, já que era a que estava mais acessível à investigadora, e como tal denominámo-la de amostra disponível ou conveniente (McMillan & Schumacher, 2001: 175 e 178; Creswell, 1994: 127). Segundo os mesmos autores (2001), a escolha não aleatória dos intervenientes ocorre vulgarmente na investigação educacional.

Contudo, ao se recorrer a um grupo de alunos próximos e disponíveis para serem estudados (Fogelman, 2003; McMillan & Schumacher, 2001; Gall & Borg, 2003), a amostra acaba por ser um pouco diminuta em comparação com a dimensão da população de onde foi extraída (McMillan & Schumacher, 2001). Mas, Gall & Borg (2003) assinalam que o tamanho da amostra em investigação educacional é, normalmente, pequeno.

Por outro lado, segundo Almeida e Freire (2003) é importante a representatividade estatística de uma amostra quando se pretende generalizar os resultados obtidos com ela à população. Para que essa generalização seja praticável, é fundamental que a população se encontre 'reflectida' na amostra considerada (Almeida & Freire, 2003: 109). Tal não acontece no caso da nossa amostra, pois não foi seleccionada aleatoriamente a partir da população, pelas razões já apontadas. Apesar de a nossa amostra ser pouco representativa da população, segundo Ghiglione & Matalon (1995) a representatividade da amostra é por si só um problema, e pretender a qualquer custo uma amostra representativa, é uma condição difícil de satisfazer e, muitas vezes, inútil, devendo-se substituir a noção global de representatividade por uma noção mais ampla, e adequada aos objectivos estabelecidos

Depois de escolhida a população acessível para este estudo, já descrita anteriormente, seleccionou-se, uma amostra constituída por 12 alunos, inseridos em quatro turmas, sendo duas da mesma escola e as restantes duas de escolas diferentes. A dimensão da amostra seleccionada foi considerada adequada atendendo à natureza deste estudo, ao instrumento de recolha de dados seleccionado, aos recursos humanos possíveis e ao limite de tempo previsto para a conclusão deste trabalho de investigação.

A selecção dos três alunos por turma foi feita pela professora titular, que teve em conta o aproveitamento escolar dos alunos. Assim sendo, foram seleccionados em cada turma: um aluno considerado " bom aluno", ou seja, com bom aproveitamento; um aluno considerado " aluno médio", ou seja, com aproveitamento suficiente; e um aluno considerado " aluno fraco",

ou seja, com fraco aproveitamento. A média de idade dos alunos da amostra é de 9,2 anos. No que respeita ao género, 7 elementos são do sexo feminino e 6 elementos do sexo masculino.

3.4 Tipo de estudo e técnica de recolha de dados

Em consonância com as características deste estudo, quer pela essência da questão de investigação, quer pelas características de que se reveste toda a recolha de dados, considerou-se conveniente a utilização de uma metodologia qualitativa, inserindo-se assim numa linha de investigação descritiva, na medida em que “os dados recolhidos são em forma de palavras (...) os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação” (Bogdan & Biklen, 1994: 48).

Inserido no contexto da metodologia de investigação, o objectivo central da nossa investigação foi analisar as explicações científicas produzidas pelos alunos do 1º ciclo a propósito de actividades laboratoriais no tópico da germinação do feijão. Tendo como ponto de partida este objectivo, procedeu-se à selecção da técnica de recolha de dados.

A generalidade das opiniões diverge no que respeita aos critérios que garantem a objectividade de uma investigação (Lessard-Hébert *et al*, 1994), sobretudo quando inclui uma análise qualitativa, na medida em que quer a obtenção quer a análise das informações estão sujeitas à influência da interpretação do investigador (Bardin, 1997). Da análise de algumas das técnicas disponíveis para a recolha de dados no domínio da investigação qualitativa constata-se que cada uma destas técnicas apresenta vantagens e a cada uma estão associadas limitações. Essas técnicas podem ser usadas isoladamente ou associadas (DiGisi & Willett, 1995), mas a sua utilização tem que ser pensada para cada problema em estudo de modo a escolher a(s) mais adequada(s) e a minimizar as sua limitações.

De entre as técnicas de recolha de dados que a literatura especializada sugere, a técnica do inquérito por entrevista semi-estruturada é a que se revela mais adequada à recolha das informações necessárias à questão de investigação formulada. Para esta escolha foi tido em conta o baixo nível etário dos sujeitos envolvidos (facto que exige alguns cuidados na forma de comunicar) e a necessidade de se obter informações completas e pormenorizadas que conduzam a uma compreensão, em profundidade, das explicações dos alunos para os fenómenos em causa (Ghiglione & Matalon, 2001). A entrevista é, porventura, uma das técnicas

de recolha de dados mais utilizada em investigação qualitativa. Ghiglione & Matalon (2001) referem que a entrevista é "uma conversa tendo em vista um objectivo". Assim, na entrevista é estabelecida uma relação entre o entrevistador e o entrevistado que visa a obtenção de informação importante para a investigação, que permita a descrição dos fenómenos. Ora, a descrição de fenómenos é uma das características fundamentais nas abordagens qualitativas (Bogdan & Biklen, 1994). Apesar de não ser uma metodologia exclusiva da investigação qualitativa, associamos muitas vezes a entrevista à compreensão e descrição dos fenómenos.

Segundo Ghiglione & Matalon (2001) os objectivos investigativos da entrevista podem situar-se em 4 níveis diferentes:

- 1) Exploração (de algo que desconhecemos);
- 2) Aprofundamento (assuntos que necessitam de maior explicação para se entender a totalidade do seu fenómeno);
- 3) Verificação (domínios já suficientemente bem conhecidos que queremos verificar na sua aplicação e evolução em contextos diferentes);
- 4) Controlo (validação parcial dos resultados - aqui a entrevista não surge como método principal).

Segundo os mesmos autores, na entrevista semi-estruturada são estabelecidas previamente algumas questões, mas sem preocupação de uma ordem de colocação rígida. O entrevistador vai seguindo as respostas dos entrevistados, podendo surgir aspectos não considerados à partida. Por outro lado pode ser clarificado o sentido das respostas do entrevistado, podem ser colocadas questões não consideradas previamente. Os objectivos de conteúdo da entrevista estarão sempre presentes. No caso de estes conteúdos não surgirem naturalmente durante a entrevista o entrevistador colocará questões no sentido de todos os conteúdos serem abordados. Ainda segundo Ghiglione & Matalon (2001), as vantagens desta técnica são:

- Ser ajustável às características de cada aluno (pode-se reformular a questão de modo a tornar-se mais perceptível).
- Facilitar obter o máximo de informação, com um elevado grau de profundidade, confirmando explicações, clarificando o significado dos termos para o aluno e perseguindo ideias não esperadas.
- Reconhecer razões de conflito ou de antinomia nas respostas.
- Criar situações de conflito quando o aluno não apresentar consistência nas suas ideias.

No entanto, esta técnica apresenta algumas limitações:

- Trata-se de um método extremamente moroso, no que concerne à realização das entrevistas individuais, transcrição e análise das mesmas.
- Por se tratar de um método extremamente moroso, requer o uso de amostras pequenas.
- A entrevista pode criar uma situação de reflexão para o aluno à medida que progride.
- O entrevistador não deve deixar transparecer ao aluno que a sua resposta não foi a esperada.

3.5. Os instrumentos de recolha de dados

Após a selecção da técnica para recolha de dados e informações seguiu-se a fase de preparação do instrumento que permitisse a recolha e consecução dos mesmos. Organizou-se uma estrutura geral da entrevista, com questões que permitissem obter o conhecimento necessário à continuidade do estudo indo de encontro ao objectivo estipulado. Depois de construído, o guião da entrevista foi sujeito à apreciação do orientador desta dissertação e de seguida foi validado por especialistas em Educação em Ciências que julgaram da sua pertinência e adequação aos propósitos delimitados, nomeadamente ao nível da clareza, relevância das questões, objectividade e adequação das questões aos objectivos do estudo e eventuais aspectos que estivessem em omissão. A apreciação feita ao guião, pelos especialistas acima referidos, foi, em termos gerais, positiva, tendo havido algumas sugestões, que permitiram efectuar pequenos ajustes, considerados consensuais.

Após a elaboração do guião das entrevistas aplicou-se o mesmo a dois alunos pertencentes à população, mas não à amostra. Este treino teve como objectivo a aferição do interesse e pertinência do guião face aos objectivos, o treino da aplicação da técnica da entrevista, alterar o guião de entrevista caso fosse necessário e adequar o comportamento e atitude do entrevistador no decorrer das entrevistas. A aplicação aos alunos permitiu ainda obter informações sobre a clareza e objectividade das questões e sobre o tempo médio necessário para responder/realizar a entrevista.

Com base na análise das respostas dos alunos não se verificou necessidade de efectuar reajustes ao guião inicial, pois as questões nele apresentadas levavam-nos a atingir o objectivo da investigação. Não sendo detectado nenhum problema, considerou-se terminado o processo de validação. Assim, a versão final do guião de entrevista utilizado neste estudo apresenta-se no

Anexo 1. As questões constantes deste guião permitiram-nos construir o quadro de objectivos que se apresenta de seguida.

Quadro 1

Objectivos das questões a incluir no guião aplicado aos alunos

Questões	Objectivos
1	Averiguar se os alunos reconhecem o feijão como uma semente que pode originar uma nova planta
1.1	Apresentar ideias sobre as alterações que o feijão sofre após estar na terra durante uma semana Expor pontos de vista, justificando a sua opinião
2.1/3.1./4.1/5.1	Comunicar aspectos observados
2.2/3.2/4.2/5.2	Fazer comparações entre a sua previsão e a observação
2.3/3.3/4.3/5.3	Explicar o fenómeno observado
2.4/3.4/4.4	Prever as mudanças ocorridas nas fases seguintes da germinação do feijão
6.1/ 6.2	Explicar como é que um feijão originou um feijoeiro

As questões gerais eram questões abertas, de forma a dar espaço à criança para expressar livremente as suas ideias. No entanto, outras questões foram sendo colocadas aos entrevistados, no decorrer da entrevista, para recolher as informações pretendidas acerca das explicações que as crianças constroem.

As entrevistas pressupunham a obtenção de dados relativos à previsão e explicação dos alunos de um fenómeno em particular, a germinação do feijão. As entrevistas foram iniciadas questionando os alunos sobre o que aconteceria ao feijão quando colocado na terra do vaso. Neste momento era apresentado aos alunos um feijão e um vaso com terra, igual aos usados nas diferentes etapas da germinação. Pretendia-se assim averiguar se os alunos reconhecem o feijão como uma semente que pode originar uma nova planta. Após esta previsão mais geral foram consideradas quatro etapas da germinação, com um intervalo de uma semana entre cada uma delas. Para cada uma destas etapas foram colocadas várias questões, com os seguintes objectivos: levar os alunos a preverem as mudanças ocorridas na fase seguinte da germinação do feijão apresentando ideias sobre as alterações que o feijão sofre após estar na terra durante mais uma semana; comunicar aspectos observados; fazer comparações entre a sua previsão e a observação e explicar o fenómeno observado. Como forma de finalizar a entrevista foi pedido aos

alunos uma explicação global sobre o fenómeno da germinação e como na opinião deles um feijão podia originar um feijoeiro.

3.6. Recolha de dados

A recolha de dados foi efectuada pela realização de entrevistas à amostra no decorrer do 3º período. As mesmas foram realizadas nas escolas frequentadas pelos alunos participantes. Os alunos foram entrevistados em salas de aula desocupadas, ou em outros espaços que nesse momento estivessem desocupados e possibilitassem um ambiente tranquilo e sem ruídos que pudessem perturbar. Afim de não interromper as aulas respeitantes às áreas curriculares disciplinares, as entrevistas foram realizadas no período reservado às Actividades de Enriquecimento Curricular

Cada entrevista foi gravada em áudio, devidamente autorizada pelos responsáveis de cada escola envolvida e teve a duração média de 20 minutos. Numa fase introdutória e precedente à entrevista foi necessário colocar os entrevistados à vontade e situá-los no tema que se pretende abordar. Após este enquadramento inicial teve início a entrevista através da qual se pretendia recolher as previsões e as explicações dos alunos para as várias etapas da germinação do feijão.

3.7. Tratamento e análise de dados

Para a análise das entrevistas optámos, numa primeira fase, pela transcrição na integra das mesmas, de uma forma tão fiel quanto possível. Em seguida foi feita uma leitura geral de cada entrevista e por fim, uma análise de conteúdo. Segundo Bardin (1997) a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise cada vez mais subtis e em constante aperfeiçoamento, que utiliza procedimentos sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, marcada por uma grande divergência de formas e adaptável a situações e conteúdos diversificados. O mesmo autor defende ainda que a partir do momento em que a análise de conteúdo codificar o seu material, deve produzir um sistema de categorias. No conjunto das técnicas de análise de conteúdo, a análise por categorias é o mais utilizado. A categorização tem por objectivo fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos.

Assim, de acordo com os aspectos por nós pretendidos e com base nas quatro categorias de resposta correspondentes aos quatro tipos de explicação incluídos na tipologia proposta por Leite & Figueiroa (2004) depois de serem adaptados à classificação das explicações associadas às actividades laboratoriais, sistematizámos os dados recolhidos. Esta tipologia de explicações foi já usada num estudo com características semelhantes às deste estudo pelo que foi a designada para a concretização do trabalho de análise a que nos propusemos. Considerar-se-ão assim quatro tipos de explicação: explicação do tipo descritivo, do tipo causal, preditivo ou do tipo interpretativo.

Nesta análise serão tidos em conta três aspectos fundamentais: a previsão fundamentada perante a descrição da situação, as explicações do aluno para a sua previsão, e posteriormente, a explicação do que observam após a execução da actividade pelo professor e a observação do fenómeno.

Os dados obtidos, serão organizados em tabelas que serão apresentados e analisados, no próximo capítulo. Sempre que possível, a apresentação dos dados será acompanhada de algumas citações extraídas das explicações construídas pelos alunos, de modo a fundamentar a classificação efectuada, bem como a respectiva análise.

Os autores dos exemplos de respostas serão identificados através de um código que incluem a consoante A que se refere ao tipo de indivíduo (aluno) e um número que representa o número de ordem pela qual foram entrevistados.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Introdução

Neste capítulo iremos apresentar e discutir os resultados da investigação efectuada para atingir os objectivos definidos no Capítulo I. Assim, apresenta-se a estrutura geral do capítulo (4.1), seguindo-se a apresentação e discussão dos resultados obtidos - análise das respostas às entrevistas (4.2). Deste modo, para uma mais fácil leitura, decidiu-se fazer a apresentação e discussão dos resultados referentes às várias etapas da germinação, procedendo-se à sua apresentação sequencial.

4.2. Análise das respostas às entrevistas

Neste ponto apresentam-se os resultados da análise das respostas dos alunos. Analisam-se as previsões gerais formuladas pelos alunos acerca do que acontece quando se coloca o feijão na terra do vaso (4.2.1), de seguida faz-se a análise das respostas à primeira etapa da germinação (4.2.2), seguindo-se a análise da segunda etapa da germinação (4.2.3), posteriormente faz-se a análise da terceira etapa da germinação (4.2.4) seguindo-se a análise da quarta etapa da germinação (4.2.5). Por último apresentam-se as explicações gerais formuladas pelos alunos sobre como um feijão pode originar um feijoeiro (4.2.6).

4.2.1. Previsões gerais formuladas pelos alunos acerca do que acontece quando se colocar o feijão na terra do vaso

No que respeita a esta primeira previsão geral, pediu-se aos alunos que, descrevessem o que achavam que aconteceria ao feijão quando colocado na terra do vaso.

De acordo com os resultados obtidos e disponíveis na tabela 1, constata-se que os alunos participantes neste estudo previram situações diferentes relativamente ao que pode acontecer ao feijão quando colocado na terra do vaso.

Tabela 1

Previsões formuladas pelos alunos acerca do que acontece quando se coloca o feijão na terra do vaso

Subdimensões		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro	Nascer	X		X							X		
	Crescimento		X										
Alterações ao nível do feijão	Vai abrir					X		X		X			
	Cresce												X
	Cresce e transforma-se em planta					X	X		X				
Aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro	Crescimento da raiz		X		X			X	X	X		X	
	Crescimento do caule		X		X				X	X			
	Crescimento de folhas		X		X				X	X		X	
	Aparecimento de flor		X		X								
	Aparecimento de novos feijões		X		X				X			X	

Verificamos, através da tabela 1, que a previsão de seis alunos (A2, A4, A7, A8, A9, A11), se centra na enumeração da totalidade ou parte dos componentes da planta que pensam que vão surgindo. Das partes constituintes da planta aquela que foi mais referida pelos alunos é a raiz (seis alunos), seguindo-se as folhas que são mencionadas por um total de cinco alunos, e com uma frequência de quatro respostas cada temos o caule e novos feijões. A parte da planta menos nomeada pelos alunos (apenas dois) foi a flor. Este aspecto pode, provavelmente, dever-se ao facto de a flor ser uma parte da planta não constante em todas as espécies, ou ainda pelo facto de ser uma parte da planta que subsiste e é visível por um período de tempo limitado.

Ainda em relação ao aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, os alunos A2 e A4 que enumeraram todas as partes constituintes de uma planta fizeram-no de forma sequencial, desde a primeiro a surgir até à última, ou seja desde a raiz até ao fruto (feijão). Este aspecto leva-nos a estimar que os referidos alunos possuem já algum conhecimento acerca das alterações e das diferentes etapas pelas quais a semente irá passar, podendo contudo não ter ideia do tempo que cada fase demora. A título ilustrativo apresentam-se dois exemplos de resposta que evidenciam esta previsão:

“Ele vai começar a ganhar raiz, depois vai começar a nascer o caule, vai dar folha, flor e vai dar o feijão” (A2).

“Vai crescendo um fiozinho que é a raiz...” “Ele vai crescer, o caule vai aparecer, nascem as folhas, depois das folhas nascem as flores e depois o feijoeiro vai dar o feijão” (A4).

O aluno A2, além de ter nomeado as partes constituintes da planta, remete também a sua resposta para alterações a nível da planta, nomeadamente para o crescimento da mesma, considerando de antemão a existência de uma planta que sofre um crescimento.

O aluno A8 associou o aparecimento dos componentes da planta a alterações ao nível do feijão, considerando a existência de um processo de transformação do feijão em planta. A ideia apresentada é evidenciada no seguinte exemplo de resposta:

“...o feijão torna-se um feijoeiro” “Ele ganha raízes, ganha folhas... e ganha o caule... e os feijões...”
(A8).

O aluno A9 além de ter referido o aparecimento da raiz, do caule e das folhas, remeteu de igual forma para uma alteração ao nível do feijão, referindo que este vai abrir. Como exemplo ilustrativo desta previsão apresenta-se a seguinte resposta:

“Acho que se vai abrir ao meio e vai começar a crescer a raiz, depois o caule e depois uma folha”
(A9).

Os dados da tabela 1 permitem constatar que as previsões dos alunos A1, A3 e A10, apontam para alterações a nível da planta, designadamente o nascimento da mesma. Os dois exemplos de resposta que se seguem são ilustrativos da previsão que os alunos formularam:

“Vai começar a nascer um feijoeiro” (A3).

“Acho que nasce um feijoeiro” (A10).

As alterações ocorridas ao nível do feijão, foram mencionadas pelos alunos A5, A6, A7, A8, A9 e A12. O aluno A5 previu duas alterações ocorridas ao nível do feijão que são o facto de o feijão abrir e posteriormente crescer e se transformar em planta. Esta previsão é evidenciada no seguinte excerto de resposta:

“...a casca de fora do feijão vai abrir e ele vai poder sair...” “Ele cresce e transforma-se numa planta pequenina...” (A5).

O aluno A6 também centrou a sua previsão apenas ao nível de alterações sofridas no feijão, considerando apenas que este cresce e se transforma em planta, não associando este processo a qualquer outra alteração sofrida. Esta previsão é confirmada pela seguinte afirmação.

“Vai crescer e vai tornar-se numa planta” (A6).

O aluno A7 conciliou a sua previsão com alterações a nível do feijão, considerando que este vai abrir, e na alteração ao nível dos seus componentes quando refere o aparecimento de uma raiz. Esta ideia é evidenciada nos seguintes excertos de resposta:

“Quando se mete o feijão na terra acho que ele abre e vai uma raiz para debaixo da terra...” “Cresce uma feijoeira, mas já não tenho a certeza se se diz feijoeira ou feijoeiro.” (A7).

O aluno A12 centrou a sua previsão apenas na alteração ocorrida no feijão, considerando que o feijão vai crescer.

Assim, podemos concluir que dos doze alunos entrevistados seis previram alterações a nível dos componentes das plantas, sendo que, destes seis um conciliou esta previsão com alterações a nível da planta e três com alterações a nível do feijão. Ainda sobre o total de doze alunos, apenas três previram alterações somente a nível da planta e, outros três alterações somente a nível do feijão.

Através dos dados fornecidos por esta etapa da entrevista, verificamos que, logo nesta primeira situação, parte dos alunos (quatro alunos) se referiram a uma planta que ainda não existe. Este aspecto levam-nos desde já a supor que estas crianças podem estar a activar os seus conhecimentos prévios sobre as etapas da germinação das sementes.

4.2.2- Análise da primeira etapa da germinação (semana 1)

Após uma previsão, que se pode considerar mais inicial, sobre o que aconteceria ao feijão quando colocado na terra do vaso, as entrevistas realizaram-se de forma a colher dos alunos as previsões e explicações após a observação dos factos ao longo de quatro fases da germinação, separadas por um intervalo de tempo de uma semana.

No que respeita à primeira fase da germinação, pediu-se aos alunos que expressassem aquilo que esperavam observar uma semana após o feijão ter sido colocado no vaso, registando-se, na tabela 2 os resultados obtidos.

Tabela 2

Previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após uma semana da germinação

Subdimensões		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro	Vou ver uma planta pequena							X			X	X	X
Aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro	Vai ter folhas e caule	X								X			
	Vai nascer a raiz		X	X			X						
	Vai ter caule				X	X							X
	Tem folhas e alguns feijões								X				

Os dados da tabela 2 evidenciam que quatro dos alunos entrevistados (A7, A10, A11 e A12) consideraram que após uma semana de o feijão estar colocado na terra do vaso já vão observar uma planta pequena. A ideia geral, representada por esta subdimensão é evidenciada nos seguintes exemplos de resposta:

“Um bocadinho de uma planta a sair da terra” (A11).

“Uma planta pequenina, com caule que depois vai crescer” (A12).

Os restantes oito alunos sujeitos à entrevista direccionaram as suas previsões para alterações ocorridas em alguns componentes das plantas. A subdimensão em que consideraram que após uma semana poderão ver nascer, ou aparecer uma raiz foi referida por três alunos (A2, A3, e A6). Como exemplos ilustrativos desta previsão apresentam-se as seguintes respostas:

“Começa a nascer a raiz” (A2).

“Ainda só criará raízes e depois é que começa a crescer” (A6).

A subdimensão em que consideraram que após uma semana esperam ver folhas e um caule foi referida por dois alunos, sendo eles (A1 e A9). Esta previsão é evidenciada no seguinte excerto de resposta:

“Acho que já vai ter algumas folhas e já vai ter algum “caulezinho”, mas pequenino ainda” (A1).”

“Acho que já vai ter o caule e uma folha pequenina” (A9).

Outros dois alunos (A4 e A5) dos 12 participantes neste estudo previram que decorrida uma semana poderiam ver um caule.

Um dos alunos (A8) referiu que no final deste período de tempo poderia observar as folhas e alguns feijões.

Na etapa seguinte a esta previsão foi apresentado aos alunos o vaso em que foi plantado o feijão há uma semana atrás, levando-os assim a observar e a descrever o que realmente aconteceu e que transformação sofreu o feijão nesse período de tempo.

Na tabela 3 pode-se verificar de que forma se agrupam as descrições dos alunos entrevistados, relativamente a essas transformações.

Tabela 3

Descrições dos alunos sobre o observado após a primeira semana da germinação

Dimensão	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Abriu a casca para sair a raiz	X	X	X	X			X	X	X			
Começou a sair a raiz e o caule						X						
Abre o feijão para sair a raiz e a planta					X					X	X	
A planta está a crescer												X

Mais de metade dos alunos entrevistados (A1, A2, A3, A4, A7, A8, e A9) mencionou que a casca do feijão abriu para sair a raiz. Verificou-se assim, na dimensão “abriu a casca para sair a raiz”, uma certa relação de causalidade pois os alunos consideraram que a casca do feijão (tegumento) abriu porque a raiz necessitava de sair. Esta ideia pode ser ilustrada pelas respostas de alguns alunos, as quais se transcrevem de seguida:

“Está com a casca aberta, porque a raiz tem que sair por algum lado” (A1).

“Acho que é para a raiz sair fora da casca e para fixar na terra” (A7).

“Começou abrir para germinar a raiz do feijão” (A3).

Segundo Piaget (1976) entre os 7 e os 11 anos de idade as crianças encontram-se no estágio concreto. É nesta altura que começam a aparecer as primeiras operações mentais baseadas em objectos concretos. A criança já pode quantificar o seu raciocínio e resolver problemas mentalmente, embora estes problemas ainda tenham de estar relacionados com objectos. Além disto, observa-se ainda o surgimento das noções de causalidade, entre outras. A causalidade relaciona-se com a noção de *causa* que pressupõe um conjunto de diferentes significados: factores que tendem a produzir ou trazer um efeito; factores que levam a que os acontecimentos aconteçam; razões; intenções; motivos; causas reais; condições que interferem com o normal processo dos acontecimentos. Entretanto, o pensamento ainda conserva vínculos com o mundo real, isto é, as operações prendem-se com experiências concretas, não envolvendo operações de lógica de proposições.

No entanto, um estudo realizado por Berzonsky (1971), variáveis como a familiaridade com o assunto e situações, mostraram ter um efeito significativo no raciocínio causal das crianças. Este aspecto podem-nos levar a supor que esta relação de causa efeito estabelecida pelos referidos alunos, (A1, A2, A3, A4, A7, A8, e A9), pode também ter sido influenciada por conhecimentos prévios e situações vivenciadas sobre a germinação das sementes.

A dimensão, abre o feijão para sair a raiz e a planta, referida por três alunos (A5, A10 e A11), apresenta características da dimensão em que a casca do feijão abre para sair a raiz, mas acrescenta o termo planta, referindo que a planta sai de dentro do feijão. O aluno A10 identificou o feijão como a semente de onde tem origem a planta que diz observar sair de dentro do feijão. Apresentam-se, de seguida, os exemplos de resposta que têm subjacente esta descrição:

“Vejo que a planta que está dentro do feijão saiu, abriu a casca e foi criando raízes dentro do vaso” (A5).

“O feijão abre e a planta saiu de dentro do feijão, saiu de dentro da semente” (A10).

“Começa a sair uma planta para a terra, começa a sair a raiz e o feijão abrir-se” (A11).

No caso das dimensões “começou a sair a raiz e o caule” e “a planta está a crescer” os dados apresentados na tabela 3 mostram que, para cada uma destas dimensões, apenas um aluno (A6) deu a resposta em que a ideia geral permitiu inclui-las nestas dimensões. O aluno A6 faz menção à raiz, mas considera ver também o caule da planta. O aluno A12 não identificou nenhuma das partes constituintes, referindo apenas a planta como um todo em crescimento.

Através da análise dos dados da tabela 4 podemos concluir que, para a maioria dos alunos (7), o que observaram e constataram após a primeira semana de germinação não corresponde, nem foi de encontro às suas previsões. Cinco alunos de um total dos doze alunos entrevistados afirmam que as transformações sofridas no feijão após uma semana foram de encontro às suas expectativas.

Tabela 4

Grau de coincidência entre os fenómenos observados e os previstos pelos alunos (primeira semana)

Dimensão	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Sim		X	X		X					X	X	
Não	X			X		X	X	X	X			X

Dos cinco alunos (A2, A3, A5, A10 e A11) que responderam de forma afirmativa, confirmando que as observações foram de encontro às suas previsões, A2 e A3 tinham previsto que decorrida uma semana observavam a raiz. Através da tabela das descrições dos alunos sobre o observado na primeira semana da germinação podemos também verificar que estes alunos, quando lhes foi pedido para descreverem o que observavam, afirmaram que a casca tinha aberto para sair a raiz. Verifica-se assim uma consonância entre as previsões e as descrições, que levou os referidos alunos (A2 e A3) a responderem de forma afirmativa.

Os alunos A10 e A11 que previam ver uma planta no final da primeira semana, afirmaram que observam aquilo que esperavam. Tal pode dever-se ao facto de ambos os alunos quando lhes foi pedido para descreverem aquilo que observavam terem afirmado que o feijão abriu para sair a planta e a raiz, mantendo assim constante a ideia de ver surgir uma planta. No entanto, os alunos supracitados, na previsão não fizeram qualquer referência ao aparecimento da raiz, referindo-se a esta somente na descrição da observação. Verifica-se assim que, apesar de os alunos em questão terem respondido de forma afirmativa, a coincidência entre a previsão e a descrição não é total, pois os alunos na previsão não tinham feito qualquer referência à raiz.

Os alunos A1, A4, A8 e A9 previram que aconteceriam alterações ao nível dos componentes da planta, tais como o surgimento do caule, folhas e feijões. Os quatro alunos fizeram também descrições das observações muito semelhantes, como se pode constatar através da tabela 3, considerando que abriu a casca do feijão para sair a raiz. Esta observação contradisse as suas previsões, pelo que os alunos supracitados responderam de forma negativa quando questionados se a ocorrência observada era aquilo que eles esperavam.

O aluno A6 que na sua previsão mencionou que, decorrida uma semana, esperava ver a raiz, afirmou que o fenómeno observado não foi de encontro às suas expectativas, pois considerava que a raiz estivesse por dentro e ainda não fosse visível.

O aluno A7 referiu na sua previsão que no final de uma semana observaria uma planta, descreveu, na observação do fenómeno, que a casca do feijão abriu para sair a raiz, não indo assim de encontro à sua suposição. Quer no aluno A6, quer no aluno A7 se verifica alguma falta de consciência do factor tempo e do modo como ele interfere no processo de germinação. De acordo com Piaget (1967) é também no estágio concreto, entre os 7 e os 11 anos de idade que surge a noção de tempo. O tempo é definido como um componente de um sistema de medição utilizados para sequências de acontecimentos, para comparar a duração de acontecimentos e os intervalos entre elas.

Por último o aluno A12 que esperava no final de uma semana ver nascer um caule e uma planta pequena, diz que o que observou não vai de encontro ao que esperava, no entanto na exposição do observado continua a usar a designação planta, afirmando que a planta está a crescer.

Após terem constatado o que de facto aconteceu ao feijão, decorrida uma semana de estar na terra do vaso, foi-lhes solicitado que construíssem uma explicação para aquilo que observavam. As explicações distribuíram-se pelos três tipos de explicação (descritivo, causal e interpretativo) propostos por Leite & Figueiroa (2004) para análise de dados, tal como podemos comprovar na tabela 5.

Os resultados obtidos e registados na tabela 5 revelam que, nas respostas dadas pelos alunos, foram identificados dois tipos de explicação, descritivo e causal, verificando-se a ausência do tipo interpretativo. De entre as explicações identificadas a predominância é das explicações causais em detrimento das explicações descritivas. Assim temos três alunos que elaboraram uma explicação do tipo descritivo (A4, A5 e A8) e nove alunos (A1, A2, A3, A6, A7, A9, A10, A11 e A12) construíram uma explicação com características da explicação causal.

Tabela 5

Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após a primeira semana de germinação

Tipos de explicação	Indicadores	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Descritivo	Abriu a casca do feijão e nasceu a raiz/caule				X								
	Transformou-se em planta					X							
	Ganhou raízes								X				
	O feijão abriu e saiu a planta												
Causal	O feijão teve de abrir para sair a raiz/caule	X		X			X	X					
	Influência da humidade	X	X				X			X	X	X	X
	Influência do sol	X	X				X					X	X
	Influência do meio (terra)										X	X	X
	Influência do oxigénio											X	

Os alunos A4, A5 e A8 apresentaram explicações do tipo descritivo. A explicação do aluno A4 enquadrou-se no indicador “abriu a casaca do feijão e nasceu a raiz”, a explicação do aluno A5 ajustou-se ao indicador “transformou-se em planta” e a explicação do aluno A8 incidiu sobre o indicador “ganhou raízes”. Os três alunos anteriormente referenciados construíram explicações consideradas menos complexas em termos de raciocínio. Estas explicações descrevem o comportamento do feijão, sem apresentarem quaisquer motivos ou causas responsáveis pela ocorrência do mesmo. Esta forma de explicar o fenómeno observado pode ser ilustrada pelos seguintes excertos de resposta:

“O feijão foi colocado na terra, depois passado uma semana começa a abrir e começa a crescer a raiz, e passado mais algum tempo a raiz vai aumentando...” (A4).

“Ele desenvolveu-se... Ficou com as raízes e com esta parte” (A8).

Os alunos A1, A2, A3, A6, A7, A9, A10, A11 e A12 elaboraram explicações do tipo causal. Este tipo de explicações ultrapassa a fase da observação, fazendo referência ao mecanismo responsável pela ocorrência do fenómeno, geralmente baseado em relações do tipo causa-efeito. Alguns destes alunos começaram por, de uma ou outra forma, fazerem uma descrição do fenómeno que observam, no entanto com o decorrer da entrevista acabaram por formular uma explicação do tipo causal.

As explicações do tipo causal distribuíram-se por cinco indicadores. Os alunos A1 e A6 construíram uma explicação para o fenómeno observado que incidiu simultaneamente em três indicadores deste tipo de explicação, a saber, “o feijão teve de abrir para sair a raiz/caule”, “regou-se o feijão” e “apanhou sol”. Estes dois alunos estabeleceram uma relação de causa-efeito entre o feijão abrir e o aparecimento da raiz e referiram ainda dois factores externos, a água e o sol, como co-responsáveis pelo sucedido. Os seguintes exemplos de resposta ilustram a ideia chave das explicações dos referidos alunos:

“Primeiro fez-se um buraco na terra e pôs-se lá um feijão, depois regou-se, tivemos que deixar o feijão ao Sol e depois ele irá crescer, mas temos que regar, pôr ao Sol, sempre assim... teve que abrir, porque tinha que sair a raiz para ele se reproduzir, para ele crescer, dar planta e depois nascerem novos feijões” (A1).

“O caule começou a sair e a raiz... o feijão começou a crescer porque a professora pôs água e pôs num local onde tivesse sol, mas também humidade e ele começou a crescer, a desabrochar” (A6).

Os alunos A2, A9, A10, A11 e A12 apontaram factores externos como a água, o sol, a solo e/ou o oxigénio, como responsáveis, ou seja, como a causa para a descrição efectuada anteriormente. O aluno A11 apontou os quatro factores externos referidos anteriormente, enquanto que, o aluno A12 não fez alusão à influência do oxigénio. O aluno A9, de entre os factores externos, apenas mencionou a influência da humidade, no entanto o aluno A2 além deste indicador acrescentou a influência do sol e o aluno A10 acrescentou a influência do meio (terra). Ilustra-se esta forma de explicar com os seguintes excertos de resposta:

“Foi-se regando, apanhou Sol, e começou a nascer a raiz, rebentou a casca e nasceu a raiz” (A2)

“Para a casca estar mais ou menos partida deve ser grande... Eu acho que pode ser a raiz” “Com a água acho que começou a sair uma raiz do feijão” (A9).

“A planta começa a crescer e ao mesmo tempo começa a sair...Com água, terra, sol e oxigénio” (A11).

“ Com água, sol e terra o feijão que colocamos lá cresceu o caule dele...” “Abriu porque nós cuidamos dele e ele começa a crescer com os cuidados especiais” (A12).

Os alunos A3 e A7, tal como já foi referido, também produziram explicações do tipo causal, e que se agrupam no indicador “o feijão teve de abrir para sair a raiz”. Apesar de estes alunos terem igualmente realizado uma explicação baseada numa relação de causa-efeito, entre a abertura da casca e o aparecimento da raiz, não reconheceram nenhum papel interventivo aos

factores externos. Apresentam-se os seguintes excertos de resposta, incluídas no referido indicador:

“A raiz começou a nascer e abriu o feijão para a raiz conseguir passar” (A3)

“Ele foi abrindo um bocadinho e foi saindo uma raiz... (abriu) para sair a raiz.” (A7).

Numa leitura mais global da tabela 5, pode verificar-se que, do total de doze alunos entrevistados, sete fizeram alusão aos factores externos (influência da humidade, influência do sol, influência do meio e influência do oxigénio) como factores que influenciaram o processo sofrido pelo feijão durante a primeira semana da germinação. Estes dados confirmam uma das ideias defendidas pelos alunos no estudo realizado por Giordani (1985) em que 60% dos alunos consideram que as sementes para germinar necessitam de água, bem como no estudo realizado Garcia & Garcia (1989) em que os alunos consideram a água como factor essencial na germinação. Jewell (2002) com o estudo que efectuou também concluiu que a maioria das crianças, independentemente da idade, fazia referência à água e ao Sol com factor condicionante da germinação.

O facto de a água ter sido o factor externo mais referido pelos alunos, pode dever-se ao facto de ser um dos factores ambientais que a criança mais facilmente pode controlar (regando ou não regando), bem como aos conhecimentos prévios e experiências do dia-a-dia das crianças, que muitas vezes vêem e até ajudam os adultos na tarefa de regar as plantas ou jardins de casa, ouvindo muitas vezes dizer que as plantas têm de se regar para não secarem.

Pode-se assim considerar que, no tipo de explicações elaboradas pelos alunos estão presentes as concepções que eles têm sobre o fenómeno em estudo, bem como uma manifestação evidente de que as suas experiências do dia-a-dia em casa e na escola influenciam as explicações que eles constroem. Verifica-se ainda, tal como concluiu Jewell (2002) com o seu estudo, que as crianças confundem a fase da diferenciação dos órgãos com o crescimento da planta, associando a necessidades que uma planta tem para crescer e se desenvolver, às necessidades da semente para germinar.

Em síntese, nesta primeira semana de germinação, a maioria dos alunos centrou a sua previsão no aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, sendo que, os componentes mais referidos foram a raiz e o caule. Após observarem as alterações reais que o feijão sofreu no período de uma semana, mais de metade dos alunos mencionou na sua descrição que a casca abriu para sair a raiz. Quando solicitado aos alunos que elaborassem uma

explicação para o fenómeno observado, verificamos que três alunos construíram uma explicação do tipo descritivo e nove alunos construíram uma explicação do tipo causal. De entre os indicadores da explicação causal os mais mencionados referem-se aos factores externos como o sol, a água, a terra e o oxigénio. De entre estes factores a água foi o mais frequente, podendo este facto dever-se aos conhecimentos prévios das crianças e à familiaridade com a necessidade de se regar as plantas.

4.2.3. Análise da segunda etapa da germinação (semana 2)

Nesta secção dá-se continuidade à análise das entrevistas que foram realizadas de forma a colher dos alunos as previsões e explicações sobre as alterações sofridas pelo feijão decorrida mais uma semana, ou seja, na segunda semana de germinação.

Pedi-se aos alunos que indicassem aquilo que esperavam observar após mais uma semana, ou seja, decorridas duas semanas desde o início do processo, assinalando-se na tabela 6 os resultados obtidos.

Através dos dados da tabela 6 verifica-se que dos doze alunos entrevistados, onze traçaram uma previsão centrada no aparecimento e desenvolvimento dos componentes da planta do feijoeiro, e apenas um delineou uma previsão centrada no aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro, sendo este o aluno A10 que esperava na segunda semana de germinação observar um feijoeiro. Comparando com as previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após uma semana, verificamos que este aluno mantém a mesma previsão (ver uma planta) quer na primeira quer na segunda semana da germinação. Ainda numa análise comparativa entre os dados da primeira e da segunda semana, verificou-se uma redução de 4 alunos para 1 aluno (A10) que prevê o aparecimento e desenvolvimento da planta do feijão. Este aspecto pode dever-se ao facto de as expectativas dos referidos alunos não terem sido confirmadas na primeira fase e ao facto de terem sido confrontados, através da observação, com as efectivas alterações no feijão, as quais se distanciaram bastante das suas previsões.

Ainda através da tabela 6 verificamos que a dimensão que agrupou maior número de respostas é a dimensão “vai crescer o caule” mencionada pelos alunos A2, A3, A4, A7 e A12.

Tabela 6

Previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após duas semanas de germinação

Subdimensões		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	
Aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro	Vou ver uma planta/um feijoeiro							X			X	X	X	X
Aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro	Vai ter folhas e caule	X								X				
	Vai ter folhas e caule maior	X					X	X						
	Vai nascer a raiz		X	X			X							
	Cresce mais a raiz				X									
	Vai ter caule				X	X							X	
	Vai crescer o caule		X	X	X				X					X
	Vai ter folhas									X				
	Vai ter folhas e feijões								X		X		X	

Os alunos A2, A3 e A4 continuaram a fazer uma previsão baseada no aparecimento ou desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro. Os alunos A2 e A3 que na etapa anterior previram o surgimento da raiz previram nesta fase o surgimento do caule. O aluno A4 mantém a sua previsão no mesmo componente da planta, já que na primeira semana previu o surgimento do caule e nesta semana o crescimento do mesmo. A ideia apresentada é evidenciada no seguinte exemplo de resposta:

“Já deve estar a começar a nascer o caule” (A2).

“Já com um pontinha de fora, que é para formar o caule” (A4).

Os alunos A7 e A12 que na previsão da semana anterior fizeram alusão ao aparecimento da planta, nesta fase da entrevista abandonaram a ideia de ver surgir uma planta, considerando que após mais uma semana observavam o caule. Tal aspecto pode dever-se, como já foi referido

anteriormente, ao facto das suas expectativas na etapa anterior não terem sido confirmadas, bem como à observação efectuada na primeira semana. A título ilustrativo apresenta-se um exemplo de resposta que evidencia esta previsão:

“Penso que vou observar um feijão maior, com um caule maior, mais fortezinho que dê muitos feijões” (A7).

A segunda subdimensão mais frequente “vai ter folhas e caule maior” está presente na resposta dos alunos A1, A5 e A6. O aluno A1 manteve a previsão que já havia feito na primeira semana, acrescentando somente o factor crescimento, pois considera que o caule estará maior. Os restantes dois alunos (A5 e A6) referiram pela primeira vez o aparecimento de folhas, uma vez que na semana anterior tinham previsto o aparecimento do caule e da raiz, respectivamente. O aluno A6 que tinha previsto na semana anterior o aparecimento da raiz, nesta semana não fez qualquer alusão a esse componente nem ao seu crescimento, enquanto que o aluno A5 apesar de ter referido o aparecimento das folhas deu uma certa continuidade à previsão da semana anterior ao se referir ao crescimento do caule. Como exemplos ilustrativos desta previsão apresentam-se as seguintes respostas:

“Se for daqui a mais uma semana acho que já está um pouco mais crescido, com algum caule e uma ou duas folhas.” (A1).

“O caule cresceu e já tem uma folha” (A5).

Os alunos A9 e A11 que na semana anterior tinham previsto o aparecimento de folhas e caule no caso do aluno A9 e o aparecimento de uma planta pequena no caso do aluno A11, esperavam que, decorrida mais uma semana, o feijão já tivesse folhas e feijões. Apesar de estes alunos terem previsto o aparecimento do fruto, não fizeram qualquer tipo de alusão à flor, não a considerando necessária, ou ignorando a necessidade da sua existência para obter o fruto. Esta previsão é evidenciada nos seguintes excertos de resposta:

“Mais crescido...Com uma folha e uns feijões” (A9).

“Eu acho que o feijão já começa a ganhar folha, depois começam a nascer as vagens para depois dar mais feijão” (A11).

Os restantes dois alunos A3 e A8 enunciaram previsões que se encontram isoladas na tabela 6. O aluno A8 que na previsão anterior referiu o aparecimento de folhas e feijões, nesta fase reformulou ligeiramente a sua previsão retirando o aparecimento de feijões, mantendo no entanto a ideia de que nesta fase poderá observar as folhas. O aluno A3 considerou que decorrida mais uma semana a raiz sofre um processo de crescimento, uma vez que previu o seu aparecimento na primeira semana, acrescentando também nesta fase o aparecimento do caule.

Após as previsões foi apresentado aos alunos um vaso onde tinha sido colocado um feijão há duas semanas atrás, pedindo-lhes que observassem e descrevessem o que realmente aconteceu, ou seja, que transformações sofreu o feijão nesse período de tempo. A tabela 7 agrupa as descrições dos doze alunos entrevistados.

Tabela 7

Descrições dos alunos sobre o observado após a segunda semana da germinação

Dimensão	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Abriu a casca para sair a raiz	x	x	x	x			x	x	x			
A casca está mais aberta e há mais raiz, dividiu-se em mais raízes	x	x	x	x			x	x	x		x	x
Começa aparecer o caule			x			x						
Começou a sair a raiz e o caule						x						
Abre o feijão para sair a raiz e a planta					x					x	x	
A planta está a crescer												x
O feijão está quase a transformar-se em planta					x							
A raiz foi para baixo e o feijão está na ponta da planta.										x		

Os dados da tabela 7 revelam que, na descrição daquilo que observam na segunda semana de germinação, nove dos doze alunos entrevistados (A1, A2, A3, A4, A7, A8, A9, A11 e A12) referiram que a casca do feijão abriu mais e que a raiz está maior, mais desenvolvida ou

que se dividiu em mais raízes. É possível verificar que os alunos A1, A2 e A11 fizeram uma descrição da observação que incidiu apenas na dimensão “a casca está mais aberta e há mais raiz, dividiu-se em mais raízes”, sem fazerem qualquer alusão a outra dimensão. A título ilustrativo apresentam-se dois exemplos de resposta que evidenciam esta descrição:

“Observo também que a casca do feijão já saiu a parte de cima, e aqui esta raiz inchou um bocado, está maior. Antes era só este bocadinho, agora já é este. Aumentou, parece que este bocado se dividiu em raízes mais pequenas. E a maior esta ligada às mais pequenas” (A1).

“Agora a casca está mais rebentada e já há mais raiz. Hum... ainda não há o caule... a raiz foi começando a crescer e precisa de mais espaço para crescer” (A2).

No entanto, destes nove alunos, seis deles (A3, A4, A7, A8, A9 e A12) fizeram uma descrição em que, além da dimensão “a casca está mais aberta e há mais raiz, dividiu-se em mais raízes” acrescentaram ainda elementos da dimensão “começa a aparecer o caule”. Apresentam-se os seguintes excertos de resposta, incluídas nos dois indicadores já referidos:

“Observo a nascer mais raiz e observo a começar a aparecer um bocado de caule de dentro do feijão... está alargar a raiz, está maior, e ali em cima está abrir mais o feijão” (A3).

Observo a raiz que está mais desenvolvida, a casca do feijão já está mais um pouco a sair e o caule cresceu mais um pouco” (A8).

“A raiz começou a ficar maior, o caule também começou a ficar maior e o feijão começou-se abrir mais um pouco” (A9).

Também na dimensão em que consideraram que começa aparecer o caule, surge o aluno A6, que não fez referência ao crescimento da raiz, referindo apenas que o caule está a sair de dentro do feijão, que estava dentro da casca.

O aluno A5 fez uma descrição que incidiu, simultaneamente, na dimensão que considera que o caule começa a crescer, e na dimensão que refere que o feijão está quase a transformar-se em planta. Nesta fase da entrevista, este foi o único aluno que fez referência à planta. Retomando os dados obtidos com a descrição dos alunos sobre o observado na primeira semana de germinação, verificamos que o aluno A5 continuou a referir a planta remetendo assim para a teoria da pré-formação. De acordo com ela, o novo organismo, estaria completamente formado na célula reprodutiva. O desenvolvimento seria apenas um aumento de

tamanho, pensava-se que o desenvolvimento seria automático se a célula estivesse em ambiente favorável.

A dimensão “a raiz foi para baixo e o feijão está na ponta da planta” foi referida apenas pelo aluno A10. Este aluno não fez qualquer menção directa ao crescimento da raiz, embora esteja um pouco implícita essa ideia quando o aluno disse que a raiz foi para baixo. Também não mencionou o caule, mas considerou ver já uma planta ao afirmar que o feijão está na ponta desta, levando-nos assim a considerar que este aluno pensa que, o hipocótilo, visível nesta fase da germinação, como se fosse uma planta completa.

Ao questionar os alunos acerca da coincidência, ou não, entre as previsões que efectuaram para mais uma semana de germinação, e as observações realizadas, obtivemos os resultados registados na tabela 8.

Tabela 8

Grau de coincidência entre os fenómenos observados e os previstos pelos alunos (segunda semana)

Dimensão	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Sim			X	X			X					X
Não	X	X			X	X		X	X	X	X	

Os dados da tabela 8 revelam que, oito do total dos doze alunos entrevistados (A1, A2, A5, A6, A8, A9, A10 e A11) afirmaram que as transformações sofridas no feijão após duas semanas não foram de encontro às suas expectativas, enquanto os restantes quatro (A3, A4, A7 e A12) declaram que as observações realizadas confirmam e vão de encontro às suas previsões. Comparando com a tabela 4 que regista o grau de coincidência entre o fenómeno observado e o previsto pelos alunos na primeira semana de germinação, verificamos que diminuiu de cinco para quatro o número de alunos que viu as suas expectativas confirmadas e que ocorreu mobilidade de alunos entre as dimensões.

Os alunos A1, A5, A6, A8, A9 e A11 que previram alterações ao nível do aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, viram frustradas as suas previsões pois previram o aparecimento de folhas e feijões, componentes que ainda não eram visíveis nesta fase da germinação. O aluno A5 acabou por justificar esta diferença entre a sua previsão e a observação dizendo “ Porque eu andei mais depressa com o tempo” (A5). Tal como já foi referido anteriormente, os alunos entrevistados tinham entre os nove e dez anos de idade, ou seja, encontram-se na idade em que, segundo Piaget (1967), adquirem a noção de tempo.

O aluno A10, único a fazer a sua previsão direccionada para o aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro, na sua descrição da observação considera ver uma planta, a qual tem na ponta um feijão. No entanto este aluno, apesar de ter previsto o aparecimento da planta e de na descrição também ter afirmado ver uma planta, considerou que as suas previsões não foram confirmadas, levando-nos a supor que o aspecto da planta que o aluno dizia ver na descrição, não era o mesmo aspecto da planta que ele previu observar.

O aluno A2 que na previsão considerou que iria observar o caule, fez uma observação centrada apenas no crescimento da raiz, afirmando mesmo que afinal não se via o caule, motivo pelo qual o aluno considerou que as suas expectativas não foram confirmadas.

Os alunos A3, A4, A7 e A12 realizaram previsões centradas no aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, mais especificamente no crescimento do caule, e da raiz no caso do aluno A3. Os referidos alunos fizeram uma descrição da observação com características das dimensões “a casca está mais aberta e há mais raiz” e características da dimensão “começa a aparecer o caule” da tabela 7. Como se verificou uma certa coincidência entre as previsões e as descrições da observação, estes alunos responderam de forma positiva quando questionados se o fenómeno observado era aquilo que eles esperavam. Desta forma as previsões e as descrições validaram esta resposta positiva dos referidos alunos.

Depois de verificarem se as suas observações foram ou não de encontro às suas expectativas, foi pedido aos alunos uma explicação para as observações realizadas. Na tabela 9 agrupamos as explicações elaboradas pelos doze alunos para esta fase da germinação do feijão.

Os dados da tabela 9 mostram-nos que as explicações dos doze alunos se distribuíram pelas explicações do tipo causal e preditivo, com ausência das explicações do tipo descritivo e interpretativo. Se recuarmos à tabela 5 (Explicações que os alunos construíram após observarem as alterações sofridas pelo feijão passada uma semana de germinação) constatamos que, surgiram pela primeira vez explicações do tipo preditivo, que estão relacionadas com a previsão de um comportamento, que tem por base conhecimentos prévios relacionados com esse fenómeno, e que, deixamos de ter presentes explicações do tipo descritivo, que estavam presentes nas explicações elaboradas para a semana anterior. Em termos quantitativos a tabela 9 permite verificar que oito alunos elaboraram explicações com características do tipo causal e quatro alunos com características do tipo preditivo. Através destes dados, podemos desde já

concluir que nesta fase da germinação a maioria dos alunos entrevistado (oito num universo de doze alunos) elaborou explicações com características do tipo causal.

Comparando estes dados com a tabela 5 verificamos que diminui de três para zero o numero de alunos que produziram explicações do tipo descritivo, e diminuiu de nove para oito o número de alunos que produziram explicações do tipo causal. No entanto, aumentou de zero para três o número de alunos que nas suas explicações apresentam características do tipo preditivo.

Tabela 9

Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após a segunda semana de germinação

Tipos de explicação	Indicadores	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Causal	A raiz cresceu e a casca do feijão teve de abrir mais para ela sair	X											
	A casca do feijão abriu mais para sair o caule						X						
	O feijão saiu da casca porque está a crescer para formar a planta/feijoeiro				X	X						X	
	A casca do feijão abriu para libertar a semente e dar uma planta							X			X		
	Recebeu muitos cuidados												X
	Está na terra e foi-se regando										X		
Preditivo	Abriu a casca porque vai começar a nascer o caule/folhas		X						X	X			
	Abriu a casca para nascer o caule, as flores e as folhas			X									

Os alunos A4, A5 e A11 avançaram com uma explicação do tipo causal, mais especificamente “o feijão saiu da casca porque está a crescer para formar a planta/feijoeiro”. Esta forma de explicar o fenómeno observado pode ser ilustrada pelos seguintes excertos de resposta:

“Porque o feijão foi crescendo e à medida que vai crescendo vai saindo a casca... o feijão vai saindo da casca de dentro porque está a crescer, então aí já vai formando o feijoeiro... está-se a começar a formar o feijoeiro” (A4).

“Porque ao passar as duas semanas ele conseguiu ter força e sair mais um bocadinho da casca do feijão... A planta que dá feijões que é o feijoeiro e que agora está em crescimento. Já se vê a raiz, o caule...” (A5).

Os alunos A7 e A10 fizeram incidir a sua explicação no indicador “a casca do feijão abriu para libertar a semente e dar uma planta”. Também aqui podemos verificar que está patente uma certa noção da teoria da pré-formação, considerando a existência prévia de uma planta no interior do feijão. Uma das explicações dadas para o desenvolvimento dos seres vivos foi denominada teoria da pré-formação. De acordo com ela, o novo organismo, animal ou planta, estaria completamente formado na célula reprodutiva. O desenvolvimento seria apenas um aumento de tamanho, até que o novo animal saísse do ovo ou nascesse e a nova planta saísse da semente. Pensava-se que o desenvolvimento seria automático, se a célula estivesse em ambiente favorável (Amabis & Martho, 1997). O aluno A10 completou a sua ideia com o indicador “está na terra e foi-se regando”, atribuindo assim alguma responsabilidade no processo de germinação aos factores externos, solo e água. Comparando os dados da tabela 5 (explicações que os alunos construíram após observarem as alterações sofridas pelo feijão passada uma semana de germinação) e os dados da tabela 9, podemos verificar uma redução bastante significativa do número de alunos que nesta fase faz alusão aos factores externos. Os exemplos de resposta que se seguem ilustram a ideia presente nessas explicações:

“A raiz cresceu, o caule também cresceu e a semente saiu da casca...Porque a semente é o que está dentro do feijão e depois vai abrir para dar uma planta” (A7).

“Eu acho que a raiz cresceu, porque ficou mais comprida e o caule também foi crescendo para cima...Abriu porque você meteu na terra e foi regando, depois com a água a semente foi recebendo os nutrientes e foi crescendo cá dentro...Depois a casca do feijão abriu e a planta saiu e meteu a raiz na terra...Porque a planta foi crescendo e a semente foi saindo da casca do feijão e por isso foi ficando aberta” (A10).

Os alunos A1, A6 e A12, elaboraram explicações do tipo causal. O aluno A1 considerou que a raiz cresceu e a casca do feijão teve de abrir mais para ela sair. No caso do aluno A6 a explicação recaiu no indicador “a casca do feijão abriu mais para sair o caule” enquanto que a explicação do aluno A12 incidiu em outro indicador considerando os “cuidados” que o feijão

recebeu responsáveis pelas alterações ocorridas. Embora não o tenha feito de forma explícita, ao considerar cuidados como causa das alterações, o aluno fez alusão aos factores externos, ideia que o aluno já manteve desde a primeira semana de germinação, como é possível verificar através da consulta da tabela 5. Eis alguns exemplos de respostas que podem ilustrar o raciocínio dos referidos alunos:

“Porque o caule teve de crescer e o feijão como estava pegado ao caule também começou a subir com ele... A casca também abriu mais, porque saiu mais feijão e a casca tinha de abrir para o resto sair... O resto é o caule que saiu do feijão” (A6).

“Foi crescendo com os cuidados e foi dando as raízes, o caule maior... foi crescendo e abrindo... senti que tinha os cuidados todos que precisava... Porque tem os cuidados todos para crescer saudável e seguro” (A12).

O aluno A8 e A9 avançaram para uma explicação do tipo preditivo pois fizeram uma certa previsão daquilo que vai acontecer, considerando que a casca do feijão abriu mais porque vão aparecer as folhas. Assim, o raciocínio que a referida explicação envolve pode ilustrar-se nos extractos que se seguem:

“A raiz cresceu, desenvolveu-se mais, e o caule também, e o feijão, a parte que estava muito para baixo na terra, já está mais para cima. A casca do feijão já está quase a sair...É para saírem as folhas...” (A8).

“O caule começou a ficar maior, antes não se via bem o que era. A raiz também estava pequena e agora está maior, e a casca do feijão está abrir-se mais....Porque isto está a crescer ainda mais... São mesmo as folhas, elas vão sair lá de dentro do feijão” (A9).

O aluno A3 elaborou uma explicação do tipo preditivo, que se enquadra no indicador “abriu a casca para nascer o caule, as flores e as folhas”.

“O feijão é a semente, a semente vai fazer com que nasce um caule e então não vemos o caule, mas vai nascer de dentro do feijão... está a abrir para nascer o caule, as flores e as folhas” (A3).

A explicação do aluno A2 também recaiu nas explicações preditivas, pois o aluno considerou que a casca do feijão abriu porque vai começar a nascer o caule, acrescentando ainda que talvez este já seja visível na próxima semana. O seguinte exemplo de resposta ilustra a ideia chave da explicação do referido aluno:

“Agora a casca está mais rebentada e já há mais raiz. Hum... ainda não há o caule... rebentou a casca para também começar a nascer o caule, se calhar daqui a uma semana já se vê” (A2).

Em síntese, na segunda semana de germinação, onze dos doze alunos entrevistados centrou a sua previsão no aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, sendo mais frequente o aparecimento ou o crescimento do caule. Na descrição das observações relativas à segunda semana surgem duas dimensões como as mais referidas, sendo elas “a casca está mais aberta e há mais raiz, dividiu-se em mais raízes” e “começa a aparecer o caule”. Quanto às explicações para o fenómeno observado, que os alunos foram levados a expor, verificamos que, as explicações dos doze alunos se distribuíram pelas explicações do tipo causal (oito alunos) e preditivo (quatro alunos), com ausência das explicações do tipo descritivo e interpretativo. Nesta fase surgem pela primeira vez explicações do tipo preditivo e deixamos de ter presentes explicações do tipo descritivo. Verificamos que, comparativamente com a primeira semana, diminui de três para zero o número de alunos que produzem explicações do tipo descritivo, e diminuiu de nove para oito o número de alunos que produzem explicações do tipo causal. No entanto, aumentou de zero para três o número de alunos que nas suas explicações ajustam características do tipo preditivo.

4.2.4 Análise da terceira etapa da germinação (semana 3)

Em relação a esta fase da germinação os alunos eram solicitados a prever as alterações no comportamento do feijão uma semana depois, ou seja, na terceira semana desde o início do processo. Os dados obtidos na análise das respostas encontram-se registados na tabela 10.

Verificamos através da tabela 10 que, as previsões dos alunos se continuaram a centrar no aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, uma vez que, dez dos doze alunos entrevistados (A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9, A11 e A12) centraram a sua previsão nesta dimensão, sendo que apenas dois (A5 e A10) alunos projectaram a sua previsão no sentido do aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro.

Recuando às previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após uma semana e às previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver após duas semanas, verificamos que o aluno A10 manteve a mesma previsão, vou ver uma planta, desde o início do processo de germinação, enquanto o aluno A5 o fez pela primeira vez.

Os dados inseridos na tabela 10 evidenciam que a dimensão mais frequente é a subdimensão que contempla o aparecimento de folhas nesta fase da germinação. Esta subdimensão foi mencionada pelos alunos A6, A7, A8, A9 e A11. Destes cinco, os alunos A6, A8, A9 e A11 já tinham referido na previsão da semana anterior o aparecimento de folhas ainda que, associado ao aparecimento ou desenvolvimento de outros componentes como o caule ou os feijões. Pode-se assim verificar uma certa constância nas previsões dos referidos alunos no que respeita ao aparecimento das folhas.

A previsão dos alunos A7 e A8 para além de incidir na subdimensão “vai ter folhas” incidiu também na subdimensão que considerou que o feijão sai mais da casca. Como exemplos ilustrativos desta previsão apresentam-se as seguintes respostas:

“Eu acho que o feijão vai subir mais e que já estão a começar a nascer as folhas, mas ainda só se vai ver um bocadinho” (A6).

“Acho que a casca do feijão já terá saído e terá uma folha pequenina” (A8).

“A sair da terra. E depois ao sair da terra pode começar a ganhar folha” (A11).

Os alunos A1, A2 e A4 que na semana anterior realizaram previsões centradas no crescimento do caule no caso dos alunos A2 e A4 e no aparecimento de folhas e crescimento do caule no caso do aluno A1, nesta fase, consideraram que a raiz cresce mais e que o caule também cresce. No caso do aluno A4, completou ainda a sua ideia com outra subdimensão, considerando que o feijão sai mais da casca. A ideia em causa pode ser ilustrada pelas respostas de alguns alunos, as quais se transcrevem de seguida:

“Deve estar com a raiz um pouco maior e caule um pouco pequeno. Não sei lá muito bem...” (A1).

“ Mais raízes, e talvez um bocadinho de caule” (A2).

“As raízes vão estar mais para baixo, o caule maior e o feijão a sair da casca mais um bocadinho” (A4).

Os demais alunos A3 e A12 expõem previsões que se encontram isoladas na tabela 10. O aluno A3 considerou que na terceira semana de germinação o feijão sai mais da casca e que

crece a raiz, sendo que na semana anterior tinha previsto o crescimento quer da raiz quer do caule e o aluno A12 pensou que nesta fase o caule sofre um processo de crescimento e ainda que poderá observar feijões. Nesta fase da entrevista este foi o único aluno que fez referência ao aparecimento de feijões.

Realizadas as previsões foi exposto aos alunos o vaso no qual foi colocado um feijão há três semanas atrás, levando-os assim a observarem e seguidamente descreverem as alterações sofridas após mais uma semana de germinação. Na tabela 11 pode-se verificar de que forma se agrupam as descrições dos alunos entrevistados.

Uma primeira análise da tabela 11 revela que ao se solicitar aos alunos que descrevessem as alterações ocorridas na terceira semana da germinação, fizeram-no referindo diferentes aspectos que se distribuíram por seis dimensões. Verificamos ainda que, pela primeira vez, a descrição de todos os alunos tinha um aspecto em comum, pois os doze alunos sujeitos à entrevista referiram que nesta fase da germinação as raízes cresceram. É possível verificar ainda que oito dos doze alunos, sendo eles A1, A2, A5, A6, A7, A8, A11 e A12 fizeram menção ao aparecimento de folhas pequenas.

Os dados mostram ainda que os alunos A5, A6, A7 e A8 quando descreveram aquilo que observaram, fizeram alusão ao crescimento das raízes, à dimensão “a casca do feijão abriu por completo” e ainda a outra dimensão, considerando o aparecimento de pequenas folhas. Destes quatro alunos os alunos A7 e A8 completaram a sua descrição mencionando ainda a dimensão que contempla o crescimento do caule. Apresentam-se, de seguida, os exemplos de resposta que têm subjacente esta descrição:

“A casca abriu toda está na terra até desfazer-se e transformar-se em alimento para a terra. Ah! E também já há mais folhas, já há duas folhitas pequenitas a saírem...O botão que saiu da casca e que ficou de fora ao ar livre, a raiz aumentou e já está a crescer” (A5).

“As raízes abriram-se mais...Aumentaram de tamanho. O caule cresceu mais, saiu fora da terra totalmente, o feijão saiu fora da casca e a semente abriu-se e apareceram umas folhas” (A7).

“A casca já saiu e já tem algumas folhinhas. O caule já está maior e a raiz já se desenvolveu ainda mais” (A8).

Tabela 11

Descrições dos alunos sobre o observado após a terceira semana da germinação

Dimensão	A1			A2			A3			A4			A5			A6			A7			A8			A9			A10			A11			A12		
Abriu a casca para sair a raiz	x			x			x			x									x			x			x											
A casca abriu por completo									X						X			X																		
A casca está mais aberta e há mais raiz, dividiu-se em mais raízes	x			x			x			x									x			x			x						x					
Começa aparecer o caule							x			x			x			x			x			x			x											
O caule cresceu						X			X			X									X			X						X						
Começou a sair a raiz e o caule															x																					
As raízes cresceram			X			X			X																											
Abre o feijão para sair a raiz e a planta															x												x			x						
O feijão abriu e a planta saiu																																	X			
A planta está a crescer																																	x			
O feijão está quase a transformar-se em planta															x																					
A raiz foi para baixo e o feijão está na ponta da planta.																											x									
Tem folhas pequenas			X			X									X			X			X			X						X			X			
Tem flores												X																								

As descrições dos alunos A3 e A10 recaíram nas dimensões “ as raízes cresceram”, “ o caule cresceu” e dimensão “a casca do feijão abriu por completo”. Os alunos A2 e A12, referiram-se igualmente ao crescimento da raiz e do caule mas puseram de parte a dimensão “a casca abriu por completo” para realçarem o aparecimento de folhas pequenas. Expõem-se de seguida alguns exemplos de resposta dos referidos alunos:

“Nasceu mais raiz e nasceu também o caule, e acho que vejo também as folhas” (A2).

“O caule a nascer e a casca a cair toda... a raiz cresceu mais. A fazer mais... mais.... Ramos de raiz.... Abrir-se mais.... Observo que a casca caiu e o feijão esta mais em cima e também observo o caule” (A3).

“Observo que as raízes estão maiores, o caule cresceu... O feijão que semeamos já cresceu e deu folhas” (A12).

Os alunos A1 e A11 fizeram uma descrição que incidiu nas dimensões “tem folhas pequenas” e “as raízes cresceram”, no entanto o aluno A11 acrescentou ainda a ideia subjacente a outra dimensão ao referir que o feijão abriu e a planta saiu. Tivemos presente mais uma vez uma certa ideia subjacente à teoria da pré-formação, no entanto este é o único aluno que nesta fase da entrevista fez referência à planta.

O aluno A4 fez uma descrição que incidiu simultaneamente na dimensão “as raízes cresceram”, na dimensão que menciona o crescimento do caule e na dimensão “tem flores”. Este aluno é o único que mencionou as flores, pois confundiu-as com as folhas que começavam a surgir, não as identificando correctamente.

Na fase seguinte da entrevista questionou-se os alunos acerca da coincidência, ou não, entre as previsões que efectuaram para a terceira semana de germinação, e as observações realizadas. Os dados obtidos através deste questionamento podem ser analisados através da tabela 12.

Tabela 12

Grau de coincidência entre os fenómenos observados e os previstos pelos alunos (terceira semana)

Dimensão	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Sim	X	X			X	X	X	X				
Não			X	X					X	X	X	X

A análise da tabela 12 revela que, metade dos alunos (seis) afirmou que, nesta fase da germinação, viram as suas previsões confirmadas, contra a outra metade que afirmou ter visto as suas previsões negadas pela observação dos factos.

Comparando com a tabela 8 que regista o grau de coincidência entre o fenómeno observado e o previsto pelos alunos na segunda semana de germinação, verificamos que além de haver mobilidade dos alunos entre as dimensões, aumentou de quatro para seis o número de alunos que viu confirmadas as suas expectativas.

Os alunos A3 e A4 fizeram previsões centradas no aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, nomeadamente o crescimento da raiz e o feijão sair mais da casca para ambos os alunos e, o crescimento do caule no caso do aluno A4. Estes alunos afirmaram que as suas previsões foram negadas, porque esperavam uma menor evolução dos referidos componentes.

Os alunos A9 e A11 direccionaram as suas previsões para o aparecimento das folhas, na sua descrição o aluno A9 centrou-se no crescimento da raiz e na completa abertura da casca, não fazendo qualquer referência às folhas. O aluno A11 na sua descrição afirmou ver folhas pequenas, no entanto esta observação não vai de encontro às suas expectativas, pois o aluno esperava ver mais folhas e de tamanho maior. Assim ambos declararam que as suas previsões não foram validadas pelas observações realizadas.

O aluno A10 que fez a sua previsão centrada no aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro, considerando que ia ver uma planta, fez a descrição baseada no crescimento da raiz, do caule e na total abertura da casca do feijão, não vendo assim a sua previsão confirmada. O aluno A12 também viu a sua previsão rejeitada pois este aluno pensou que poderia observar feijões nesta fase da germinação, o que verificou não ser verídico através da observação.

Os alunos A1, A2, A6, A7 e A8 realizaram previsões centradas no aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, mais especificamente no crescimento da raiz, no crescimento do caule, na total abertura da casca do feijão e no aparecimento de folhas tal como é possível aferir na tabela 10. Através da análise das tabelas 10 e 11 onde verificamos quais as previsões dos alunos e as descrições das observações dos mesmos, aferimos que as descrições das observações validam parcialmente as previsões destes alunos, existindo assim alguma concordância que levou estes alunos a responderem de forma positiva quando questionados se o fenómeno observado era aquilo que eles esperavam.

Os alunos A1 e A2 na descrição da observação afirmaram ver folhas pequenas, que as raízes cresceram e que o caule cresceu no caso do aluno A2. Apesar de estes alunos não terem previsto o aparecimento de folhas responderam de forma afirmativa baseando-se no crescimento da raiz e/ou do caule, o que foi de encontro às suas expectativas, sendo que as observações apenas validam parcialmente as previsões deste aluno.

Os alunos A6, A7 e A8 previram o aparecimento de folhas, e no caso dos alunos A7 e A8 previram também que o feijão saía mais da casca. Estes três alunos, na descrição sobre o observado referiram o aparecimento das folhas, o crescimento da raiz, a abertura por completo da casca, e no caso dos alunos A7 e A8 também referiram o crescimento do caule. Apesar de estes alunos terem na descrição feito alusão ao crescimento da raiz e do caule, coisa que não referiram na previsão também responderam de forma afirmativa quando questionados sobre o grau de coincidência entre a previsão e o fenómeno observado. Podemos assim concluir que as descrições destes alunos para além de validarem as previsões efectuadas, acrescentam mais alguns elementos que os alunos não tinham previsto.

O aluno A5 que também responde de forma afirmativa, fez uma previsão direccionada para o aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro, prevendo que iria ver uma planta. Quando lhe foi solicitado que descrevesse aquilo que observava o aluno salientou que as raízes cresceram, que a casca do feijão saiu por completo e que já tinha folhas pequenas. Apesar de na descrição da observação o aluno não ter utilizado o termo planta nem feijoeiro, como havia feito na sua previsão, ele considera que a observação vai de encontro aquilo que tinha previsto, levando-nos assim a presumir que o aluno considera o feijão, neste estágio da germinação, uma planta.

Pretendendo-se conhecer a forma como os alunos fundamentavam o que tinham observado, foi-lhes pedido que apresentassem as suas explicações. Apresentam-se os resultados obtidos (tabela 13) na análise efectuada ao conteúdo das diferentes explicações dos alunos, com vista a distribuí-las pelos tipos de explicação consideradas.

Através dos dados da tabela 13 constatamos que as explicações elaboradas pelos alunos se dividem por três tipos de explicação, descritivos, causais e preditivos. Verificamos ainda, tal como nas semanas anteriores, ausência das explicações do tipo interpretativo. Numa análise quantitativa da referida tabela verificamos que, do total de doze alunos, três elaboraram explicações do tipo descritivo, sete alunos do tipo causal e dois alunos elaboram explicações do

tipo preditivo. Continua a verificar-se, embora com um ligeiro decréscimo de oito alunos para sete, relativamente à semana anterior, que a maioria dos alunos construiu explicações do tipo causal. Também foi possível constatar que, surgiram novamente as explicações do tipo descritivo, depois de estas terem estado ausentes na semana anterior.

Tabela 13

Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após a terceira semana de germinação

Tipos de explicação	Indicadores	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Descritivo	A planta está a crescer		X								X		
	Cresceu a raiz e o caule		X			X							
	Saiu a casca do feijão/ semente		X			X					X		
	Nasceram as folhas		X			X							
Causal	O feijão/planta cresceu porque as raízes absorveram nutrientes da terra/ água	X		X					X				
	O caule nasce da raiz e do feijão			X									
	A casca saiu porque começaram aparecer as folhas						X		X				X
	O feijão cresceu com a água, terra e sol						X						X
	As folhas saíram para ter ar para crescer						X						
	A semente abre para aparecerem as folhas							X					
	O feijão abriu porque não tinha espaço para a planta											X	
Preditivo	As folhas estão a sair do feijão para depois darem flor				X								
	Há feijões pequenos dentro deste, porque depois vai dar feijões									X			

Os alunos A2, A5 e A10 construíram explicações consideradas menos complexas em termos de raciocínio, as explicações do tipo descritivo, ou seja, limitaram-se a descrever o comportamento do feijão. Os alunos A2 e A5 fizeram alusão ao crescimento da raiz e do caule, ao aparecimento das folhas e ao indicador “saiu a casca do feijão/ semente”. No entanto, o aluno A2 complementou a sua explicação com o indicador “a planta está a crescer”. Este indicador (a planta está a crescer) foi também mencionado pelo aluno A10 que acrescentou ainda a ideia subjacente ao indicador “abriu a casca do feijão/ semente”. Os seguintes exemplos

de resposta ilustram a ideia chave das explicações dos referidos alunos:

“O que esta dentro da casca é a semente de feijão que vai dar o feijoeiro. Ao aumentar de tamanho saiu da casca. O botão foi crescendo e foi dando folhas pequeninas, a raiz e o caule também aumentaram. O caule continua curvo, mas maior” (A5).

“A planta foi crescendo e como a casca já não conseguia segurar-se mais à planta caiu, abriu-se muito e caiu...Dentro da casca está a semente, depois foi crescendo e como já não cabia dentro da casca rasgou a casca e meteu a raiz na terra para procurar mais minerais. Foi crescendo, e a semente em vez de continuar na terra ficou na ponta do caule e ficou mais alta. Depois como a casca já não se conseguia agarrar mais à planta, porque cresceu, caiu do feijão” (A10).

Os alunos A1, A3, A6, A7, A8, A11 e A12 elaboraram uma explicação do tipo causal, embora alguns deles tivessem iniciado a sua explicação descrevendo apenas o que observavam.

Os alunos A1 e A3 e A8 fizeram recair a sua explicação no indicador “o feijão/planta cresceu porque as raízes absorveram nutrientes da terra/ água”. No entanto o aluno A3 ainda completou a sua explicação do tipo causal com o indicador “o caule nasce da raiz e do feijão”, já o aluno A8 completou a sua explicação com o indicador “A casca saiu porque começaram aparecer as folhas”. A título ilustrativo apresentam-se os seguintes exemplos de resposta que evidenciam esta forma de explicar:

“Ora bem, primeiro as raízes dividiram-se e ficaram mais crescidas, depois absorveram mais nutrientes da terra e passaram das raízes mais pequeninas para a maior e foram para o feijão, então deu origem a o feijão conseguir crescer mais...” (A1).

“Acho que o caule começa a nascer do feijão e também da raiz. O feijão abre mais e o caule começa a sair mais. A raiz começa a crescer para cima... a raiz come as vitaminas e faz com que cresça” (A3).

“Quando a casca saiu, as folhinhas puderam sair de dentro do feijão. A raiz também ficou maior....Para a planta se desenvolver, porque é a raiz que absorve os nutrientes” (A8).

Os alunos A6 e A12 construíram explicações do tipo causal. Ambos os alunos consideraram que a casca do feijão saiu porque começam aparecer as folhas e que o feijão cresceu devido a factores externos como a água, a terra e o sol. No entanto, o aluno A6 fez ainda referência ao indicador “as folhas saíram para ter ar para crescer”. Este aluno considerou o factor externo ar como indispensável ao crescimento das folhas e que estas respiram. Apresentam-se, de seguida, os exemplos de resposta que têm subjacente estas explicações:

“Também com água, calor e humidade, ela cresceu mais e a casca saiu do feijão porque começou a ganhar folhas, e para as folhas poderem crescer normalmente a casca teve de sair porque as folhas podiam perder ar... Perder ar quer dizer que elas podiam ficar sem ar e não conseguir respirar, porque elas estavam dentro do feijão e depois começaram a desabrochar...” (A6).

“Cresceu bastante, começou a dar as folhas com a água e terra e já está a dar um feijão. Ainda não o vejo, vejo as raízes, o caule, a semente que esta a começar a abrir e a começar a dar o feijão. A começar, ainda não deu... Vejo as folhas...Vêm da semente que cresce ao longo do tempo, e abre. A semente começa a crescer para dar origem a mais feijões... O feijão cresceu com os cuidados especiais que ele precisou... Água, terra e sol e cresceu ao longo do tempo” (A12).

Os alunos A7 e A11 desenvolvem uma explicação do tipo causal. O aluno A7 fez incidir a sua explicação no indicador “a semente abre para aparecerem folhas” e o aluno A11 referiu o indicador “o feijão abriu porque não tinha espaço para a planta”. Mais uma vez parece estar aqui presente a ideia da pré-formação, pois o aluno considerou que a planta está formada dentro do feijão e que este vai abrindo porque à medida que a planta cresce deixa de ter espaço para ela dentro dele. Assim, o raciocínio que as referidas explicações envolvem pode ilustrar-se no extracto que se segue:

“As raízes aumentaram e deixaram que o caule saísse fora da terra e a casca do feijão caiu... A semente abriu...Para aparecerem folhas... Aparecerem de dentro da semente...O feijão, que é a semente” (A7).

“O feijão abriu-se todo, a raiz cresceu mais, o caule também saiu da terra e cresceu mais e depois começou a deitar folhas... Porque não tinha mais espaço para a planta dentro do feijão” (A11).

Os alunos A4 e A9 elaboraram uma explicação do tipo preditivo, que no entanto, não incidiu no mesmo indicador. O aluno A4 fez referência ao indicador “as folhas estão a sair do feijão para depois darem flor”, este aluno previu o aparecimento das flores e que estas têm origem nas folhas. O aluno A9 referiu o indicador “há feijões pequenos dentro deste, porque depois vai dar feijões” prevendo desta forma o aparecimento de novos feijões. Como já estávamos numa fase mais avançada do processo de germinação, alguns alunos começaram a prever determinados acontecimentos que sabem ou supõe que ocorrem numa fase mais final deste processo, como é o caso do aparecimento de novos feijões. Os seguintes exemplos de resposta ilustram a ideia chave das explicações dos referidos alunos:

“Cresceu muito, o caule cresceu para fora do feijão e foi para a superfície e as raízes também alargaram um bocado e... O caule cresceu, o feijão foi para cima e as folhas estão a sair do feijão que á para dar a flor... As folhas, vão dar a flor” (A4).

“ A raiz ficou ainda maior que antes, o caule muito maior e a casca do feijão já está partida e estão as folhas a começar a sair, e acho que aqui dentro tem mais um feijão...São muitos pequeninos, não é só um, devem ser uns cinco... Deve haver feijões dentro deste, porque este feijão, depois vai dar mais feijões” (A9).

Em síntese, nesta terceira semana do processo de germinação foi possível verificar que as previsões dos alunos se continuaram a centrar essencialmente no aparecimento de desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, pois só dois dos doze alunos entrevistados fizeram uma previsão no sentido do aparecimento da planta do feijoeiro. Nesta fase, a dimensão mais frequente foi a que contemplou o aparecimento das folhas, embora alguns alunos também tenham referido o crescimento da raiz e do caule. Relativamente às descrições do fenómeno observado, verificamos que, pela primeira vez, a descrição de todos os alunos teve um aspecto em comum, pois os doze alunos entrevistados referiram que nesta fase as raízes cresceram. Verificou-se ainda que oito alunos mencionam o aparecimento de folhas pequenas. No que diz respeito às explicações elaboradas pelos alunos constatou-se que estas se dividiram por três tipos de explicação, sendo eles, tipo descritivo, causal e preditivo. Tal como nas semanas anteriores, verificou-se ausência das explicações do tipo interpretativo. Do total de doze alunos, três elaboraram explicações do tipo descritivo, sete alunos do tipo causal e dois alunos elaboram explicações do tipo preditivo. Continuou-se a verificar, embora com um ligeiro decréscimo de oito alunos para sete, relativamente à semana anterior, que a maioria dos alunos constrói explicações do tipo causal. Também é possível constatar que, surgiram novamente as explicações do tipo descritivo, depois de estas terem estado ausentes na semana anterior.

4.2.5 Análise da quarta etapa da germinação (semana 4)

Deu-se continuidade às entrevistas de forma a colher dos alunos as previsões e explicações após a observação dos factos relativamente à quarta fase da germinação. Pediu-se aos alunos que, expusessem o que achavam que aconteceria ao feijão após esta última semana.

De acordo com os resultados obtidos e disponíveis na tabela 14, constatou-se que as previsões dos alunos se centraram exclusivamente no aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, pois nenhum aluno projectou a sua previsão no sentido do aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro.

Recuando às previsões formuladas pelos alunos acerca do que esperavam ver nas semanas anteriores, constatamos que o aluno A10, que até ao momento centrou a sua previsão no aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro, nesta última etapa desviou a sua previsão direccionando-a para o aparecimento e desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, nomeadamente o aparecimento de feijões.

Os dados da tabela 14 evidenciam que as subdimensões mais frequentes foram as que se referem ao crescimento da raiz e do caule, ao crescimento de mais folhas e ao aparecimento de feijões, no entanto estas subdimensões apareceram muitas vezes associadas entre si ou com outras subdimensões.

Os alunos A2, A3, A4 e A6 tiveram em comum, na previsão, a referência ao crescimento da raiz e do caule. Além destas duas subdimensões, os alunos os alunos A2 e A6 previram o aparecimento de mais folhas, enquanto que, o aluno A3 considerou apenas que, as folhas já existentes iam crescer. O Aluno A4 acrescentou ao crescimento da raiz e do caule o aparecimento de flores. Esta previsão é evidenciada no seguinte excerto de resposta:

“Já estará maior o caule, já terá mais folhas e mais raiz” (A2).

“Estará com a flor, penso eu... O resto deve estar maior, com as raízes mais aumentadas um bocadinho, o caule maior e as flores” (A4).

“Já com mais folhas e com mais raízes e um caule maior” (A6).

Podemos verificar, pela análise da tabela, que os alunos A2 e A4 na previsão da semana anterior já haviam feito referência ao crescimento da raiz e do caule, embora referissem também outras dimensões. O aluno A3, nas duas semanas anteriores também fez alusão ao crescimento da raiz, e há duas semanas atrás ao crescimento do caule. Verificou-se nestes alunos, uma certa constância nas previsões, referindo-se ao mesmo indicador ao longo de várias semanas.

Os alunos A8 e A11 fizeram incidir a sua previsão nas subdimensões “aparecem mais folhas” e “vai ter feijões”. Por sua vez os alunos A9 e A12 apenas fazem alusão a esta última

subdimensão considerando que nesta semana já poderão ver feijões. A ideia em causa pode ser ilustrada pelas respostas de alguns alunos, as quais se transcrevem de seguida:

“Acho que vou observar mais folhinhas e acho que também posso ver um feijão pequenino” (A8).

“Acho que vou ver um feijão nascido....Um feijão igual ao que colocamos na terra” (A9).

“Espero que esteja maior, e agora vamos lá ver se já dá feijões... (risos) eu acho que sim” (A12).

O aluno A1 realizou uma previsão centrada no crescimento do caule, no crescimento das folhas existentes e no aparecimento de novas folhas. Por sua vez, a previsão do aluno A5 apenas contemplou o indicador “aparecem mais folhas”. O aluno A7 considerou que após mais uma semana poderia observar mais folhas e que a semente estaria mais aberta.

Após esta previsão foi apresentado aos alunos o vaso em que o feijão foi plantado há quatro semanas atrás, levando-os assim a observar e a descrever o que realmente aconteceu e que transformações sofreu o feijão nesse período de tempo. A tabela 15 mostra-nos de que forma se agruparam as descrições dos alunos entrevistados.

Os resultados obtidos e registados na tabela revelaram que, nove dos alunos entrevistados referiram o crescimento do caule, sendo eles A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A11 e A12, e também nove dos doze alunos salientou o crescimento da raiz, sendo eles A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A11, A12. Foi possível apurar que, oito alunos referiram simultaneamente o crescimento da raiz e do caule.

Os dados mostram ainda que, sete dos doze alunos, na descrição das alterações que observam, fizeram alusão ao crescimento das folhas e cinco deles ao aparecimento de novas folhas. Os alunos A1, A4, A5, A6 e A12 englobaram nas suas descrições três dimensões, sendo elas “o caule cresceu”, “as raízes cresceram” “as folhas cresceram. Dos alunos acima referidos, o aluno A5 acrescentou ainda a dimensão “nasceram mais folhas”. Os exemplos de resposta que se seguem ilustram a ideia presente nessas explicações:

“As raízes ficaram super grandes, parecem que se esticaram muito, o caule esta grande e já estão aqui as folhas, já umas crescidas e outras a crescer” (A1).

“As raízes estão maiores, cresceu mais... O caule cresceu mais, já tem folhas e parece ter flores a querer brotar, ali parece, estas coisinhas aqui...Hum... acho que não, na verdade são folhas pequeninas. Mas as outras folhas estão maiores (A4).

Tabela 15

Descrições dos alunos sobre o observado após a quarta semana da germinação

Dimensão	A1			A2			A3			A4			A5			A6			A7			A8			A9			A10			A11			A12		
Abriu a casca para sair a raiz	x			x			x			x									x			x			x											
A casca abriu por completo								x						x			x			x			x			x										
A casca está mais aberta e há mais raiz, dividiu-se em mais raízes	x			x			x			x									x			x				x					x			x		
Começa aparecer o caule								x			x			x			x			x			x												x	
O caule cresceu			x		x	x		x	x		x	x			x			x		x			x	x					x				x		x	x
Começou a sair a raiz e o caule															x																					
As raízes cresceram		x	x			x	x		x			x		x			x	x			x		x			x			x			x	x		x	x
Abre o feijão para sair a raiz e a planta												x															x			x						
O feijão abriu e a planta saiu																																	x			
A planta está a crescer																																				x
O feijão está quase a transformar-se em planta														x																						
A raiz foi para baixo e o feijão está na ponta da planta.																														x						
Tem folhas pequenas		x			x									x			x			x			x									x			x	
As folhas cresceram			x									x			x			x			x			x			x									x
Nasceram mais folhas						x			x						x									x									x			
Tem flores											x																									
O feijão abriu e está metade de cada lado do caule									x																											
Um feijoeiro																														x						

As descrições dos alunos A2, A8 e A11 incidiram nas dimensões “o caule cresceu”, “as raízes cresceram” e “nasceram novas folhas”. Estes alunos distinguiram-se dos alunos acima citados pois centraram-se no aparecimento de novas folhas sem referirem o crescimento das folhas que já haviam salientado na descrição da semana anterior. Verificámos que neste caso os alunos valorizaram o aparecimento de novas folhas em detrimento do crescimento das folhas já existentes. Apresentam-se, de seguida, os exemplos de resposta que têm subjacente esta descrição:

“Mais raiz, muita mais, o caule está muito maior e já tem folhas maiores. Ali parece que nasceram mais folhas...” (A2).

“Observo que a raiz se desenvolveu muito mais e ela já ficou com mais folhas... O feijoeiro já ficou com mais folhas. O caule cresceu mais... e esta parte... parece que são mais umas folhinhas” (A8).

“A raiz cresceu, começou a deitar mais folhas e começaram a crescer vagens.... Hum.... acho que não, ainda não deve ter vagens. Mas começou a criar mais folhas...” (A11).

O aluno A3 fez uma descrição em que salientou o crescimento do caule e o nascimento de mais folhas. Além destes aspectos o aluno acrescentou ainda que o feijão abriu e está metade de cada lado do caule. O aluno referia-se aos cotilédones que ainda se encontravam seguros ao caule do feijoeiro. O aluno A7 fez uma descrição centrada no crescimento da raiz e das folhas.

Os alunos A9 e A10 fizeram uma descrição do que observam baseada apenas em uma dimensão. O aluno A9 referiu o crescimento das folhas e o aluno A10 afirmou que observa um feijoeiro. Apesar de estarmos na última etapa da germinação, e de nas fases iniciais alguns alunos terem previsto o aparecimento do feijoeiro, o aluno A10 é o único que nesta fase se refere à planta.

Através dos dados da tabela 16 podemos verificar o grau de coincidência entre o fenómeno observado e o previsto pelos alunos para a quarta semana de germinação.

Os dados da tabela 16 mostram que, nove dos alunos declararam que, nesta fase da germinação, viram as suas previsões negadas pelos factos observados, enquanto três alunos afirmaram que as suas previsões foram confirmadas pela observação dos factos.

Recuando à tabela 12 (grau de coincidência entre o fenómeno observado e o previsto pelos alunos na terceira semana) verificamos que diminuiu de seis para três o número de alunos que viu confirmadas as suas expectativas.

Tabela 16

Grau de coincidência entre os fenómenos observados e os previstos pelos alunos (quarta semana)

Dimensão	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Sim					X	X	X					
Não	X	X	X	X				X	X	X	X	X

Os alunos A1 e A2 fizeram previsões centradas no aparecimento e desenvolvimento de alguns componentes da planta do feijoeiro, tais como o crescimento do caule e o aparecimento de mais folhas no caso dos dois alunos, o crescimento da raiz no caso do aluno A2 e o crescimento das folhas no caso do aluno A1. Apesar de os alunos A1 e A2 terem realizado uma descrição centrada praticamente nas mesmas dimensões da previsão, responderam de forma negativa quando questionados se observavam aquilo que esperavam, pois os alunos não esperavam que os referidos componentes tivessem crescido tanto, esperando vê-los mais pequenos.

O aluno A3 contemplou na sua previsão as seguintes dimensões “cresce mais a raiz” “vai crescer o caule” e “crescem as folhas”. O aluno em questão descreveu o que observou após mais uma semana realçando o crescimento do caule, aspecto que coincide com a sua previsão, no entanto o aluno não fez qualquer alusão quer ao crescimento da raiz, quer ao crescimento das folhas. O aluno acabou por se concentrar no aparecimento de novas folhas e no facto de o feijão ter aberto por completo e de cada metade estar de um lado do caule. Este último aspecto, que o aluno não tinha previsto, levou-o a responder de forma negativa quando questionado se as alterações que estava a observar iam de encontro àquilo que tinha previsto.

O aluno A4 que realizou uma previsão assente no desenvolvimento da raiz e do caule e no aparecimento de flores, direccionou a sua descrição para o desenvolvimento/crescimento da raiz e do caule, aspectos que coincidiram com a sua previsão, e para o crescimento das folhas, aspecto que o aluno não tinha previsto. Ao observar o vaso onde o feijão havia sido colocado há quatro semanas atrás, o aluno constatou que ainda não podia observar flores, pelo que aquela observação negou parte das suas previsões, levando o aluno a responder de forma negativa.

Os alunos A8, A9, A10, A11 e A12 direccionaram as suas previsões para o aparecimento de feijões. Os alunos A8 e A11 referiram ainda o aparecimento de novas folhas. Os cinco alunos acima referidos, após observarem o vaso onde o feijão havido sido colocado à quatro semanas atrás, fizeram uma descrição onde não referem novos feijões, pelo que, estes alunos viram a sua

previsão negada pela observação. Nesta fase, tivemos um número significativo de alunos que realizou a sua previsão centrada no aparecimento de feijões, tal pode dever-se ao facto de estarmos numa fase mais avançada do processo de germinação do feijoeiro, onde se começa a delinear uma planta próxima do conceito deles, assim como ao conhecimento prévio de que a planta do feijoeiro dá novos feijões.

Os alunos A5, A6 e A7 responderam de forma afirmativa quando questionados sobre o grau de coincidência entre a previsão e o fenómeno observado, no entanto, é possível verificar pela análise das tabelas 14 e 15 que não há uma total coincidência entre as previsões e as descrições da observação destes alunos. O aluno A5 apenas contemplou o aparecimento de novas folhas na previsão desta semana, no entanto ao observar o vaso da quarta semana e ao descrever as alterações que observava, salientou o crescimento do caule, da raiz e das folhas e o aparecimento de novas folhas. A descrição deste aluno valida parcialmente a previsão do mesmo, pois existe alguma concordância no que se refere ao aparecimento de novas folhas, o que deve ter levado este aluno a responder de forma positiva quando questionado se o fenómeno observado era aquilo que ele esperava.

O aluno A6 previu o crescimento do caule e da raiz e o aparecimento de mais folhas. Quanto à descrição deste aluno, ele refere o crescimento do caule e da raiz, tal como tinha previsto, mas faz um ligeiro desvio no que se refere às folhas, deixa de referir o aparecimento de novas folhas, salientando apenas o crescimento das folhas já existentes. Apesar de este pequeno desvio em relação à sua previsão, podemos considerar que as observações validam a previsão deste aluno.

O aluno A7 previu que após mais uma semana poderia observar mais folhas e que a semente iria abrir. Na descrição da observação o aluno apenas refere o crescimento da raiz, pondo de parte outras alterações, nomeadamente, aquelas que tinha previsto. Este aluno respondeu de forma afirmativa quando questionado se aquilo que observava foi de encontro às suas expectativas, no entanto, podemos concluir que a descrição da observação do referido aluno, não valida a previsão que o mesmo efectuou para esta semana de germinação.

Depois de conferir se as observações foram ou não de encontro às expectativas dos alunos, foi-lhes pedido que construíssem uma explicação que fundamentasse as observações que tinham realizado. Os dados obtidos na análise efectuada ao conteúdo das diferentes

explicações dos alunos encontram-se agrupados na tabela 17, continuando-se a utilizar os tipos de explicação usados por Leite & Figueiroa (2004) para análise dos mesmos.

Os dados da tabela 17 mostram que as explicações elaboradas pelos alunos para esta quarta semana de germinação se dividiram por dois tipos de explicação, sendo eles, tipo descritivo e causal. Apuramos que, relativamente às duas últimas semanas (semana dois e três), se verifica ausência de explicações do tipo preditivo, e tal como ao longo de todo o processo, ausência das explicações do tipo interpretativo.

Tabela 17

Explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após quatro semanas de germinação

Tipos de explicação	Indicadores	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Descritivo	O feijoeiro cresceu				X								X
	Cresceu a raiz e o caule	X			X							X	X
	Cresceram as folhas	X			X							X	
	Nasceram mais folhas	X			X								X
Causal	A raiz cresceu porque a planta precisa de se alimentar com os nutrientes da terra					X							
	O botão é feito de folhas, e quando as folhas abriram o botão desapareceu					X							
	A raiz nasceu do feijão, o caule nasceu da raiz e as folhas nasceram do caule			X									
	O feijão separou-se, ao crescer o caule, ficou metade de cada lado						X	X					
	O feijão transformou-se em folhas								X				
	O feijão cresceu com a água, terra e sol		X				X				X		
	A semente abre para aparecerem as folhas							X		X			
	O feijão abriu para crescer a planta			X							X		

Uma leitura quantitativa da tabela 17 revela que, num total de doze alunos, quatro construíram explicações do tipo descritivo e oito alunos do tipo causal. Relativamente aos dados da fase anterior (explicações dos alunos após observarem as alterações sofridas pelo feijão após três semanas de germinação) verificamos que ocorreu um ligeiro aumento, de três para quatro, o número de alunos que explicaram o fenómeno recorrendo exclusivamente a explicações do

tipo descritivo. Relativamente às explicações do tipo causal, o aumento também foi ligeiro, de sete alunos na terceira semana de germinação para oito na quarta semana de germinação.

Os alunos A1, A4, A11 e A12 apenas fizeram um relato do comportamento observado, pelo que as suas explicações se dividiram por quatro indicadores das explicações descritivas. Os quatro alunos fizeram menção ao crescimento da raiz e do caule e, à excepção do aluno A12 os restantes três referiram o crescimento das folhas. O indicador “nasceram mais folhas” foi mencionado pelos alunos A1, A4 e A12, enquanto que o indicador “o feijoeiro cresceu” foi referido pelos alunos A4 e A12. Como exemplos ilustrativos desta forma de explicar o fenómeno observado, apresentam-se os seguintes excertos de resposta, incluídas nas explicações descritivas:

“As raízes que estavam mais pequenas cresceram muito...Estas duas folhas estavam tão pequeninas, agora cresceram muito. As raízes como já disse ficaram muito maiores, e o caule também cresceu e ficou com mais folhas” (A1).

“O feijão cresceu, as raízes aumentam.... Não foi o feijão, foi o caule, o caule cresceu muito, as raízes também aumentaram, as folhas também cresceram muito e está a criar... a brotar mais folhas. O feijão cresceu... Não foi o feijão, foi o feijoeiro” (A4).

“Ele cresceu...Começou a crescer, começou a ter mais folhas, um caule e uma raiz maior ... e o feijoeiro está a crescer bastante” (A12).

Os alunos A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9 e A10 elaboraram explicações baseadas num mecanismo de causa-efeito, que se repartem por oito indicadores das explicações do tipo causal. Os alunos A2 e A10 referiram como causa para as alterações observadas, os factores externos, nomeadamente a água, a terra e o sol. Tal como na semana anterior tivemos novamente dois alunos a fazerem referência aos factores externos como responsáveis pelas alterações ocorridas. Além desta causa, o aluno A10 referiu ainda o indicador “o feijão abriu para crescer a planta”. Este raciocínio, presente nas respostas dos referidos alunos, ilustra-se com os seguintes excertos das mesmas:

“Hum... teve que se pôr mais água, apanhar mais Sol... Se não tiver água nem sol não pode crescer. Também precisa de terra para se segurar a raiz” (A2).

“Mais uma vez cresceu. Recebendo sol, nutrientes da terra e água que precisava para crescer e depois foi crescendo. Com os nutrientes que a raiz foi buscar à terra a semente abriu por completo para crescer mais o feijoeiro” (A10).

Os alunos A6, A7 e A9 também apresentaram uma explicação do causal recaindo esta explicação no indicador “o feijão separou-se, ao crescer o caule ficou metade de cada lado”, no caso dos alunos A6 e A7. Estes alunos, embora não referissem o termo cotilédones, acabaram por os identificar, dizendo que cada metade do feijão está agarrada a cada lado do caule. No entanto o aluno A6 completou ainda a sua explicação com o indicador “o feijão cresceu com água, terra e sol” e o aluno A7 com o indicador “a semente abre para aparecerem as folhas”. O aluno A9 construiu uma explicação em que partilha desta última ideia do aluno A7 pois também considerou que a semente abre para nascerem as folhas. Os seguintes exemplos de respostas que podem ilustrar o raciocínio dos referidos alunos:

“Também com água e com humidade ela cresceu, como já tinha terra e água e sol evoluiu... As raízes crescerem mais, o caule também cresceu e as folhas evoluíram. O feijão abriu e separou-se. Ficou com uma metade de cada lado presa ao caule” (A6).

“O caule subiu e a semente abriu-se, afastou-se.... Uma parte foi para um lado e a outra foi para outro lado... Porque se não fosse uma para cada lado, não podiam as folhas aparecer, não podiam sair” (A7).

“Abriu para as folhas ficarem maiores e saírem estas mais pequenas... as folhas vieram de dentro do feijão” (A9).

O aluno A3 elaborou uma explicação em que considerou que a raiz nasceu do feijão, o caule nasceu da raiz e as folhas nasceram do caule. Este aluno completou ainda a sua explicação com a ideia que o feijão abriu para crescer a planta. Relativamente ao aluno A5 este explicou as alterações observadas baseando-se em dois indicadores, sendo eles “a raiz cresceu porque a planta precisa de se alimentar com os nutrientes da terra” e “o botão é feito de folhas, e quando as folhas abriram o botão desapareceu”. Por último o aluno A8 elaborou uma explicação em que considerou que o feijão se transformou em folhas à medida que estas iam crescendo.

Em síntese, nesta quarta e última fase da germinação constatou-se que todos os alunos realizaram uma previsão centrada exclusivamente no aparecimento de desenvolvimento de componentes da planta do feijoeiro, pois nenhum aluno realizou uma previsão no sentido do aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro. Neste estágio do processo de germinação as dimensões mais frequentes da previsão foram as que se referiram ao crescimento da raiz e do caule, ao crescimento de mais folhas e ao aparecimento de feijões. No que respeita às descrições dos alunos estas foram direccionadas essencialmente para o

crescimento do caule e da raiz, para o crescimento das folhas e para o aparecimento de novas folhas. Verificou-se assim uma certa harmonia entre as dimensões mais frequentes das previsões dos alunos e as observações dos mesmos. Por último, as explicações dos doze alunos entrevistados, nesta etapa dividiram-se por dois tipos de explicação, descritivo e causal. Num total de doze alunos, quatro construíram explicações do tipo descritivo e oito alunos do tipo causal. Relativamente às duas ultimas semanas verifica-se ausência de explicações do tipo preditivo, e tal como ao longo de todo o processo, ausência das explicações do tipo interpretativo. Comparativamente com os dados da fase anterior (explicações que os alunos construíram após observarem as alterações sofridas pelo feijão passadas três semanas de germinação) conferimos que ocorreu um ténue aumento, de três para quatro, o número de alunos que explicaram o fenómeno observado recorrendo a explicações do tipo descritivo. Quanto às explicações do tipo causal, o aumento também foi ligeiro, de sete alunos na terceira semana da germinação para oito alunos na quarta semana de germinação.

4.2.6 Explicações gerais formuladas pelos alunos sobre como um feijão pode originar um feijoeiro

No que respeita a esta ultima explicação geral, pediu-se aos alunos que, tentassem explicar como é que um feijão originou um feijoeiro, apresentando aos alunos um feijão semelhante ao inicial e o vaso onde o feijão foi colocado há quatro semanas atrás.

Como todos os alunos elaboraram uma explicação para o processo de germinação, a análise centrou-se nas respostas de todos os alunos (12 alunos), registando-se, na tabela 18, os resultados obtidos.

Como é possível verificar pela análise da referida tabela, identificaram-se dois tipos de explicação, explicações descritivas e explicações causais, nas respostas dadas pelos alunos, não se tendo detectado nenhuma resposta que incluisse uma explicação classificada como preditiva ou interpretativa. Nota-se, ainda, que é maioritário o número de alunos que usam explicações do tipo causal (11 alunos), relativamente aos que recorrem a explicações descritivas (1aluno). No entanto, é importante salientar que, como se tratou de construir uma explicação que abarcasse todo o processo que fez com que o feijão se transformasse em feijoeiro, praticamente todos os alunos, fizeram uma descrição das alterações que foram observando ao longo do processo. No

entanto, e como eram explicações um pouco mais extensas, todos os alunos, com exceção do aluno A9 construíram uma explicação do tipo causal, ultrapassando a fase da observação, fazendo referência ao mecanismo responsável pela ocorrência do fenómeno, geralmente baseado em relações do tipo causa-efeito. De entre as dimensões referidas pelos alunos para explicação do tipo causal, a mais frequente, referida por metade dos alunos (seis alunos) diz respeito aos factores externos, sendo que alguns destes alunos referem ainda outra dimensão dentro do mesmo tipo de explicação.

Tabela 18

Explicações que os alunos construíram após fundamentarem como um feijão pode originar um feijoeiro

Tipos de explicação	Indicadores	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Descritivo	Descrição de alguns aspectos observados									X			
Causal	Influência de factores externos	X	X			X	X				X	X	
	A raiz rebenta a casca do feijão para sair	X	X	X									
	As “coisas” estavam todas dentro do feijão	X					X						
	A raiz procura vitaminas para nascer o caule e as folhas			X									
	O feijão abriu ao meio para passar o caule				X								
	A casca do feijão abre para crescer a semente					X		X			X		
	A raiz sai para prender o caule ao chão, e o caule cresce para as folhas terem espaço.							X					
	O feijão abriu para dar a raiz, o caule e as folhas								X				X

As explicações dos alunos A1, A2, A5, A6, A10 e A11 evidenciaram que estes estabeleceram uma relação causa-efeito entre os factores externos e as alterações observadas ao longo do processo. Os alunos A1 e A2 além de referirem os factores externos referiram ainda o indicador “a raiz rebenta a casca do feijão para sair”, e no caso do aluno A1 ainda um terceiro indicador, sendo ele “as “coisas” estavam todas dentro do feijão”. Este aluno estabeleceu uma relação de comparação entre o que aconteceu com o feijão e o que acontece com a gravidez dos seres humanos, referindo que os componentes do feijão se encontravam dentro do mesmo. A forma de explicar o fenómeno observado destes dois alunos pode ser ilustrada pelos seguintes excertos de resposta:

“...mas como a raiz não pode sair por algum lado, tem que rebentar a casca do feijão... Depois de se regar bem e tratar dele, as raízes crescem mais e o caule fica fora da terra, em vez de estar tão dentro e... É como nós, por exemplo a minha mãe ter-me dentro da barriga dela e ela tem tudo, os órgãos dentro dela também. É como isso... depois eu sai e já não se notava que tinha estado lá dentro. É como o feijão, as coisas estavam todas lá dentro, depois aparece a raiz e sai, depois cresceu o caule e também saiu, por último as folhas também saíram, depois vai dar novos feijões, mas quando estiver mais crescido.” (A1).

“Primeiro plantámos o feijão, deitamos água e apanhou Sol. Depois começou a nascer a raiz... De dentro do feijão...precisou de várias coisas, água, Sol para poder crescer... terra para poder crescer... Porque ele vai crescendo e vai dando origem à raiz... Abriu para poder sair a raiz...Estava dentro de feijão, depois começou a crescer mais a raiz, cada vez mais. Abriu cada vez mais, até abrir por completo e começar a nascer o caule... e vêm também as folhas” (A2).

Os alunos A5 e A10 além de terem referido a influência dos factores externos para justificarem o facto de um feijão se ter transformado em feijoeiro acrescentaram ainda à sua explicação que a casca do feijão abre para nascer a semente. Os seguintes exemplos de resposta ilustram a ideia chave da explicação dos referidos alunos:

“Ao plantar sabíamos que ele ia crescer e crescer até dar novos feijão que também depois se transformarão em feijoeiros. Apanhou os nutrientes que tem na terra e aumentando de tamanho cada vez mais... também largando a casca que tem por fora. Porque se não o feijão, a semente do feijão que está dentro da casca não consegue crescer, sem sair a casca. Ela quer sair e crescer na terra, então para abrir a casca tem de a partir” (A5).

“O feijão vai apanhando sol, nutrientes que precisa, água, sais minerais e isso chega da casca para a semente e a semente vai crescendo. Depois a semente já não cabe na casca, abre-a um bocado e sai. Depois deita a raiz na terra para buscar sais minerais e apanha sol e continua a crescer, fica médio. Depois a casca abre muito...Porque a semente já não cabia lá dentro, cresceu com os sais minerais, bons tratamentos, sol e porque estava na terra...” (A10).

Como já foi referido anteriormente os alunos A6 e A11 também fizeram alusão aos factores externos, sendo que o aluno A6 completou ainda a sua explicação referindo que as “coisas” estavam todas dentro do feijão. Ao usar o termo “coisas” o aluno referiu-se a alguns componentes da planta que foram surgindo e que ele pode observar ao longo das quatro fases da germinação. Os exemplos de resposta que se seguem ilustram a ideia presente nessas explicações:

“O feijão começou por ter algumas raízes e por deixar o caule sair, depois teve mais raízes e o caule começou a crescer mais e a casca começou a abrir. Depois o caule e as folhas começaram a ficar maiores... Vieram de dentro do feijão. ... A professora pôs água, e deixou o feijão ter luz para crescer e desabrochar... É como eu nascer da barriga da minha mãe e começar a crescer. É abrir e deixar sair o que está lá dentro...O caule, a raiz e as folhas” (A6).

“O feijão passa por várias fases, precisa de algumas coisas para viver como água, sol, terra e oxigénio, e com o tempo começa a crescer, a planta começa a sair da terra... A planta começa a crescer e depois começa a dar a raiz, depois a raiz cresce, o feijão sai da terra, depois começa a dar umas folhas pequenas e depois já tem folhas grandes... O feijão não sei, não o vejo, acho que desapareceu...” (A11).

Os alunos A8 e A12 fizeram incidir a sua explicação final no indicador “o feijão abriu para dar a raiz, o caule e as folhas”. Estes alunos também fizeram menção aos componentes da planta que foram vendo aparecer ao longo das fases de germinação, considerando que a casca abriu para que eles pudessem sair. Eis os exemplos de resposta que podem ilustrar o raciocínio dos referidos alunos:

“Primeiro era um feijão, depois ficou com algumas raízes e com uma parte do caule e a casca já estava a sair, depois a raiz ficou maior e a casca estava mesmo quase a sair... Para a raiz e o caule também poderem sair... do feijão. Depois mais uns dias já não tinha a casca, saiu toda, e já tinha aqui umas folhinhas pequeninas. Porque se não as folhas não se viam, porque estavam tapadas pela casca. No fim já está maior, já tem a raiz maior e já está um feijoeiro. O feijão..... (bastante tempo de hesitação) Eu acho que vejo aqui (aponta os cotilédones) umas partes do feijão. As partes que se separaram... o feijão dividiu-se em duas partes” (A8).

“Teve várias fases... Começou a crescer pequenino o caule, ao longo das semanas foi dando folhas, raízes maiores, e foi crescendo... O feijão abriu...Para poder dar a raiz, o caule e as folhas...” (A12).

Os alunos A3, A4, e A7 elaboraram explicações do tipo causal que se encontram isoladas na tabela 18. O aluno A3 considerou que a raiz rebenta a casca do feijão para sair e que a raiz procura vitaminas para nascer o caule e as folhas. Embora de uma forma menos explícita, este aluno fez uma ligeira referência a factores externos, as vitaminas, podendo-se subentender que o aluno considera que as mesmas se encontram na terra. No caso do aluno A4 a explicação incidiu no indicador “o feijão abriu ao meio para passar o caule” enquanto a explicação do aluno A7 incidiu em dois indicadores sendo eles “a casca do feijão abre para crescer a semente” e “a

raiz sai para prender o caule ao chão, e o caule cresce para as folhas terem espaço” Eis alguns exemplos de respostas que podem ilustrar o raciocínio dos referidos alunos:

“...A casca abriu muito, porque a raiz nasceu... Como passou muito tempo na terra começou a envelhecer e abriu para.... Hum... para ajudar a raiz a fazer com que cresça mais caule e assim... e mais folhas. A raiz foi buscar vitaminas, o feijão abriu e as vitaminas foram subindo para as folhas nascerem e o caule. O caule nasceu da raiz e as folhas do caule” (A3).

“É assim: o caule foi crescendo e o feijão teve de abrir ao meio que era para o caule poder passar pelo meio dele e o feijão ficou depois pegado ao caule...depois o caule foi crescendo, o feijão teve de se partir ao meio e as folhas foram juntamente com o caule para cima, e depois dar novas folhas, mais pequeninas” (A4).

“A semente está lá dentro e o feijão vai abrindo para expandir, para libertar...As folhas, a raiz e o caule... De dentro da casca do feijão. Porque se a casca não deixasse a semente libertar, podia criar a raiz, mas não criava folhas... A raiz sai para prender o caule ao chão e o caule vai subindo para as folhas terem mais espaço para abrir” (A7).

O aluno A9 foi o único que, nesta explicação geral, elaborou uma explicação do tipo descritiva, O referido aluno construiu uma explicação considerada menos complexa em termos de raciocínio, descrevendo o comportamento do feijão, sem apresentarem quaisquer motivos ou causas responsáveis pela ocorrência do mesmo. Esta forma de explicar o fenómeno observado pode ser ilustrada pelo seguinte excerto de resposta:

“As raízes foram crescendo e nasceram muitas mais folhas... O feijão partiu-se ao meio... e depois vão crescendo raízes, depois o caule e depois a casca do feijão já começa a partir....Para as folhas ficarem maiores e saírem estas mais pequenas” (A9).

Em síntese, quando foi pedido aos alunos para construírem uma explicação geral, em que referirem como um feijão pode originar um feijoeiro, identificaram-se nas respostas dos alunos dois tipos de explicação, explicações descritivas e explicações causais com ausência das explicações do tipo preditivo e interpretativo. Nesta fase final houve 11 alunos elaboraram uma explicação do tipo causal e apenas um aluno a elaborar uma explicação do tipo descritivo. Mas, como já foi referido no início da análise ta tabela 18, é de salientar que, tratando-se de uma explicação mais geral e que de certa forma englobava as quatro fases da germinação observadas, a maioria dos alunos iniciou a explicação com uma descrição das alterações que foram observando ao longo do processo. No entanto, e como eram explicações um pouco mais

extensas, todos os alunos, com excepção do aluno A9 chegaram a uma explicação do tipo causal, ultrapassando a fase da observação, fazendo referência ao mecanismo responsável pela ocorrência do fenómeno, geralmente baseado em relações do tipo causa-efeito. Para efeito de análise considerou-se a explicação mais complexa em termos de raciocínio a que cada aluno chegou. Nesta fase, e tal como no primeiro estágio da germinação, os factores externos voltam a ser referidos por um número significativo de alunos como responsáveis pelas alterações ocorridas.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

5.1. Introdução

Pretende-se, com este capítulo, apresentar as conclusões do estudo realizado, as implicações para o ensino das Ciências e algumas recomendações para futuras investigações.

Deste modo, encontra-se estruturado em quatro secções. Na primeira, apresenta-se a estrutura geral do capítulo (5.1), seguindo-se a apresentação das principais conclusões retiradas, em função dos objectivos enunciados no Capítulo I (5.2). A terceira, refere-se às implicações do estudo no processo de ensino-aprendizagem das ciências, particularmente no que se refere ao tópico “germinação das sementes” (5.3). A última secção apresenta algumas sugestões para futuras investigações (5.4).

5.2. Conclusões

Segundo Graue e Walsh (1998), conhecer cada vez mais o mundo de modo a transformá-lo num lugar melhor deve ser o objectivo da investigação. Por isso, “a investigação em educação é essencial para o desenvolvimento e aperfeiçoamento contínuo da prática educativa” (Borg & Gall, 1989). A nossa investigação teve o seguinte objectivo: Analisar as explicações científicas produzidas pelos alunos do 1º ciclo a propósito de actividades laboratoriais no tópico da germinação do feijão.

As conclusões deste estudo resultam da questão de investigação apresentada e da análise e interpretação das informações recolhidas junto dos alunos do 4º ano de escolaridade do Ensino Básico, e apresentadas no Capítulo IV.

Assim, parece-nos ser possível afirmar que os alunos são capazes de formular previsões, perante a descrição da situação. A maioria dos alunos, ao longo das quatro etapas da germinação, centrou a sua previsão essencialmente no aparecimento e desenvolvimento de diferentes componentes da planta do feijoeiro, sendo que a primeira etapa foi aquela em que alguns alunos ainda referiram o aparecimento e desenvolvimento da planta do feijoeiro. Foi possível apurar que, ao longo das quatro etapas da germinação os alunos foram reajustando as

suas previsões à medida que eram confrontados com as evidências de cada etapa da germinação, tentando assim aproxima-las mais dos factos reais. Ou seja, a observação e constatação do fenómeno em cada etapa influenciou a previsão dos alunos relativamente à etapa seguinte.

Verifica-se, no entanto, alguma dificuldade que os alunos têm de fazer previsões compatíveis com o que, de facto, acontece, pois nem todos os alunos conseguem fazer uma previsão correcta. Alguns elaboram previsões pouco consistentes com a realidade, baseando muitas vezes as previsões do fenómeno em concepções alternativas e em conhecimentos do quotidiano, ou seja, em vez de resultarem de uma reflexão sobre a situação, podem ter sido produto de uma reacção imediata e intuitiva, resultante das vivências diárias dos alunos.

Concluimos também que, os alunos participantes neste estudo, se mostram capazes de descrever os comportamentos observados e de explicar os mesmos. Porém, a maioria dos alunos evoca razões simples e incompletas, tornando-se clara a ausência generalizada de complexidade nas explicações que desenvolvem. Recorrem mais às explicações causais do que às descritivas fazendo referência ao mecanismo responsável pela ocorrência do fenómeno, geralmente baseado em relações do tipo causa-efeito, sendo de realçar, no entanto, que constroem esta explicação após a observação do fenómeno em questão. Ao longo das quatro etapas da germinação verificou-se que o número de alunos a construir explicações causais manteve-se mais ou menos constante, ocorrendo no entanto um aumento significativo, quando foi solicitado aos alunos uma explicação geral sobre como um feijão pode originar um feijoeiro.

De entre os indicadores da explicação causal um dos mais mencionados refere-se aos factores externos como o sol, a água, a terra e o oxigénio. De entre estes factores a água foi o mais frequente, podendo este facto dever-se aos conhecimentos prévios das crianças e à familiaridade com a necessidade de se regar as plantas. Verificou-se também, que apesar de os factores externos terem sido mencionados ao longo das quatro etapas por alguns alunos, é nas explicações da primeira etapa da germinação e na explicação geral para o fenómeno em causa, que um maior número de alunos se refere aos factores externos como mecanismo responsável pelas alterações observadas.

Apesar do número razoável de alunos que estabelecem relações causais, depois de observarem o fenómeno, estas relações nem sempre são completas, por vezes não aprofundam de que forma esse mecanismo actua, em relação às alterações ocorridas.

Constatou-se pontualmente a construção de explicações preditivas que estão relacionadas com a previsão de um comportamento, que tem por base conhecimentos prévios relacionados com esse fenómeno, ou seja, os alunos ofereceram explicações baseados nas próprias vivências e experiências pessoais relacionadas com a germinação do feijão, ou ainda pelo facto de este conteúdo programático já ter sido abordado ao longo deste ciclo de ensino. De realçar ainda que, estas previsões se verificaram nas duas etapas intermédias do processo de germinação (semana 2 e semana 3) e que convergiram, essencialmente, para a previsão do aparecimento de novos componentes da planta do feijoeiro.

Verificou-se ainda uma total ausência das explicações interpretativas, o que nos leva a afirmar que os alunos não recorreram a modelos teóricos para explicar a observação do fenómeno. Tal como acontecia com a realização das previsões, associada a esta dificuldade em explicar os fenómenos físicos, há, ainda, o facto de algumas explicações terem como suporte concepções alternativas, baseadas em conhecimentos do dia-a-dia que as crianças já possuem sobre o fenómeno físico em causal.

Tal como na fase das previsões, foi possível aferir que, ao longo das quatro etapas da germinação, os alunos também foram reajustando as suas explicações à medida que eram confrontados com as evidências de cada etapa da germinação, ou seja, mais uma vez se verificou que a observação e constatação do fenómeno em cada etapa influenciaram as explicações construídas pelos alunos entrevistados.

Podemos ainda concluir que aprimorou as competências de resolução questões, tornando-os mais hábeis na procura de fundamentações válidas e mais rigorosas e seguros na apresentação das mesmas. Tornou a aprendizagem mais eloquente ao coloca-los numa situação do dia-a-dia bem como pela exposição de opiniões e incertezas, sendo estas depois sujeitas à confrontação como as evidências.

5.3. Implicações no ensino das ciências

Os resultados deste estudo, para além de estarem em consonância com outras investigações desenvolvidas evidenciam que, como um dos objectivos do ensino das Ciências é incrementar nos alunos a competência de explicar fenómenos e de lidar com factos, levando-os a conhecerem e a construírem explicações científicas, revela-se importante fomentar situações

educativas que levem os alunos a desenvolver a competência de explicar fenómenos, bem como de conhecer as explicações cientificamente correctas, construídas pelos cientistas para esses fenómenos.

Como se verifica ainda nos alunos uma certa dificuldade generalizada em construir explicações correctas ou completas, com uma total ausência das explicações mais complexas em termos de raciocínio (explicações interpretativas), é necessário ultrapassar a estágio em que os alunos são confrontados com explicações apresentadas pelo professor, tornando-se imprescindível que os alunos sejam envolvidos na construção de explicações para fenómenos e conseqüentemente vão aprendendo Ciências.

Tal como neste estudo, e sempre que possível, ainda mais atendendo à idade das crianças em questão, deve-se começar por solicitar aos alunos previsões e explicações acerca de fenómeno relacionados com situações do dia-a-dia, a fim de auxiliar a transferência das aprendizagens para as suas vivências como cidadãos. Além de se procurar uma certa familiaridade com o fenómeno para o qual é solicitada uma explicação, deve-se igualmente, sempre que possível, apresentar ao aluno, o fenómeno nas suas diversas etapas, deixando de contemplar apenas a fase inicial e final, mas sim prevendo, observando e explicando as várias etapas que vai conferindo. O facto de o aluno ser confrontado não apenas com o resultado final, mas sim acompanhar toda a estrutura envolvida no processo, leva-o a reestruturar e reformular as suas previsões, ao mesmo tempo que vai construindo explicações mais ajustadas e congruentes ao fenómeno em questão e consolida a sua aprendizagem.

Os professores do 1º ciclo devem garantir as conjunturas necessárias ao desenvolvimento aprendizagens no âmbito laboratorial promovendo assim o desenvolvimento de competências no que respeita à construção de explicações científicas, ao mesmo tempo que se facilita aos alunos a compreensão de vários conceitos e a aprendizagem de novos conceitos.

5.4. Sugestões para futuras investigações

Do que foi exposto anteriormente, sobressai ainda, a necessidade de se desenvolverem, futuramente, alguns estudos na área a que este trabalho de investigação respeita, pelo que se sugerem as seguintes sugestões de trabalhos de investigação:

- Este estudo foi direccionado para um tema específico “A germinação do feijão” e para um nível de escolaridade - 4º ano, contudo, pensamos que poderiam ser realizados estudos idênticos com outros conteúdos programáticos e incorporando agora na sua amostra alunos do 2ºCiclo, a fim de se estabelecerem comparações (evolução ou regressão) ao nível da construção de explicações científicas e avaliando dessa forma a eficácia do trabalho laboratorial do tipo P.O.E.R.

- Comparar o nível de complexidade das explicações formuladas em diferentes tópicos, verificando se as explicações apresentadas formuladas pelos alunos eram, ou não, semelhantes para os fenómenos relacionados com diferentes conteúdos;

- O estudo efectuado poderia alargar-se a escolas de áreas geográficas diferentes e a um maior número de alunos, permitindo um estudo mais abrangente e mais próximo da realidade, de modo a permitir a generalização de conclusões que, com as limitações do presente estudo, não podem fazer-se.

Para findar, gostaríamos de dizer que o estudo aqui divulgado privilegia uma metodologia que prima quer pelo desenvolvimento nos alunos de competências específicas para as aprendizagens futuras, quer pelo desenvolvimento de competências relacionadas com a construção de explicações científicas de fenómenos físicos em contexto laboratorial. Permitindo assim, uma abordagem mais quotidiana dos conceitos científicos, levando o aluno a, com maior eficácia e destreza, apreciar, prever e explicar situações do dia-a-dia, compreendendo melhor o mundo que o circunda e tornando-se um cidadão cientificamente culto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, M. (2000). *A componente laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. Um estudo com professores de Ciências Físico-Químicas e Técnicas Laboratoriais de Química*. Dissertação de mestrado não publicada. Universidade do Minho, Braga.

Afonso, A. & Leite, L. (2003). A inter-relação teoria-evidência-explicação científica: um estudo com alunos do 9º e do 11º anos de escolaridade. *In* Neto, A. *et al.* (Eds.). *Didácticas e Metodologias da Educação: Percursos e desafios*. Évora: Universidade de Évora, 1175-1185.

Aguilar, G. (2002). Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía. *In* Membiela, P. (Ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad – formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones, 77-89.

Agustin, G. & Millo, P. (1989). Ultrastructural and biochemical changes in cotyledon reserve tissues during germination of citrus seeds. *Journal of Experimental Botany*, v.40, p.383-390,

Almeida, L. & Freire, T. (2003). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação*. 3ª edição. Braga: Psiquilibrios Edições.

Amabis, J. & Martho, G. (1997) *Biologia das Células: origem da vida, histologia e embriologia*. São Paulo: Moderna.

Araújo Neto *et al.* (2003). *Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de Acacia polyphylla* DC. *Revista Brasileira de Botânica* 26 (2)

Ausubel, D. (1986). *Educational Psychology: a Cognitive View*, Holt, Rinehart and Winston, N. York: Warbel & Peck.

Barberá, O. & Valdés, P. (1996). *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias. Una revisión*. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), p. 365-379.

- Bardin, L. (1997). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Berzonski, M. (1971). *The role of familiarity in children's explanations of physical causalitty*. Child Development, 42, 905-715.
- Bizzo, N. (2002) *Ciências: fácil ou difícil?* 2ª Edição. São Paulo: Ática.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Borg, W. & Gall, M. (2003). *Educational research – an introduction*. Boston: Pearson Education.
- Borges, A. *et al.* (2001). A resolução de problemas práticos no laboratório escolar. In *Actas do III Congresso Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. São Paulo.
- Botão, M.F. (1999). “*História Ciência e Didáctica da História. Algumas reflexões*”. Cadernos Pedagógico - Didáticos, nºs 13/14, A: P: H:, Fev./Jan., pp.68/74.
- Brewer, W. F.; Chinn, C. A. & Samarapungavan (1998). *Explanation in scientists and childre. Minds e Machines*, vol. 8, pp. 119- 136.
- Caamaño, A. (1992). *Los trabajos prácticos en ciencias experimentales: una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación*. Aula, 9, 61-68.
- Caamaño, A., Carrascosa,J., & Oñorbe, A. (1994). *Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales*. Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales, 2, 4-5.
- Caamaño, A. (2004). *Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: Una clasificación útil de los trabajos prácticos?* Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales, 39, pp. 8-19.

Caballer, M. & Oñorbe, A. (1997) “Resolución de problemas y actividades de laboratorio”, em Luis de Carmen (comp.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, ICE, Universidade de Barcelona, Barcelona.

Cachapuz, A. *et al.* (1989). O trabalho experimental nas aulas de Física e Química. *Gazeta de Física*, 12(2), 65-69.

Cachapuz, A. *et al.* (2000). *Perspectivas de Ensino das Ciências*. António Cachapuz (Org.). Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciências (CEECE).

Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. In Perales, J. & Cañal, P. (Org.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, 267–287.

Carmo, J. (1991). As ciências no ciclo preparatório: formação de professores para um ensino integrador das perspectivas da ciência, do indivíduo e da sociedade. In: *Ler Educação*, nº 5, maio/ago.

Carvalho, A.; Gonçalves, M.; Vannucchi, A.; Barros, M. & Rey, R. (1998) *Ciências no Ensino Fundamental*. São Paulo, Scipione.

Carvalho, A. (2000). As explicações no ensino de Física. *VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, março, Florianópolis.

Cermeño, S. (1979). *Cultivo de plantas hortícolas em estufa*. Lisboa: Litexa.

Chaillé, C. & Britain, L. (2003). *The young child as scientist: a constructivist approach to early childhood science education* (3.ª Ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Chaimovich, H. (2004). *Terceiro Encontro Latino-Americano Mão na Massa*, São Paulo 1 e 2 de Abril de 2004

Chalmers, A. (1994). *Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI de España Editores, S.A..

Cohen, L., et al. (2001). *Research Methods in Education*. 5th edition. London: Routledge/Falmer-Taylor & Francis Group.

Creswell, J. W. (1994). *Research Design: Quantitative & Qualitative Approaches*. Thousand Oaks: SAGE Publications.

Cunha, A. (2002). *As ciências Físico-Químicas e as Técnicas Laboratoriais de Física: uma análise comparativa de programas, manuais e opiniões de professores e de alunos*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho

DeBoer, G. (2000). *Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform*. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.

Delizoicov, D., Angotti, J. (1990). *Metodologia do Ensino de Ciência*. São Paulo: Cortez.

De Pro Bueno, A. (2000). *Actividades de laboratorio y enseñanza de contenidos procedimentales*. In Sequeira, M. et al. (Org.). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 109-124.

DEB (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.

DEB-ME (Departamento de Educação Básica, Ministério da Educação) (2004: 4ª edição). *Organização Curricular e Programas, Ensino Básico – 1º ciclo*. Mem Martins: Editorial do Ministério da Educação

DiGisi, L. & Willett, J. (1995). *What high school biology teachers say about their textbook use: a descriptive study*. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (2), 123-142.

Donaldson, L. (1986). *Children's explanations: a psycholinguistic study*. New York: Cambridge Univ. Press.

Dourado, L. (2001). *O Trabalho Prático no ensino das Ciências Naturais: situação actual e implementação de propostas inovadoras para o Trabalho Laboratorial e o Trabalho de Campo*. Tese de Doutoramento (não publicada). Braga: Universidade do Minho.

Driver, R. *et al.* (1994). *Constructing scientific knowledge in the classroom*. Educational Researcher, 23(7), 1994.

Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.

Driver, R. & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, vol. 21, no. 5, 556 – 576.

Duarte, M. (1993). *Mudança conceptual e ensino das Ciências da Natureza - Uma proposta de intervenção pedagógica no 2 ciclo do ensino básico*. Tese de doutoramento (não publicada). Universidade do Minho.

Duit, R. & Treagust, D. (1998). Learning in science - From behaviourism towards social constructivism and beyond. In Fraser, B. & Tobin, K. (Ed.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 1-25.

Duschl, R. (1995). *Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual* – Enseñanza de Las Ciencias, 13 (1), 3-14.

Ellis, R. *et al.* (1995). Handbook of seed technology for genebank volume 1. Compendium of specific germination information and test recommendations.

Fernandes, A. (2002). *O Olhar dos alunos e professores sobre a História e os eu Ensino*. Dissertação de Mestrado em Educação, especialidade de Ensino da História. Braga: U.M. Instituto de Educação e Psicologia.

Figueiroa, A. (2001). *Actividades laboratoriais e Educação em Ciências. Um estudo com manuais escolares de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade e respectivos autores*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Figueiroa, A. (2003). Uma análise das actividades laboratoriais em manuais escolares de Ciências da Natureza (5º ano) e das concepções dos seus *autores*. *Revista Portuguesa de Educação*, 16 (1), 193- 229.

Figueiroa, A. (2006). A explicação de fenómenos físicos por alunos do ensino básico. O caso do “balão dentro da garrafa”. *In Actas do XIX Congresso Enciga (Cd-Rom)*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.

Florentino, A. (2004). *Fundamentos da educação*. v.1, Rio de Janeiro: Fundação Cecierj.

Fogelman, K. (2003). Surveys and sampling. *In Marianne Coleman & Ann R. Briggs (Eds.). Research Methods in Educational Leaderships and Management*. 2nd edition. London: SAGE Publications, 93-107.

Fortin, M. (1999). *O processo de investigação: da concepção à realização*. Loures: Lusociência.

Fracalanza, H., Amaral, I & Gouveia, M. (1986). *O ensino de ciências no primeiro grau*. São Paulo: Atual.

Freire, A. (1993). Um olhar sobre o ensino da Física e da Química nos últimos cinquenta anos. *Revista de Educação*, 3(1), 37-49.

Friedl, A. (2000). *Enseñar ciencias a los niños*. Barcelona: Editorial Gedisa, S. A..

- Gall, M. *et al.* (2003). *Educational Research : an introduction*. (7ª Ed.) Nova Iorque: Longman.
- Galvão, C. & Freire, A. (2004). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e Naturais em Portugal. In Martins, I., Paixão, F. & Vieira, R. (Org.). *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na inovação da educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 31-38.
- Garcia, J. & Garcia, F. (1989). Dos casos praticos de investigación en el aula. In Garcia, J. & Garcia, F. *Aprender investigando*. Sevilla: Diada Editores.
- Gardé, A. & Gardé, N. (1988). *Culturas horticolas* (6ª Edição). Editora Clássica, 469.
- Ghiglione, R. & Matalon, B. (1995). *O Inquérito – Teoria e Prática*. Oeiras: Celta Editora, Lda.
- Giordani, A. (1985). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: sigloveintiuno de España Editores S.A..
- Gilbert, J. & Boulter, C. & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: horses for courses. *International Journal Science Education*, 20(1), 83-97.
- Gilbert, J.; Boulter, J. & Rutherford, M. (2000). Explanations with models in science education. In: *Developing models in science education*. Gilbert, J.K e Boulter ,C.J. (eds). Dordrecht: Kluwer, p. 193-208.
- Giordani, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Édition Belin.
- Gonçalves, M. & Duarte, M. (1999). Evolução das ideias de alunos portugueses sobre germinação de sementes. *Boletín das Ciências*, 39, 49-58.
- Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B. (Ed). *Practical science*. Milton Keynes: Open University Press, 67-77.

Hamblin, J. & Evans, M. (1976). *The estimation of cross yield using early generation and parental yields in dry beans (Phaseolus vulgaris L.)*. *Euphytica*, v.25, p.515-520.

Harlan, J. (1971). *Toward a rational classification of cultivated plants*. *Taxon* 20:509-517.

Harlan, J. & Rivkin, M. (2002). *Ciências na educação infantil: uma abordagem integrada* (7.^a Ed.). Porto Alegre: Artmed.

Hewson, P., Beeth, M. & Thorley, R. (1998). Teaching for conceptual change. *In* Fraser, B. & Tobin, K. (Ed.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 1-25.

Hodson, D. (1988). Experiments in science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-68.

Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *School Science Review*, 22, 85-142.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratório. *Ensenanza de las Ciências*, 12(39), 299-313.

Hodson, D. & Hodson, J. (1998). From construtivism to social consttrutivism. *School Science Review*, 79(298), 33-41.

Hodson, D. (2000). The place of practical work in Science Education. *In* Sequeira, M. *et al.* (Org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, p. 29-42.

Irving, K. (2007) *Teaching Science in the 21st Century: Formative Assessment Improves Student Learning*,

Jenkins, E. (1994). *Public Understanding of Science and Science Education for Action*. Journal of Curriculum Studies, 26(6), 601-611.

Jewell, N. (2002). Examining children's Models of Seed. *Journal of Biological Education* 36(3), 116- 121.

Jimenez, A. (1996). *Dubidarpara aprender*. Vigo: Xerais.

Jiménez A.; Reigosa C. & Álvarez P, (1998). Argumentación en el Laboratorio de Física. Trabalho apresentado no *VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 26 a 30 de outubro, Florianópolis.

Jiménez Alexandre, M. & Díaz de Bustamante, J. (2003) Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. (Classroom discourse and argumentation in the science classroom: theoretical and methodological issues) *Enseñanza de las Ciencias* 21: 359-370.

Johnston, J. (2002). Teaching and learning in the early years. *In* Johnston, J., Chater, M. & Derek, Bell (Eds.). *Teaching the primary curriculum*. Buckingham: Open University Press, 24-37.

Klainin, S. (1995). Practical work and science education I. *In* Fensham, P. (Ed.). *Development and dilemmas in science education*. Londres: Falmer Press, 169-188.

Lakatos, E. & Marconi A. (1996). *Técnicas de Pesquisa*. (3 ed.) São Paulo: Atlas.

Layton, D. (1990). Student laboratory practice and the history and philosophy of science. *In* Heggarty-Hazel, H. (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge, 37-59.

Leach, J. & Scott, P. (2000). Children's thinking, learning, teaching and constructivism. *In* Monk, M. & Osborne, J. (Eds.). *Good practice in science teaching: What research has to say*. Buckingham: Open University Press, 41-56.

Leite, L. (1997). O trabalho laboratorial visto por professores e por futuros professores de Ciências Físico-Químicas. *Boletín das Ciências*, 29, 7-15.

Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos *In* Sequeira, M. *et al.* (Org.). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: do Minho, 91-107.

Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *In* Caetano, H. & Santos, M. (Org.). *Cadernos Didácticos de Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do ensino Secundário, 79-97.

Leite, L. (2002). *Students' learning from laboratory investigations, What and how to evaluate?* Comunicação apresentada na 27ª Conferência da ATEE, Varsóvia, 24-28 de Agosto.

Leite, L.; Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, pp. 20-30.

Leite, L. (2006). Da complexidade das actividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. In Actas do XIX Congresso Enciga (Cd-Rom). Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós.

Lemke, J.L. (1990). *Talking science. language, learning and values*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1994). *Investigação qualitativa: Fundamentos e Práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Lock, R., (1988). A history of practical work in school science and its assessment, 1860 1896. *School Science Review*, 70 (250), 115-119.

Lunetta, V. (1991). Actividades Práticas no Ensino da Ciência. *Revista de Educação*, Vol II (1). 81–90.

Lunetta, V. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In Fraser, B. & Tobin, K. (Org.) *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, p. 249-262.

Maroto, V. (1989). *Horticultura herbácea especial*. Madrid: Mundi Prensa, p.561.

Martin, M. (1972). *Concepts of science education: a philosophical analysis*. Londres: Scott, Foresman.

Martins, I. P. (Coord.) (1994). Investigação Didáctica e Ensino Inovador das Ciências 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico. *Actas do IV Encontro Nacional de Docentes de Ciências da Natureza*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martins, I; Ogborn, J. & Kress, G. (1999). Explicando uma explicação. *Ensaio*, 1 (1).

Martins, I. (2001). Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de Ciências. In: Mortimer, Eduardo Fleury. & Smolka, Ana Luiza B. (Orgs.). *Linguagem, cultura e cognição*. Reflexões para o ensino e a sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, p.139-150.

Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no Sistema Educativo Português. In: *Educação e Educação em Ciências – Colectânea de textos*, pp.71.94. Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.

Martins, I. et al. (2007). *Explorando Plantas... Sementes, Germinação e Crescimento: Guião didáctico para professores*. Lisboa: Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Martins, A. (coord.) (1998), *Naturália Botânica. Plantas com flor*, Vol. 4, Lisboa, Ed. Oceano.

McMillan, J. & Schumacher, S. (2001). *Research in Education – a conceptual introduction*. 5th Edition. New York: Longman.

Mortimer, F. (1992). *Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico*. Química Nova, v. 15, n. 3, 242 - 249.

Mortimer, E. & Scott, P. (2003). Atividades discursivas nas salas de aulas de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações no Ensino de Ciências*, 7, 3.

Ogborn, J. *et al.* (1997). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: The Open University Press.

Oliveira, M. (1999). A Tradição Roschiana. In: Oliveira, M. Marcos Barbosa de & Oliveira, Marta Kohl de. *Investigações cognitivas*. Conceitos, linguagem e cultura. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 160p.

Oliveira, S. (2004). Concepções alternativas e ensino de Biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciandos. *Educar, Curitiba*, Ed. UFPR, n. 26, 233 - 250.

Palha, M. *et al.* (1989). Teor proteico de sementes de Linhas nacionais de feijoeiro. *Agronomia Lusitânia* 43: 115 - 131.

Peixoto, A. (2005). *As ciências físicas e as actividades laboratoriais na Educação Pré-escolar: diagnóstico e avaliação do impacto de um programa de formação de Educadores de Infância*. Tese de doutoramento (não publicada). Braga: Universidade do Minho.

Pereira, M. (Coord.), (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.

Pereira, L. (2002). *Actividades laboratoriais no ensino das Ciências da Natureza. Avaliação do efeito da formação sobre as concepções e as práticas dos professores*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Piaget, J. (1976). *The child's conceptions of the world*. New Jersey: Adams & Co (1ª edição – 1929).

Pietrocola, M. & Romero, T. (2005). Modelos e explicações: a construção da realidade e suas bases emocionais. In V encontro Nacional de pesquisa em educação em ciências. São Paulo.

Pires, D., Morais, A. & Neves, I. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade: Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. In *Revista de Educação*, XII (2).

Praia, J. & Marques, L. (1998). *El Trabajo de Laboratorio en la Enseñanza de la Geología*. Universidade de Aveiro.

Praia, J. (1999). O trabalho laboratorial no ensino das Ciências – contributos para uma reflexão de referência epistemológica. In CNE (Ed.). *Ensino Experimental e construção de saberes*. Lisboa: CNE, p. 55-73.

Praia, J.; Cachapuz, A. & Gil-Pérez (2002). Problema, teoria e observação. In *Para uma reorientação epistemológica da educação em Ciência*. Ciência & Educação, V.8, N° 1, P.127 – 145.

Sá, J. (1994). *Renovar as práticas no 1.º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.

Sá, J. (2002). *Renovar as práticas no 1.º ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.

Sanchez, R. & Pinchinat, A. (1974). Bean seed quality in Costa Rica. *Turrialba*. 24(1): 72-75.

Sandoval, W. & Reiser, B. (2004). Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345-372.

Santos, M. (1991). *Mudança conceptual na sala de aula: Um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.

Shioga *et al.* 1998 - *Controle da hidratação das sementes e desenvolvimento inicial de plântulas do feijoeiro*. Sci. agric. 55.

Silva, J. & Leite, L. (1997). Atividades laboratoriais em manuais escolares: proposta de critérios de análise. *Boletín das Ciências*, 32, 259-264.

Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. Londres: Croom Helm.

Sprent, J. & Minchin, F. (1985). Rhizobium, nodulation and nitrogen fixation. In: *R. Summerfield, E. Robert (eds.)*. Grain Legume Crops. London, England, pp: 115-143.

Teles, N. (2001). Caracterização fitotécnica, extração e exportação de macronutrientes. 2001. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.

Tenreiro-Vieira, C. (2000). *O pensamento crítico na educação científica*. Lisboa.

Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R. M. (2004). Gestão e articulação de dimensões do currículo de Matemática por Professores do 1º Ciclo do Ensino Básico: impacte de um programa de formação. In *Revista de Educação*, 12 (1), 49-62.

Trout, J. (2002) Scientific explanation and the sense of understanding. *Philosophy of science*, 69, 212-233.

Valente, M. (1997). O trabalho do laboratório. Limites e possibilidades. Uma perspectiva histórica. *Gazeta de Física*, 20 (1), 33-34.

Valente, M. (1999). A voz das escolas. In CNE (Ed.), *Ensino experimental e construção de saberes*. Lisboa: CNE.

Vieira, F.; Vieira, C. & Ramos, O. (1993). *Produção de sementes de feijão*. Viçosa: EPAMIG/EMBRAPA, 127- 131.

Wellington, J. (1988). Practical work in science: Time for a reappraisal. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge.

Wellington, J. (2000). Re-thinking the role of practical work in science education. En M. Sequeira, L. Dourado, M. T. Vilaça, J. L. Silva, A. S. Afonso y J. M. Baptista (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Williams, R., *et al.* (1995). *Ciência para Crianças*. Lisboa: Instituto Piaget.

Woolnough, B. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Woolnough, B. (2000). Appropriate Practical Work for School Science – Making It Practical and Making It Science. In J. Minstrell & E. van Zele (Eds.). *Inquiring into Inquiry learning in Teaching in Science*. (pp. 434-446). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

Yebra, M. & Membiela, P. (2006). Investigaci3ns cientificas desenvolvidas polos estudantes como ensiñanza por indagaci3n. In Costa, L. *et al.* (Coords). Boletín das Ciéncias – XIX Congreso de ENCIGA. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós, 61, 53-55.

Yu, F. & Berg, S. (1994). Control of paraheliotropism in two *Phaseolus* species . *Plant Physiology* 106, 1567- 1573.

ANEXOS

ANEXO 1

Guião da entrevista realizada aos alunos

GUIÃO ENTREVISTA

1. O que irá acontecer se colocarmos este feijão (apresentar ao aluno um feijão) na terra deste vaso (apresentar ao aluno um vaso)?
 - 1.1. Como esperas que ele esteja daqui a uma semana? Porquê?

2. Não vamos esperar uma semana. Há uma semana atrás eu coloquei um feijão neste vaso (apresentar ao aluno um vaso onde foi colocado um feijão uma semana antes).
 - 2.1 O que observas?
 - 2.2 Era isso o que esperavas?
 - 2.3 Como explicas o que aconteceu ao feijão?
 - 2.4 E daqui a mais uma semana o que pensas que poderás observar se olhares de novo para este vaso?

3. Não vamos esperar mais uma semana. Há duas semanas atrás coloquei um feijão neste vaso (apresentar ao aluno um vaso onde foi colocado um feijão duas semanas antes).
 - 3.1 O que observas?
 - 3.2 Era isso o que esperavas?
 - 3.3 Como explicas o que aconteceu?
 - 3.4. E daqui a mais uma semana o que observarás?

- 4 Tal como anteriormente, não vamos esperar mais uma semana. Há três semanas atrás coloquei um feijão neste vaso (apresentar ao aluno um vaso onde foi colocado um feijão três semanas antes).

- 4.1 O que observas?
 - 4.2 Era isso o que esperavas?
 - 4.3 Como explicas o que aconteceu ao feijão?
 - 4.4 E daqui a mais uma semana o que pensas que poderás observar se olhares de novo para este vaso?
- 5 Neste vaso foi colocado um feijão à quatro semanas. (apresentar ao aluno um vaso onde foi colocado um feijão quatro semanas antes).
- 5.1 O que observas?
 - 5.2 Era isso o que esperavas?
 - 5.3 Como explicas o que aconteceu?
- 6 Se te lembras, partimos de um feijão como este (apresentar ao aluno um feijão semelhante ao inicial) e chegámos a este feijoeiro (apresentar o vaso onde foi colocado um feijão há quatro semanas).
- 6.1 Como é que, em tua opinião, um feijão origina um feijoeiro?
 - 6.2 És capaz de explicar isso?

ANEXO 2

Transcrição de uma entrevistas realizadas a um aluno

Entrevista 2

E- O que irá acontecer se colocarmos este feijão na terra deste vaso?

A2- Vai começar a... temos de deitar água e pôr ao Sol para começar a nascer.

E- A nascer o quê?

A2- O feijão

E- O feijão vai nascer?

A2- Vai germinar.

E- E o que é germinar?

A2- É plantar o feijão, tratar dele e ele vai crescendo

E- Mas o que quer dizer a palavra germinar?

A2- É... (hesitação) crescimento das plantas.

E- O que irá acontecer se colocarmos este feijão aqui na terra deste vaso?

A2- Ele vai começar a ganhar raiz, depois vai começar a nascer o caule, vai dar folha, flor e vai dar o feijão.

E- Como esperas que este feijão esteja daqui a uma semana?

A2- Começa a nascer a raiz.

E- E começa a nascer a raiz como?

A2- Tem de se regar e pôr ao sol.

E- Então daqui a uma semana espera ver o quê?

A2- A raiz.

E- Não vamos esperar uma semana. Há uma semana atrás eu coloquei um feijão neste vaso. O que observas?

A2- A raiz.

E- O que observas mais?

A2- Um bocadinho do caule e o feijão está inchado. Já rebentou para nascer a raiz...

E- Rebentou o quê?

A2- A casca do feijão.

E- Porque terá rebentado?

A2- Para nascer a raiz.

E- E a raiz nasce de onde?

A2- De dentro do feijão.

E- Era assim que tu esperavas que estivesse?

A2- Sim, era isso.

E- Como explicas o que aconteceu ao feijão?

A2- Foi-se regando, apanhou Sol, e começou a nascer a raiz, rebentou a casca e nasceu a raiz.

E- E nasceu de onde?

A2- De dentro do feijão.

E- E daqui a mais uma semana o que pensas que poderás observar se olhares de novo para este vaso?

A2- Já deve estar a começar a nascer o caule.

E- Não vamos esperar mais uma semana. Há duas semanas atrás coloquei um feijão neste vaso. O que observas?

A2- Agora a casca está mais rebentada e já há mais raiz. Hum... ainda não há o caule.

E- Porque é que a casca está mais rebentada?

A2- Porque a raiz foi começando a crescer e precisa de mais espaço para crescer.

E- E se a raiz precisa de mais espaço para crescer, porque rebentou a casca do feijão?

A2- Para a raiz ser maior?

E- Mas porque rebentou a casca ao feijão?

A2- Para também começar a nascer o caule, se calhar daqui a uma semana já se vê.

E- Como explicas o que aconteceu?

A2- Rebentou a casca e nasceu a raiz e depois nasceu mais raiz.

E- O que é isso rebentou

A2- Rebentou é explodir.

E- Então a casca explodiu? Há aqui alguma explosão?

A2- (risos) Não, quer dizer abrir mais risos).

E- O que aconteceu depois?

A2- Nasceram mais raízes

E- E daqui a mais uma semana o que observarás?

A2- Mais raízes, e talvez um bocadinho de caule.

E- Tal como anteriormente, não vamos esperar mais uma semana. Há três semanas atrás coloquei um feijão neste vaso. O que observas?

A2- A raiz está maior e já há mais o caule. E esta aqui o feijão rebentado, a casca rebentada.

E- Então o que é que aconteceu à casca do feijão?

A2- Rebentou por completo.

E- Rebentou? Então temos aqui outra vez uma explosão?

A2- (risos) Não... abriu por completo e nasceu o feijão.

E- Como assim, nasceu o feijão?

A2- Nasceu mais raiz e nasceu também o caule, e acho que vejo também as folhas.

E- De onde vêm essas folhas?

A2- Vêm do caule, estão no caule...

E- Explica-me lá o que está a acontecer aqui?

A2- O feijão está a começar a nascer.

E- Mas o feijão nós já o tínhamos aqui desde o início...

A2- Esta a começar a crescer o Como é que se chama????.....

E- Como se chama o quê?

A2- A planta que dá o feijão...

E- Então como é?

A2- Feijoeiro... (hesitação) acho eu.

E- Então explica-me lá o que está a acontecer aqui neste vaso.

A2- Está a acontecer a germinação.

E- Então o que é a germinação?

A2- A germinação é uma planta a crescer.

E- Qual é a planta aqui neste caso?

A2- O feijoeiro.

E- Explica lá então o que está a acontecer aqui neste vaso.

A2- O caule está a começar a crescer, a raiz já está maior, já tem duas folhas... a casca abriu por completo.

E- Porque é que abriu a casca?

A2- Por causa da raiz que estava lá....

E- Só estava a raiz dentro do feijão?

A2- Não, estava mais... hum... não sei muito vem, mas acho que era a raiz e o feijão.

E- Explica lá melhor isso.

A2- A casca por dentro tem aquela parte que nós comemos.

E- Mas nós também comemos a casca. Tu não comes a casca do feijão quando esta cozido?

A2- Sim, quando está cozido como.

E- Pois, nós também só comemos o feijão quando ele está cozido (risos). Então explica lá melhor.

A2- A planta começou a crescer.

E- Que planta?

A2- O feijoeiro.

E- Então aqui já vêes um feijoeiro?

A2- Vejo o caule e aqui parece o início de uma vagem, de onde nascem os feijões. Mas ainda vai crescer mais o caule e ainda vai ter mais folhas.

E- Mas já vêes a folha?

A2- Na verdade acho que é uma folha...

E- De onde vem essa folha?

A2- Vem do caule.

E- E daqui a mais uma semana o que pensas que poderás observar se olhares de novo para este vaso?

A2- Já estará maior o caule, já terá mais folhas e mais raiz.

E- Há quatro semanas atrás eu coloquei neste vaso um feijão. O que observas?

A2- Mais raiz, muita mais, o caule está muito maior. Ali parece que nasceram mais folhas....

E- Era assim que tu esperavas que estivesse?

A2- Um bocadinho mais pequeno.

E- Como explicas o que aconteceu?

A2- Hum... teve que se pôr mais água, apanhar mais Sol...

E- E porque é que teve de se pôr mais água e apanhar mais Sol.

A2- Para poder crescer. Se não tiver água nem sol não pode crescer.

E- Sim, então e depois...

A2- Também precisa de terra.

E- Porque?

A2- Precisa de terra para se segurar a raiz.

E- Explica lá melhor então o que aconteceu ao feijão.

A2- Primeiro estava mais pequeno, agora já está maior... e parece uma casca rebentada de feijão (aquilo que o aluno anteriormente referiu ser a vagem)

E- Mas tu tinhas dito que isso era uma vagem...

A2- Mas é a casca, e o feijão está-se a desenvolver.

E- Então, vamos lá tentar explicar o que aconteceu para de um feijão chegarmos a um feijoeiro.

A2- Primeiro plantámos o feijão, deitamos água e apanhou Sol. Depois começou a nascer a raiz.

E- E começou a nascer de onde?

A2- De dentro do feijão. Na semana seguinte já estava maior a raiz, e depois na outra seguinte já estava abrir por completo, cresceu mais a raiz e já começou a nascer o Sol. Depois a raiz já esta muito maior, já está muito maior o caule, já tem folhas maiores, e mais nada....

E- Então o que aconteceu ao feijãozinho para originar um feijoeiro?

A2- Germinou-se.

E- O que quer dizer germinar?

A2- Germinar é o crescimento da semente que pomos na terra.

E- E qual foi a semente que pusemos na terra?

A2- O feijão.

E- E o que originou essa semente?

A2- Originou um feijoeiro.

E- Como é que um feijão tão pequenino originou esta plantinha?

A2- Porque precisou de várias coisa, água, Sol para poder crescer... terra para poder crescer.

E- Para crescer quem?

A2- O feijoeiro.

E- Mas nós inicialmente na terra não colocámos um feijoeiro, foi um feijão.

A2- Pois, mas o feijão depois deu origem ao um feijoeiro.

E- E como é que ele deu origem a um feijoeiro?

A2- Porque ele vai crescendo e vai dando origem à raiz...

E- E como é que dá origem à raiz?

A2- Pondo água e apanhando Sol....

E- Então com a água, com o Sol e a terra o que aconteceu ao feijão?

A2- Abriu para poder sair a raiz.

E- E onde estava a raiz?

A2- Estava dentro de feijão, depois começou a crescer mais a raiz, cada vez mais....

E- E o que acontecia ao feijão?

A2- Abriu cada vez mais, até abrir por completo e começar a nascer o caule.

E- Então de onde nasce o caule?

A2- Nasce da raiz... não, nasce de dentro do feijão.

E- Então achas que nasce da raiz, ou de dentro do feijão?

A2- É de dentro do feijão, e ele depois começa a crescer mais e vêm também as folhas.

E- E de onde vêm as folhas?

A2- As folhas vêm de... (hesitação) começam a nascer no caule. Depois de nascerem as folhas começam a nascer os feijões, mas antes nascem as flores e depois os feijões.