



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
**DEPARTAMENTO DE PEDAGOGIA E EDUCAÇÃO**

**Mestrado em Ciências da Educação: Supervisão Pedagógica**

**O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM CONTEXTO DE SALA DE  
AULA. UMA ABORDAGEM COM ALUNOS DO 11.º ANO DE  
ESCOLARIDADE NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA E GEOLOGIA**

Dissertação Apresentada para Obtenção de Grau de Mestre em Educação e na  
Especialidade de Supervisão Pedagógica

Sónia de Jesus Elias Correia

Orientadora: Professora Doutora Marília Pisco Castro Cid

Évora 2011



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
**DEPARTAMENTO DE PEDAGOGIA E EDUCAÇÃO**

**Mestrado em Ciências da Educação: Supervisão Pedagógica**

**O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM CONTEXTO DE SALA DE  
AULA. UMA ABORDAGEM COM ALUNOS DO 11.º ANO DE  
ESCOLARIDADE NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA E GEOLOGIA**

Dissertação Apresentada para Obtenção de Grau de Mestre em Educação e na  
Especialidade de Supervisão Pedagógica

Sónia de Jesus Elias Correia

Orientadora: Professora Doutora Marília Pisco Castro Cid

Évora 2011



## Resumo

A teoria da evolução Darwin tem sido o eixo integrador do desenvolvimento do pensamento biológico. Neste sentido, esta investigação teve como problema o ensino da evolução biológica e as aprendizagens realizadas, procurando dar resposta às questões de investigação: (i) *Como é tratado pelos professores o tema evolução biológica na sala de aula?* e (ii) *Que aprendizagens são efectuadas pelos alunos sobre o tema evolução biológica?*

O estudo incidiu sobre duas turmas do 11.º ano e respectivos professores, na disciplina de Biologia e Geologia, seguindo uma abordagem qualitativa e interpretativa, na forma de um estudo de caso.

No sentido de obter dados e dar resposta às questões formuladas, foram utilizados inquéritos por questionário e testes de aprendizagens, realizadas entrevistas semi-estruturadas aos alunos e aos professores das turmas e foi feita observação de aulas. Utilizaram-se, assim, vários instrumentos de recolha de dados, de forma a aprofundar a análise e a triangular a informação obtida.

Após analisados os dados, foram cruzadas as informações obtidas e aferidos os principais resultados e conclusões.

Os resultados mostram que embora o ensino praticado seja muito centrado no professor, existe uma manifesta preocupação em envolver os alunos no processo de ensino e de aprendizagem. Por sua vez, os estudantes revelaram dificuldade em estabelecer relações entre conceitos e em alcançar aprendizagens mais profundas. O que nos leva a concluir que as aprendizagens realizadas foram pouco rigorosas do ponto de vista científico.

Palavras chave – Teoria da evolução; Aprendizagem; Conhecimento; Estratégias e Métodos de ensino.



# THE TEACHING OF BIOLOGICAL EVOLUTION IN THE CLASSROOM. AN APPROACH WITH STUDENTS OF THE 11<sup>TH</sup> GRADE IN THE CLASS OF BIOLOGY AND GEOLOGY.

## **Abstract**

Darwin's evolution theory has been the integrating axis of the development of biological thinking. In this sense, this investigation had has the aim to finding out about the teaching of Biological Evolution and the learning that takes place, searching for the answers for the investigation questions: (i) How is the teaching of Biological Evolution handled by the teachers in the classroom? ; and: (ii) How is the learning of Biological Evolution by the students rigorous enough from a scientific point of view?.

The study focused on two classes from the 11<sup>th</sup> grade and their teachers, in the class of Biology and Geology, following a qualitative and interpretive approach, being this case study qualitative and analytical.

The information was collected through direct class observation, interviews, questionnaires, learning test and document analysis.

The results shown that the teaching was priority expositive. There is a clear concern to engage students in the teaching and learning process. The students shown difficulties in establishing relationships between concepts and to took more profound approaches, which leads us to conclude that the learning performed is not very accurate.

**Key-words:** Theory of Evolution; Learning; Knowledge; Strategies and Teaching methods.





## **Agradecimentos**

A todos aqueles que directa ou indirectamente permitiram que tudo isto acontecesse, em especial:

À Professora Marília Cid, pela sua amizade, paciência e inteira disponibilidade que sempre demonstrou. Por todas as sugestões e críticas construtivas que efectuou ao longo desta investigação.

À Emília e ao Marco, participantes neste estudo, amigos de longa data, que sempre se demonstraram disponíveis em todas as ocasiões.

Aos alunos intervenientes neste estudo, pela sua participação e disponibilidade.

Ao PhD Octávio Mateus (Paleontólogo reconhecido internacionalmente), pelos seus conselhos, a ele se deve a curiosidade sobre o ensino da evolução biológica nas salas de aula.

Ao Hugo Rebelo, pela sua disponibilidade, pelo seu conhecimento e pela sua amizade sempre que tudo se previa mais difícil.

À professora Isabel Fialho pelo apoio bibliográfico e atenção que sempre disponibilizou.

Ao professor Neto pelos seus sábios ensinamentos, apoio bibliográfico e atenção que sempre disponibilizou.

À Ana Jorge e Isabel Romeiro, pela sua preciosa contribuição, apoio e amizade que partilhamos.

À Laura Sarroeira e à Conceição Matos, pela amizade, apoio e companheirismo que sempre revelaram, por todas as conversas e partilha de ideias ao longo deste percurso.

À Sofia Delgadinho e Elsa Barbosa, pelo seu apoio em todos os momentos, pela partilha de ideias, críticas e sugestões e sobretudo pela sua imensa paciência e amizade.

À Maria Manuela de Carvalho, pela amizade e palavras encorajadoras, foi desde sempre o mais importante pilar desta e de outras concretizações.

À Cesária, minha querida avó e aos meus pais pela paciência com que aguardaram o término deste trabalho, por todo o tempo que esperaram pela minha atenção e carinho.



## Índice

Introdução.....	1
PARTE I- ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	3
Capítulo I – Das Teorias do Ensino e da Aprendizagem ao Conhecimento do Aluno.....	5
1- Teorias do Ensino e da Aprendizagem .....	5
1.1 - Teorias Comportamentalistas .....	5
1.2- Teorias Cognitivistas e Construtivistas .....	7
2- Construtivismo e Mudança Conceptual.....	14
3 – Conhecimento Científico e Conhecimento do Aluno .....	17
Capítulo II – Conhecimento Profissional do Professor .....	23
1 – Pedagogia e Didáctica.....	23
2- O Conhecimento Didáctico e Pedagógico do Professor .....	25
Capítulo III – O Ensino da Evolução Biológica .....	35
1 - Evolucionismo e Criacionismo.....	35
2 - A Evolução Biológica no Currículo Escolar Português .....	38
3 - O Ensino da Evolução Biológica em Perspectiva .....	40
PARTE II - ESTUDO EMPÍRICO.....	45
Capítulo I – Metodologia do Estudo Empírico.....	47
1– Enquadramento do Estudo .....	47
2- O Contexto da Investigação.....	50
3-Desenho da Investigação .....	50
3.1 – Fundamentação Metodológica.....	51
3.2 - O Estudo de Caso .....	53
3.3- Plano da Investigação.....	55
4 - Procedimentos da Recolha de Dados.....	60
4.1- Construção e Validação do Inquérito por Questionário e Teste de Aprendizagens .....	65
4.2- Caracterização do Inquérito por Questionário .....	68
4.3 - Consistência Interna do Inquérito por Questionário .....	76

4.4 - Caracterização do Teste de Aprendizagens.....	77
4.5 - Entrevistas a Alunos – Focus Group .....	81
4.6 - Entrevista a Professores .....	84
Capítulo II - Apresentação, Análise e Discussão dos Resultados .....	87
1 – Caracterização dos Participantes.....	87
2- A Planificação Didáctica .....	88
3- A Observação de Aulas .....	89
4 – A Questão Exploratória.....	91
5 - O Inquérito por Questionário.....	92
5.1 - Metodologia de Análise de Dados .....	92
5.2- Apresentação e Discussão dos Resultados .....	92
6- O Teste de Aprendizagens .....	122
6.1- Metodologia de Análise de Dados .....	122
6.2- Apresentação e Discussão dos Resultados .....	122
7- As Entrevistas a Alunos e Professores .....	137
7.1- Metodologia de Análise de Dados .....	137
7.2- Apresentação e Discussão dos Resultados .....	139
8- Discussão dos Resultados .....	146
8.1- Discussão de Resultados do Inquérito por Questionário.....	146
8.2 - Discussão de Resultados do Teste de Aprendizagens .....	149
8.3 - Discussão de Resultados das Entrevistas .....	154
8.4 - Triangulação de Resultados .....	156
Capítulo III - Conclusões e Limitações do Estudo .....	162
1- Conclusões.....	162
2- Limitações do estudo .....	176
3- Sugestões .....	176
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	179
APÊNDICES .....	189
ANEXOS .....	233

## Índice de Quadros

Quadro 1. Competências e aprendizagens didáticas básicas .....	29
Quadro 2. Quadro conceptual e metodológico da investigação. ....	56
Quadro 3. Fases do estudo de investigação. ....	57
Quadro 4. Quadro sinóptico do questionário aplicado à unidade de análise.....	70
Quadro 5. Estimação do coeficiente do Alpha de Cronbach.....	77
Quadro 6. Quadro sinóptico do teste de aprendizagens.....	78
Quadro 7. Diferenças e semelhanças de respostas, encontradas nas duas turmas.....	146
Quadro 8. Diferenças e semelhanças de respostas, encontradas nas duas turmas.....	148
Quadro 9. Triangulação de resultados do inquérito por questionário, entrevistas, teste de aprendizagens e observação de aulas.....	157
Quadro 10. Resultado da triangulação de resultados .....	161

## Índice de Figuras

Figura 1. Resposta do aluno AB9, à pergunta 1.1.1 do teste de aprendizagens .....	125
Figura 2. Resposta do aluno AB18, à pergunta 1.1.1 do teste de aprendizagens .....	125
Figura 3. Resposta do aluno AB10, à pergunta 2.1.1 do teste de aprendizagens .....	127
Figura 4. Resposta do aluno AB11, à pergunta 2.1.2 do teste de aprendizagens .....	128
Figura 5. Resposta do aluno AB9, à pergunta 2.2 do teste de aprendizagens .....	129
Figura 6. Resposta do aluno AB11, à pergunta 3.1 do teste de aprendizagens .....	130
Figura 7. Resposta do aluno AB18, à pergunta 3.2.2 do teste de aprendizagens .....	131
Figura 8. Resposta do aluno AB14, à pergunta 4.1 do teste de aprendizagens .....	132
Figura 9. Resposta do aluno AB14, à pergunta 4.2 do teste de aprendizagens .....	132
Figura 10. Resposta do aluno AB14, à pergunta 1. do teste de aprendizagens .....	133
Figura 11. Resposta do aluno AB26, à pergunta 3.1. do teste de aprendizagens .....	134
Figura 12. Resposta do aluno AB20, à pergunta 3.1. do teste de aprendizagens .....	136

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para a variável sexo.....	87
Tabela 2. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para a variável idade.....	87
Tabela 3. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item <i>gosto pela disciplina</i> .....	93
Tabela 4. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item <i>gosto pelo tema evolução biológica</i> . ....	93
Tabela 5. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item <i>a evolução das espécies é baseada em dados e estudos cientificamente provados</i> .94	
Tabela 6. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item <i>concepções prévias sobre evolução das espécies</i> .....	95
Tabela 7. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a importância das teorias fixistas numa perspectiva histórica das ideias em Biologia</i> . ....	96
Tabela 8. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>é à luz das teorias evolucionistas se pode explicar a evolução das espécies na Terra</i> . ....	97
Tabela 9. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a evolução da espécie humana e a sua inclusão no programa da disciplina</i> . ....	98
Tabela 10. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>as teorias fixistas constituem apenas história no que respeita às ideias em Biologia</i> . ....	99
Tabela 11. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a evolução das espécies é um tema que não sugere controvérsia do ponto de vista científico</i> . ....	100
Tabela 12. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções</i> . ....	101
Tabela 13. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a evolução biológica está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e da Geologia</i> . ....	103
Tabela 14. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico</i> . ....	104
Tabela 15. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a Ciência e religião são áreas diferentes, não se devem misturar</i> .....	105
Tabela 16. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item <i>é à luz de teorias fixistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra</i> . ....	106

Tabela 17. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>o tempo dedicado ao tema evolução biológica foi adequado.</i> .....	107
Tabela 18. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a visualização de filmes relacionados com o evolucionismo e criacionismo foi uma prática adequada para a exploração deste tema.</i> .....	108
Tabela 19. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>o guião do filme visualizado foi bastante esclarecedor relativamente aos conceitos abordados</i> .....	110
Tabela 20. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a realização de resumos, relativamente aos filmes observados, foi enriquecedora.</i> .....	111
Tabela 21. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>os debates, após visualização de filmes, serviram para fundamentar ideias e conceitos.</i> .....	112
Tabela 22. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>as fichas de trabalho fornecidas pelo docente permitiram consolidar conhecimentos.</i> .....	113
Tabela 23. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a resolução de exercícios do manual escolar foi uma ajuda na consolidação de conceitos.</i> .....	114
Tabela 24. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>as apresentações em PowerPoint facilitaram a aprendizagem.</i> .....	115
Tabela 25. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>o método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema.</i> .....	116
Tabela 26. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>as estratégias desenvolvidas em sala de aula foram as mais adequadas para a compreensão deste tema.</i> .....	117
Tabela 27. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>a forma como a professora expôs a matéria foi elucidativa.</i> .....	118
Tabela 28. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>os instrumentos de trabalho utilizados foram estimulantes.</i> .....	119
Tabela 29. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>as aulas permitiram construir um conhecimento aprofundado sobre o tema.</i> ....	120
Tabela 30. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, <i>o debate em sala de aula foi suficiente para formar uma opinião fundamentada sobre a evolução das espécies na Terra.</i> .....	121
Tabela 31. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o teste de aprendizagens. ....	123

## Índice de Apêndices

Apêndice 1 – Carta ao Director da Escola .....	191
Apêndice 2 - Autorização.....	192
Apêndice 3 – Grelha de observação de aulas .....	193
Apêndice 4 – Inquérito por questionário, estudo piloto .....	194
Apêndice 5 – Inquérito por questionário .....	197
Apêndice 6 – Teste de avaliação das aprendizagens .....	201
Apêndice 7 – Proposta de correcção do teste de aprendizagens, domínio de análise, processos científicos e objectivos .....	209
Apêndice 8 – Guião de entrevista .....	214
Apêndice 9 – Análise de conteúdo das entrevistas aos alunos, em <i>focus group</i> .....	215
Apêndice 10 – Análise de conteúdo das entrevistas aos professores.....	219
Apêndice 11 – Entrevista exploratória ao professor doutor Luís Archer.....	221

## Índice de Anexos

Anexo 1– Programa curricular de Biologia e Geologia 11.º Ano – Unidade temática: evolução biológica.....	235
Anexo 2– Planificação didáctica da disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano ....	238





## Introdução

Desde a publicação da teoria da evolução até aos nossos dias, tem sido polémico o crédito depositado nos ensinamentos de Darwin. Com ele, um novo paradigma se apoderou da sociedade, coexistindo sempre com movimentos contra a evolução.

O evolucionismo tem sido, desde sempre, alvo de críticas apontadas por defensores criacionistas, em alguns casos conduzindo mesmo à proibição do ensino da evolução, nomeadamente da evolução humana, em escolas de alguns estados dos E.U.A. e à abolição do tema dos manuais de Ciências naturais utilizados na década de trinta nos liceus americanos. Acresce ainda referir o “Julgamento do Macaco”, como ficou conhecido o caso do professor Scopes, no estado de Tennessee, que ao arripio da Lei de Butler ensinou evolução nas suas aulas (Gaspar, 2007).

Nos programas portugueses das disciplinas de Ciências naturais do ensino básico e Biologia e Geologia do ensino secundário, o evolucionismo consta dos temas a tratar, no entanto, é suposto que seja tratado de modo superficial e incompleto, já que dele não consta a evolução humana e, para além disso, as orientações programáticas recomendam que se evite a abordagem pormenorizada e exaustiva das teorias da evolução e dos argumentos que as sustentam (Avelar, *et al.*, 2007; Levy, *et al.*, 2008; Ruse, 2009). Esta situação leva, só por si, ao levantamento de algumas interrogações em volta do assunto *evolucionismo versus criacionismo*.

A educação nas escolas passa pelo ensino da Ciência, mas uma preocupação de índole criacionista parece, no entanto, estar a emergir e pensa-se que na intenção de pretender colmatar alguma descrença implementada pela Ciência (Gaspar, 2007).

Face à possibilidade de o ensino da controvérsia evolucionismo vs criacionismo poder vir a integrar os programas da disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano do ensino secundário, surgiu a necessidade de clarificar como é tratado actualmente o evolucionismo nas escolas, mediado por conteúdos programáticos que visam uma abordagem pouco profunda do ponto de vista científico quanto à evolução das espécies.

A educação nas escolas passa pelo ensino da Ciência pois a importância que esta tem vindo a assumir na sociedade implica a formação de cidadãos cientificamente cultos e interventivos. A construção do conhecimento faz-se também pela compreensão dos conceitos fundamentais da Ciência. No caso concreto do conhecimento biológico, o conceito de evolução é considerado um dos seus pilares mais importantes. Desta forma,

pretendeu-se estudar este tema e indagar, em concreto, *Como é tratado pelos professores o tema evolução biológica na sala de aula?* e *Que aprendizagens são efectuadas pelos alunos sobre o tema evolução biológica?* Pretendemos descrever a realidade da sala de aula e contribuir para aprofundar a reflexão e a discussão em torno da forma como o evolucionismo contemplado no programa da disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano do ensino secundário, actualmente em vigor, é abordado na escola e que aprendizagens daí resultam. Desta perspectiva resultou o problema que serviu como ponto de partida para esta investigação, *Como é efectuado o ensino da evolução biológica em sala de aula com alunos do ensino secundário na disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, e que aprendizagens resultam dessa abordagem?*

Em termos estruturais, a presente dissertação encontra-se dividida em duas partes, para além da introdução, a parte I, o enquadramento teórico, e a parte II, o estudo empírico.

A parte I, enquadramento teórico, apresenta a revisão da literatura que suporta a investigação. Engloba o capítulo I que apresenta as teorias do ensino e da aprendizagem e o conhecimento do aluno; o capítulo II que fala sobre o conhecimento profissional do professor; o capítulo III que trata do ensino da evolução biológica nas escolas portuguesas e alguns estudos internacionais que foram efectuados neste âmbito.

Na parte II, estudo empírico, o capítulo I apresenta a metodologia, cujo enfoque recai sobre as opções metodológicas necessárias ao estudo empírico. O capítulo II trata da apresentação, análise e discussão de resultados, recolhidos por meio dos instrumentos de recolha de dados. O capítulo III apresenta as conclusões e limitações do estudo.

O relatório termina com a apresentação da bibliografia e de um grupo de Apêndices e Anexos ilustrativos da evolução do trabalho.

---

## **PARTE I- ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

---



## Capítulo I – Das Teorias do Ensino e da Aprendizagem ao Conhecimento do Aluno

*“O Homem é um animal dotado de um tipo peculiar de alma, a alma racional, que o capacita o poder de dizer o mundo.”*

*Aristóteles*

### 1- Teorias do Ensino e da Aprendizagem

A aprendizagem é uma construção pessoal, resultante de um processo experiencial, interior à pessoa e que se traduz numa modificação de comportamentos, aparentemente estáveis. O acto de aprender é um processo longo e faseado por etapas, é nada mais nada menos que uma construção pessoal.

Por construção pessoal, entende-se que nada se aprende se o que se pretende aprender não passar pela experiência pessoal de quem aprende, numa procura de equilíbrio entre o adquirido e o que falta adquirir através de mecanismos de assimilação e acomodação (Alarcão & Tavares, 2005).

A aprendizagem é uma característica inerente a todos os seres racionais. Muitas são as questões que ocasionam controvérsias entre os teóricos que a discutem. Entre estas questões destacam-se discussões sobre a sua natureza, os seus limites e o papel do aluno na construção do seu próprio raciocínio. As divergências em torno de tais aspectos têm feito surgir diversas teorias, que podem ser agrupadas em três abordagens fundamentais: a comportamentalista; a cognitivista e construtivista (Alarcão & Tavares, 2005).

#### 1.1 - Teorias Comportamentalistas

A abordagem comportamentalista analisa o processo de aprendizagem, através do comportamento que é observável, desconsiderando os aspectos internos que ocorrem na

mente humana em termos cognitivos e sociológicos. Essa abordagem teve como grande precursor o norte-americano John Watson é conhecida nos nossos dias também pelo termo que lhe atribuiu, o behaviorismo.

Para os behavioristas, o comportamento do indivíduo perante o meio que o cerca é objecto de análise, possui carácter observável e mensurável, o que permite estabelecer conexão científica ao positivismo (corrente de pensamento, do século XIX, que tinha como princípio fundamental a utilização do método experimental, quer para as Ciências experimentais quer sociais, com carácter empírico). Nesta acepção, o sujeito é estudado como produto das associações estabelecidas durante a vida, entre os estímulos do meio e as respostas manifestadas no seu comportamento (Alarcão & Tavares, 2005).

Apesar de Watson ter sido o grande precursor do behaviorismo, Skinner foi um dos behavioristas que teve os seus estudos amplamente divulgados e aplicados na educação. Skinner tinha como foco fundamental o estudo das relações funcionais entre o estímulo e a resposta, centrado na modificação, permanência ou extinção de um comportamento. A base da sua teoria está no conceito de condicionamento operante. No entanto, para que este fosse compreendido, Skinner fez a distinção entre dois tipos de comportamento: o reflexo e o operante. O comportamento reflexo corresponde ao tipo de resposta não voluntária do organismo a um estímulo do ambiente, que actua como reforço ao comportamento operante, e é responsável pelas acções dos sujeitos. Skinner considerou que agimos e operamos sobre o mundo em função das respostas e consequências que as nossas acções concebem. A principal tónica da teoria de Skinner é o conceito de reforço, reforço ao comportamento observável, podendo este ser positivo ou negativo, de acordo com a acção comportamental estabelecida. Todavia, foi nos conceitos de generalização e discriminação que a teoria do reforço foi compreendida como uma teoria da aprendizagem. Sendo a generalização, a capacidade de dar respostas semelhantes a situações semelhantes, e a discriminação, a capacidade de perceber as diferenças entre estímulos, administrando respostas diferentes a cada um deles. Ambos os conceitos são fundamentais no contexto de aprendizagem na sala de aula pois, em algumas situações, o aluno precisa generalizar, ou seja, transferir uma aprendizagem efectuada em determinadas situações para outras distintas; ou discriminar, dar uma resposta específica a um determinado estímulo (Alarcão & Tavares, 2005).

A teoria behaviorista de Skinner teve uma grande aplicabilidade na educação, e continua a ter, quando se efectua o controlo e organização de situações de aprendizagem num ensino pré-programado.

No entanto, nos anos 50, outras teorias emergiram em paralelo ou em oposição ao behaviorismo.

## **1.2- Teorias Cognitivistas e Construtivistas**

As teorias cognitivistas e construtivistas contrapõem-se ao behaviorismo, apesar de a abordagem cognitivista ter surgido quase no mesmo período que o behaviorismo. Enquanto o behaviorismo centra a sua atenção no comportamento humano, o cognitivismo coloca a tónica na análise da mente, no acto de conhecer. Pretende saber como o aluno desenvolve o seu conhecimento, analisando os aspectos que intervêm no processo de compreensão, transformação, armazenamento e utilização das informações, envolvidas no plano da cognição, sendo a cognição, o processo pelo qual, o mundo de significados tem origem. Os significados não são entidades estáticas, mas pontos de partida para a atribuição de outras significações que possibilitam a origem da estrutura cognitiva, sendo que as primeiras equivalências utilizadas são uma ponte para a aquisição de novos significados (Alarcão & Tavares, 2005).

O cognitivismo é, em grande parte sustentado nos trabalhos desenvolvidos por Jean Piaget e Lev Vygotsky. Estes autores não desenvolveram propriamente uma teoria da aprendizagem, mas os seus estudos permitiram que os teóricos da educação desenvolvessem uma teoria da aprendizagem, o denominado construtivismo.

O construtivismo possui raízes na epistemologia de “tradição interpretativa” racionalista e na psicologia cognitivista, centra-se na importância primordial do significado e do sentido que o sujeito atribui aos fenómenos que ocorrem no mundo em que se insere. Cada um interpreta o mundo em que vive de modo unívoco, ao invés de considerar o conhecimento “certo”. É neste sentido que o construtivismo se opõe ao empirismo e positivismo (D’Orey, 2008). É uma construção/reconstrução idiossincrática a partir de esquemas conceptuais já existentes na estrutura mental e que resultam das relações com o meio envolvente. O construtivismo considera que o sujeito tem um papel activo no processamento da experiência e das informações determinado por um referencial teórico preexistente (D’Orey, 2008).



As teorias e argumentos de importantes filósofos da Ciência, como Bachelard, Popper, Lakatos e Kuhn, e os trabalhos de psicólogos, como Piaget, Bruner, Ausubel e Vygotsky, serviram de fundamento a este paradigma do ensino e de aprendizagem.

Foi nos anos cinquenta do século passado que surgiram, a partir de vários trabalhos de psicólogos como Piaget, Bruner e Ausubel, as teorias cognitivistas que, ainda hoje, são as principais referências do cognitivismo. O cognitivismo defende que os sujeitos não são passivos na sua experiência, constroem estruturas para a interpretar. Consideram que a aprendizagem é um processo de mudança interno que resulta dos processos mentais de uma pessoa, em interação com as ideias e acontecimentos do ambiente. É consequência da capacidade mental daquele que aprende, que organiza as suas estruturas mentais em resposta à experiência que está vivendo, deste modo, estamos longe do objectivo do behaviorismo, pelo comportamento e pela aprendizagem como consequência automática de estímulos e reforços vindos do exterior (Neto & Almeida, 1990).

A experiência do mundo é percebida e organizada em estruturas, em esquemas de acção e configurações totais a que o aluno atribui um determinado significado. A aprendizagem não se baseia em associações de estímulo-resposta como os behavioristas defendiam mas, sim, numa mudança na estrutura cognitiva do sujeito na maneira como ele percebe, selecciona e organiza os objectos e acontecimentos e lhes atribui um significado (Alarcão & Tavares, 2005).

Nesta perspectiva, o aluno não é um ser passivo, mero receptor dos estímulos exteriores, mas um agente activo, capaz de criar o seu próprio mundo e de se encontrar em evolução contínua, como resultado da experiência que vai adquirindo (Alarcão & Tavares, 2005).

Tal como já foi referido, um autor muito importante na linha cognitivista, cujos trabalhos foram muito significativos nesta corrente, foi Jean Piaget. Piaget fixou-se nos processos cognitivos (do conhecimento) e procurou encontrar um modelo capaz de explicar a sua génese, a sua estrutura e as suas transformações.

Este modelo foi construído a partir de uma matriz sensório-motora, em que todo o processo é conduzido por esquemas de acção no sistema operativo de toda a inteligência, como se de uma espiral se tratasse, espiral que apresenta estruturas que assentam em estádios ou sub-estádios de desenvolvimento. Trata-se, pois, de um

construtivismo estrutural, que em cada estágio em que o indivíduo se encontra resolve um determinado número de problemas e executa um determinado número de tarefas através dos mecanismos de assimilação/acomodação/equilíbrio (Printhall & Collins, 1994). Piaget (citado em Alarcão & Tavares, 2005) refere que “é na continuidade da assimilação que os esquemas se formam, se multiplicam, se assimilam reciprocamente, se coordenam, se organizam finalmente numa estrutura esquemática de conjunto que define a inteligência sensório-motora” (p.63).

Para Piaget, a aprendizagem é um processo normal, harmónico e progressivo, de exploração, descoberta, reorganização mental, em busca do equilíbrio da personalidade (Alarcão & Tavares, 2005).

Na linha do cognitivismo construtivista, surge Jerome Bruner, cujo pensamento, influenciado pelos propósitos de Piaget e também pelos propósitos de Vygotsky, tem sido de extrema importância para a compreensão dos processos de aprendizagem.

Bruner apresenta uma teoria da aprendizagem fortemente influenciada pelos estudos cognitivistas de Piaget, mas intimamente ligada aos contextos culturais onde a aprendizagem ocorre, neste caso fortemente influenciada pelos estudos de Vygotsky. Bruner refere-se à sua teoria da aprendizagem como sendo de carácter instrumentalista, embora, à semelhança de Piaget, coloque a maturação e a interacção no sujeito, considerando o meio, o centro do processo de desenvolvimento e da formação do sujeito, sublinhando ainda o carácter contextual dos factos psicológicos. A ênfase é colocada na influência do contexto social no processo de desenvolvimento e de formação, o que torna a teoria de Bruner mais abrangente do que a teoria de Piaget, uma vez que contempla a transmissão social, o processo de identificação e a imitação no processo de desenvolvimento e formação. O carácter desenvolvimentista da teoria de Bruner mantém-se, graças à tónica que coloca na capacidade que cada pessoa tem para se auto-regular (Bruner, 2000).

Um outro aspecto que diferencia a teoria de Bruner da teoria de Piaget é o papel que o primeiro concebe à cultura, à linguagem e às técnicas como meios que possibilitam a emergência de modos de representação, levando-o a afirmar que o desenvolvimento cognitivo será tanto mais rápido quanto melhor for o acesso da pessoa a um meio cultural rico e estimulante (Bruner, 2000). Neste sentido, pode afirmar-se que Bruner se aproximou mais dos propósitos de Vygotsky.

Para Bruner, a linguagem possui um papel amplificador das competências cognitivas da criança, ajudando-a a uma maior interação com o meio cultural. A teoria de Bruner incorpora de forma coerente as contribuições do maturacionismo e os contributos do ambientalismo, pois é através destes que a criança organiza os diferentes modos de representação da realidade, utilizando as técnicas que a sua cultura lhe transmite. O desenvolvimento cognitivo da criança depende da utilização de técnicas de elaboração da informação, com o fim de codificar a experiência, tendo em conta os vários sistemas de representação ao seu dispor (Bruner, 2000).

Neste sentido, para Bruner, o mais importante é o como se aprende do que o que se aprende, é mais importante aprender os processos do que os produtos da aquisição de conhecimento (D'Orey, 2008). O conhecimento adquire-se a partir de problemas que se levantam, expectativas que se criam, hipóteses que avançam e verificam, descobertas que se realizam. Todo este conhecimento é organizado por categorias e relacionado com o que previamente já foi adquirido e que se encontra armazenado no cérebro (Alarcão & Tavares, 2005), com vista à construção de conhecimentos. Bruner remete para o facto de o aluno aprender melhor se for ele próprio a descobrir as ideias e estruturas fundamentais daquilo que estuda (D'Orey, 2008).

Nesta acepção de aprendizagem, compete ao professor criar situações problemáticas que incentivem os alunos, através do método indutivo, a encontrar soluções para os problemas, o que poderá ajudar os alunos a melhor integrar os conhecimentos, proporcionando-lhes experiências que visam o desenvolvimento de aprendizagens através da valorização das suas experiências. O cerne está subjacente à ideia de que é possível ensinar tudo aos alunos, desde que se utilizem procedimentos adaptados aos estilos cognitivos e às necessidades dos mesmos.

Para Bruner, a aprendizagem é feita por descoberta e possui um papel muito importante no processo educativo. No contexto das Ciências biológicas, privilegia-se a aprendizagem por descoberta, através de actividades experimentais. É o chamado ensino por descoberta que pressupõe actividades de pesquisa, observação e exploração, análise de problemas e resultados, integração de novos dados em conceitos já adquiridos, explicações de causa e efeito que possibilitem estabelecer relação (Alarcão & Tavares, 2005).

Outro autor cujos trabalhos foram relevantes nesta perspectiva teórica, foi David Ausubel.

Ausubel dedicou-se às aprendizagens significativas ou compreendidas, conceito este que se opõe às aprendizagens mecânicas ou memorizadas. Ausubel descora o ensino expositivo, afirmando que as aprendizagens que daí resultam são receptivas, memorizadas ou mecânicas. Enquanto que as aprendizagens realizadas através do ensino por descoberta são dinâmicas, significativas ou compreendidas, chegando mesmo a propor quatro tipos de aprendizagens (Alarcão & Tavares, 2005):

a) *aprendizagens por recepção significativa ou compreendida* em que o professor organiza a matéria a ensinar de uma forma lógica e ao apresentá-la ao aluno, relaciona-a com os conhecimentos que este já possui de tal modo que o aluno possa perceber o que está a aprender e integrar os novos conhecimentos na sua estrutura cognitiva já existente;

b) *aprendizagem por recepção mecânica ou memorizada* em que o professor apresenta a matéria de tal forma que o aluno apenas tem de a memorizar;

c) *aprendizagem pela descoberta significativa ou compreendida* em que o aluno descobre o conhecimento por si próprio, chega à solução de um problema que se lhe coloca e relaciona o conhecimento adquirido com os conhecimentos que já possuía;

d) *aprendizagem pela descoberta mecânica ou memorizada* em que, apesar de chegar por si próprio à descoberta da solução de um problema, o aluno depois apenas memoriza de um modo mecânico sem integrar na estrutura cognitiva que já possuía.

Não descorando outros modelos, tal como o modelo expositivo e o modelo por descoberta, Ausubel propôs um modelo em que o professor funciona como um organizador do processo de ensino e de aprendizagem. O autor refere o professor como um organizador da aprendizagem, e defende que o aluno deverá ter sempre presente os conhecimentos previamente apreendidos. Propõe organizadores avançados ou prévios, como os sumários no final das lições e questionários de revisão como auxiliares que ajudam a criar expectativas, a sintetizar os novos elementos aprendidos e a integrá-los nos conhecimentos já existentes (Alarcão & Tavares, 2005).

O conceito central da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa, que consiste numa nova informação que se ancora em conceitos ou proposições relevantes, pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, modificando-a. A aprendizagem ocorre quando a nova informação se relaciona de maneira substantiva e não arbitrária à estrutura cognitiva do aprendiz e é o modo pelo qual o indivíduo adquire e armazena uma grande quantidade de informações e ideias de qualquer tipo de conhecimento (Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009).

Para efectuar a aprendizagem significativa é importante que o aluno tenha disposição para aprender. Moreira (citado por Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009) relata ainda que para averiguar se a compreensão dos conteúdos foi efectuada de modo significativo é necessário que os professores disponibilizem aos seus alunos questões e problemas que não sejam familiares pois elas requerem dos alunos uma transformação máxima do conhecimento adquirido por eles.

Nesta acepção, Ausubel distingue a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta. Quando a actividade escolar permite ao aluno relacionar a informação recebida ou o conhecimento de si próprio com os conhecimentos que já possuía previamente, trata-se de uma aprendizagem dinâmica. Fala-se de uma aprendizagem por recepção significativa, ou aprendizagem por descoberta significativa. Se, pelo contrário, o aluno se limita a memorizar conteúdos, regista-se uma aprendizagem mecânica (Neto & Almeida, 1990).

Todas estas teorias cognitivistas possuem princípios psicopedagógicos, que se preconizam na motivação, desenvolvimento de expectativas, conhecimento intuitivo, compreensão, relação do novo com o adquirido, sistematização e transferência de conhecimentos para situações novas e idênticas. As técnicas de ensino privilegiadas nestas correntes passam pelo ensino por descoberta, questionários orientadores e de revisão, esquemas, estudo de caso, apresentação de objectivos e introduções.

Ainda comparando Piaget e Ausubel, podemos dizer que integram o paradigma construtivista. O construtivismo de Piaget está voltado para aspectos formais, aspectos gerais da construção cognitiva e não tanto para os aspectos específicos do “conteúdo do pensamento”, ao contrário de Ausubel que incorpora tanto os conteúdos específicos como as estruturas organizativas (Neto, 1995). Piaget estabelece como factor determinante o processo de aprendizagem e construção dos novos conhecimentos, assim como o nível de desenvolvimento cognitivo do sujeito (os seus esquemas e as operações lógicas). Ao contrário, Ausubel coloca como factor decisivo o papel das estruturas cognitivas, a lógica dos conteúdos específicos e a sua natureza, tendo em conta aprendizagens anteriores (D’Orey, 2008).

Outro autor, cujo pensamento foi muito influente na compreensão da aprendizagem, foi Vygotsky. Este autor defendeu que a actividade escolar depende da interacção do

aluno com outros alunos e com os adultos. Estes servem de guia, de orientadores da aprendizagem necessária para o crescimento intelectual.

Enquanto Vygotsky vê a interação social como a pedra angular para o desenvolvimento cognitivo, Ausubel parte da premissa que para se realizar aprendizagem, deve identificar-se aquilo que o aprendiz já sabe, e ensinar a partir disso, sendo este o factor isolado é o que mais influencia no resultado da aprendizagem.

Contudo, mesmo que os conhecimentos não possuam o mesmo significado para os sujeitos que se encontram em níveis de cognição diferentes, de acordo com Vygotsky o avanço cognitivo ocorre na interação social entre esses sujeitos e essa deve ocorrer na Zona de Desenvolvimento Próximo (Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009).

A Zona de Desenvolvimento Próximo é definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, medido pela capacidade de resolver problemas independentemente e o seu nível de desenvolvimento potencial, medido através da solução de problemas sob orientação ou colaboração com companheiros mais capazes (Leontiev, Luria, & Vygotsky, 2005). Ou seja, a ZDP pode definir-se como sendo um espaço em que, graças à interação e à ajuda dos outros, uma pessoa pode realizar uma tarefa com um nível que não seria capaz de realizar individualmente. A ZDP marca a distância entre o nível de desenvolvimento efectivo – o que o aluno consegue fazer sozinho e o que pode fazer com a ajuda dos outros – e o nível de desenvolvimento potencial. A ZDP traduz a capacidade de aprendizagem dos alunos e marca o espaço próprio para a intervenção educativa. Na opinião de Neto, (1995) a zona de desenvolvimento proximal prevê “a dinâmica do desenvolvimento” uma vez que se “tem em conta não só o que a criança já sabe realizar mas também aquilo que está em vias de conseguir fazer” (p.176).

Para Vygotsky o desenvolvimento cognitivo depende também do contexto social, histórico e cultural, onde a sociedade cria instrumentos e sistemas de signos ao longo da sua história e se afere a interiorização dos mesmos, efectuando-se o desenvolvimento cognitivo (D’Órey, 2008). Neste sentido, a interação social, na perspectiva Vygotskyana, é o veículo para a transmissão dinâmica do conhecimento social, histórico e culturalmente construído. Assim, para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo é a transformação das relações sociais em funções mentais (Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009; Leontiev, Luria, & Vygotsky, 2005).

Todos estes autores prestaram preciosos contributos para a compreensão da aprendizagem. Piaget alertou para a importância das representações das crianças,

Ausubel defendeu uma aprendizagem baseada no conhecimento prévio dos alunos e Bruner e Vygotsky colocaram em evidência o papel da socialização na aprendizagem (Fialho, 2005). A abordagem de Piaget é o cerne do construtivismo cognitivo e Vygotsky, construtivista social, colocou ênfase no papel desempenhado pela criança, em interação com o meio social.

Em suma, para a concretização do ensino, é necessário que os modelos, métodos e teorias aplicados para o desenvolvimento deste processo em sala de aula sejam adequados aos alunos e ao estágio de desenvolvimento em que os mesmos se encontram. Para estruturar o processo de ensino e aprendizagem é comum utilizar procedimentos que provêm de todas ou quase todas as teorias abordadas.

É na articulação destes princípios gerais do ensino e aprendizagem e nos princípios específicos inerentes à situação concreta do ensino e aprendizagem, tendo em conta a estrutura do sujeito e da tarefa, o tipo de aprendizagem a desenvolver e as estratégias de ensino, aprendizagem, e avaliação mais adequadas, que reside a arte e a Ciência de ensinar (Alarcão & Tavares, 2005). Neste processo, o professor terá de criar condições de aprendizagem, tendo em conta os objectivos do ensino, as competências a atingir, optando por recursos e estratégias eficazes para a construção das aprendizagens. Caberá também ao professor avaliar e medir as aprendizagens e conhecimentos efectuados bem como os objectivos e competências adquiridos.

## **2- Construtivismo e Mudança Conceptual**

A abordagem cognitivo/construtivista é considerada um dos paradigmas emergentes, um modelo de aprendizagem das Ciências<sup>1</sup> (Mintzes, Wandersee, & Novak, 1998). Estudos diversos, na área da Psicologia e Epistemologia contemporânea, desde Bachelard, Kuhn, Feyrabend até às aceções construtivistas de Kelly, passando pelos trabalhos de Piaget ou Vygotsky, reforçam o valor das concepções construtivistas sobre o ensino e a aprendizagem em Ciências (D'Orey, 2008).

Neto (1995) refere que o construtivismo é hoje considerado a filosofia dominante no campo do ensino e da aprendizagem das Ciências.

---

<sup>1</sup> O termo Ciências é utilizado neste trabalho como designando o conjunto das chamadas Ciências físico-naturais.

A nova perspectiva cognitivo/construtivista pode ser considerada como um modelo da aprendizagem híbrido entre as posições assumidas por Piaget e Ausubel. Piaget preocupa-se como a criança constrói o conhecimento, assinalando a importância dos processos individuais de auto-regulação e o nível de desenvolvimento mental, independentemente do contexto e do conteúdo da aprendizagem, enquanto Ausubel valoriza aspectos ligados aos processos de aquisição do conhecimento e reconhece a importância do conhecimento anterior na aquisição e estruturação do novo, salientando a importância do contexto e do conteúdo da aprendizagem e a estrutura cognitiva do sujeito (Mintzes, Wandersee, & Novak, 1998; D’Orey, 2008).

Nesta perspectiva, pretende-se que o aluno aprenda determinados conteúdos, mas também que aprenda a aprender para ganhar cada vez mais uma maior autonomia nas suas aprendizagens (D’Orey, 2008).

Podemos dizer que o construtivismo conduz à mudança conceptual pois enfatiza processos de aquisição de conhecimento, como uma construção e reorganização de esquemas com estrutura própria (D’Orey, 2008).

Portanto, é importante conhecer as concepções que os alunos possuem acerca de um determinado conteúdo, para que se possa planear o ensino e intervenção do professor, centrado na aprendizagem.

As teorias defendidas nos anos noventa, do século passado, relativamente à mudança conceptual na aprendizagem, não dizem apenas respeito a mudanças nos conteúdos conceptuais, mas também a mudanças no sistema cognitivo para se poder aprender esses conteúdos (Oliveira, 1991). Nestas acepções, a comparação e o desequilíbrio e as estratégias de desestruturação, além de levarem os alunos à consciencialização do que já sabem, deveriam habituá-los a desconfiar desse saber, destabilizando as suas concepções, neste sentido, seria útil o recurso a conflitos cognitivos que desmontem ideias aparentes ou hábitos de pensar (Oliveira, 1991). Para os teóricos dos anos noventa, do século passado, mudar os conceitos dos alunos para as perspectivas dos cientistas era difícil, cabia ao aluno a responsabilidade de aprender a desaprender para aprender a voltar a aprender e de aprender estratégias mentais que utiliza quando aprende, para «agarrar» a lógica do erro e descobrir a lógica da descoberta. Mas, seria tarefa do professor a escolha de estratégias de ensino cognitivas e metacognitivas, bem como os recursos didácticos que permitam ao aluno desencadear tais actividades mentais (Oliveira, 1991).



Hoje, mediante uma perspectiva construtivista, continua a ser tarefa do professor a escolha de estratégias e recursos didáticos, mas defende-se que o processo de aprendizagem tem de tomar como ponto de partida as concepções, pois só assim é possível a construção de novos significados, novos conceitos, mais próximos dos estabelecidos pela comunidade científica. O conhecimento é uma estrutura idiossincrática e hierarquicamente organizada de conceitos inter-relacionados que é “construída” pelos alunos de Ciências, ao longo do tempo. A construção de uma estrutura conceptual única é um processo activo que exige a ligação consciente de novos conhecimentos a conhecimentos já existentes, e a sua testagem face às percepções dos próprios objectos ou fenómenos do mundo real e face ao conhecimento construído por outros (Mintzes, Wandersee, & Novak, 1998).

Sabemos que o conhecimento se adquire mediante um processo auto-estruturante, em que a aprendizagem é um processo activo por parte do aluno, que requer a vontade de interpretação do novo, a vontade de utilizar o que já se sabe para entender o que se desconhece, construir uma estrutura e um corpo de conhecimento mais rico. Devem, então, os professores possibilitar que os alunos aprendam a aprender, levando a cabo o processo de auto-estruturação dos novos conhecimentos, de modo significativo, só assim a mudança conceptual poderá ser assumida como uma concepção de aprendizagem da Ciência (D’Orey, 2008).

Mudar os conceitos e atitudes face a determinada situação também implica um desequilíbrio nas percepções e representações do sujeito. Uma representação é a figuração de alguém e de alguma coisa, refere-se a um objecto e possui um conteúdo. O alguém que a formula é um sujeito social, imerso em condições específicas no seu espaço e tempo (Arruda, 2002). A autora propõe três grandes ordens de factores a serem levados em conta como condições de produção das representações: a cultura, tomada no sentido amplo e no mais restrito, a comunicação e linguagem (intra-grupo, entre grupos e de massas), e a inserção sócio-económica, institucional, educacional e ideológica (Arruda, 2002).

As condições de produção da representação afirmam com veemência a marca social das representações, assim como o seu estatuto epistemológico marca a sua função simbólica, os processos e estados, e o seu carácter prático. Vemos dessa forma como a representação social encadeia acção, pensamento e linguagem nas suas funções primordiais de tornar o não-familiar conhecido, possibilitar a comunicação e obter

controlo sobre o meio em que se vive, para compreender o mundo e as relações que nele se estabelecem. Moscovici (citado em Arruda, 2002) afirma que a representação social é um corpus organizado de conhecimentos, é uma das actividades psíquicas graças às quais os homens tornam a realidade física e social inteligível, inserindo-se num grupo ou numa relação quotidiana de trocas, libertando o poder da sua imaginação.

A interpretação que um indivíduo faz de um objecto do meio, permite-lhe construir uma percepção desse objecto, em função do seu estado, da sua cultura e experiências anteriores. A percepção é o objecto central do pensamento, são ideias e impressões que resultam do conhecimento empírico, do sensível, através da experiência. As impressões são as percepções originárias, que se apresentam com maior força e vivacidade, as sensações, paixões e emoções, enquanto as ideias são as imagens enfraquecidas que a memória produz a partir das impressões (Hume, 2000).

Em traços gerais, o construtivismo encerra a ideia de que tanto os indivíduos como os grupos de indivíduos constroem significados, percepções e representações acerca de como funciona o mundo, os quais mudam ao longo do tempo, o que requer uma reorganização dos saberes pré-existentes (Cid, 2004).

### **3 – Conhecimento Científico e Conhecimento do Aluno**

A Ciência tem permitido ao homem alargar os seus conhecimentos, compreender os fenómenos que o rodeiam, contribuir para soluções, aperfeiçoando, assim, a relação dos indivíduos entre si e destes com a natureza. Para tal, o homem tem utilizado métodos e técnicas que lhe têm permitido obter um conhecimento bem estruturado e racional, a partir de factos e dados de que dispõe para estudar a natureza. Este tipo de conhecimento é adquirido por intermédio de treino, seguindo métodos próprios que procuram a verdade. Caracteriza-se por ser factual, sistemático, verificável, construído passo a passo e embora seja falível é o mais exacto de que dispomos. Falamos pois, do conhecimento científico, que em geral se opõe ao conhecimento do senso comum, dito espontâneo; este último, transmitido de geração em geração, através da educação informal, baseado na imitação e na experiência pessoal, sendo por isso um conhecimento mais superficial, subjectivo e sensitivo, não sistemático e falível.

Estes dois tipos de conhecimentos resultam de conceitos que se encontram relacionados, de certa forma, com os conhecimentos prévios dos alunos (Neto, 1998).

Os conceitos que os alunos assimilam naturalmente, através da sua interacção com o meio físico, social e cultural – são conceitos espontâneos (que podem estar na origem das concepções alternativas) - e os conceitos que os alunos adquirem de forma formal e sistemática na escola – são conceitos científicos (Neto, 1995). Estes últimos estão sempre sujeitos a um longo processo de desenvolvimento e maturação.

As concepções espontâneas são explicadas por Vygotsky através da interacção social do aluno com o meio que o envolve e das experiências que daí resultam.

Para Vygotsky (citado em Neto, 1998), os conceitos científicos desenvolvem-se mais rapidamente do que os conceitos espontâneos correspondentes, quando são proporcionadas ao aluno experiências de ensino e de aprendizagem. Os conhecimentos científicos, por resultarem de um processo formal de cooperação, podem seguir um percurso que vai do abstracto ao concreto, das definições verbais à realidade fenomenológica, desenvolvendo-se a um nível de compreensão mais consciente, mais metacognitivo, o que estimula a capacidade reflexiva e metacognitiva dos alunos. Coloca-se a tónica na importância da escola como veículo para o pensamento abstracto e desenvolvimento da capacidade metacognitiva, com o auxílio da interacção linguística com o meio e indivíduos que com os alunos interagem, desenvolvendo a capacidade de aprender a aprender. Os conceitos espontâneos, por resultarem de situações informais de aprendizagem, vão do concreto ao abstracto, tornando-se mais difícil a sua definição em situações mais formais, pois implicam sempre grande dose de elementos cognitivos de ordem tácita, saturados de experiência, resultante de factores culturais (Neto, 1995).

O conhecimento científico tem permitido à sociedade um inegável avanço tecnológico e económico, a melhoria das condições sociais e humanas e tem permitido também a progressão do desenvolvimento científico.

São os métodos pelo qual o desenvolvimento científico acontece e os conhecimentos ampliados da Ciência, o fulcro da educação em Ciências.

Os currículos são, por vezes, associados a concepções incoerentes e desajustadas, geralmente de natureza empirista e indutivista, que se baseiam numa justificação do conhecimento a partir dos dados fornecidos pela experiência sensível e defendem o uso sistemático e exclusivo da indução como método científico – concepções há muito postas em causa pelos filósofos da Ciência e em completa dissonância com o que a literatura contemporânea defende no que diz respeito à produção científica e à ideia de Ciência (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Cid, 2004).

Durante muito tempo, a Ciência foi aquilatada de maneira imprópria e desajustada ao seu conteúdo. Foi Karl Popper que veio contribuir decisivamente para um entendimento de Ciência que progride por conjecturas e refutações, cujas teorias se mantêm apenas enquanto conseguem resistir aos testes e nenhuma melhor a substitua. A Ciência é, neste quadro, encarada como uma actividade dinâmica, de significação cultural profunda, numa busca constante da verdade mas não de certezas absolutas, na tentativa de resolver problemas e onde a imaginação e a intuição jogam um papel importante na criação de conceitos e teorias, sempre de estatuto provisório (Cid, 2004).

As teorias científicas traduzem as relações entre os conceitos, as representações e pontos de vista das comunidades científicas da sua época, numa necessidade incessante de justificar as observações levadas a cabo por uma prática direccionada para objectivos que permeiam uma causa, envolvendo procedimentos hipotético-dedutivos, sendo depois apoiada ou não, em termos funcionais, pela observação e pela experimentação com que se confrontam. A hipótese, sob este ponto de vista, adquire um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, servindo de guia à pesquisa científica (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Cid, 2004). A hipótese é criada, mas só depois de validada é que será incorporada no corpo de conhecimentos científicos, até surgirem outras que desequilibrem o sistema cognitivo, através de novas aceções acerca dos assuntos em experimentação.

Nas actividades de sala de aula, os alunos deveriam perceber as várias fases de trabalho científico e saber distingui-las, por exemplo, a criação da validação de hipóteses. É importante que os mesmos percebam que a confirmação positiva de uma hipótese não implica que ela seja verdadeira, o que é um bom avanço na compreensão da natureza da Ciência. Os alunos poderão, assim, ser levados a compreender que em Ciência não basta criar conhecimento novo; este tem de resistir à crítica e à comprovação por parte de outros praticantes, exercendo a comunidade científica controlo sobre a actividade dos seus membros e sobre a legitimação do conhecimento científico (Cid, 2004). Os alunos deveriam ainda ser levados a compreender que estes métodos científicos são um caminho, mas não são lineares, os métodos são vários e dependem de circunstâncias particulares, mudando e desenvolvendo-se à medida que mudam os conhecimentos teóricos e as técnicas (Cachapuz, 1995; Cid, 2004).

A compreensão dos métodos usados ao longo da história das Ciências pode mesmo ser fundamental para evidenciar a complexidade da construção dos conceitos científicos

(inclusivamente algumas das contradições internas dessa própria construção), as razões da mudança e a evolução da própria Ciência ao longo do tempo (Cachapuz et al., citados em Cid, 2004).

Relativamente a este aspecto, Cid (2004) refere que:

A história da Ciência surge, por conseguinte, como um importante recurso didáctico ao serviço da epistemologia, já que, pela análise de casos históricos, os alunos poderão aperceber-se do caminho sinuoso e incerto que as teorias e os processos têm percorrido ao longo do tempo, da natureza provisória da explicação científica e da interdependência social e política da evolução científico-tecnológica. (p. 54)

A história da Ciência pode, sob este ponto de vista, ter uma dimensão metacognitiva de relevo, ao ajudar os alunos a reflectir sobre os seus próprios processos de pensamento e sobre as suas concepções. O questionamento e a problematização dos conhecimentos dos alunos, no sentido de os levar a corroborar ou refutar as suas próprias ideias, pode ser uma forma de viverem a prática científica, através de um caminho de reflexão em confronto com observações, experimentações e a própria história da Ciência. (p. 55)

A construção do conhecimento por parte dos alunos é, em parte, comparável à construção do conhecimento científico, no sentido em que exige mudanças profundas de natureza conceptual, metodológica e atitudinal (Gil Pérez, citado em Cid, 2004), podendo a história da Ciência jogar um papel de grande relevo nessa direcção. No dizer de Cachapuz et al., (citado em Cid, 2004), com a história da Ciência importa o seguinte:

1. Criar oportunidades para os alunos se consciencializarem da natureza do conhecimento científico como sendo não definitivo e também como os conceitos e as teorias mudam.
2. Ajudar ao questionamento da exigência de princípios objectivos e únicos, centrados apenas numa racionalidade lógica.
3. Evidenciar o papel relevante que a comunidade científica possui na legitimação do conhecimento científico, bem como as resistências que, quase sempre, os cientistas colocam à mudança de “paradigma”. Trata-se de relevar que a Ciência é uma construção humana e um empreendimento antropológico-cultural (...) (p. 55).

O conhecimento científico é instrumental, provisório e replicável, conjuga teorias e métodos, procurando assim, explicações mais aproximadas da realidade.

Muitas vezes, o conhecimento proveniente do senso comum, de saberes sociais imperantes numa determinada época, também denominado conhecimento do senso comum ou do quotidiano, está presente no ensino e na aprendizagem das Ciências e é visto de forma diferente pelos alunos. Podemos afirmar que os alunos, quando chegam à escola, já possuem uma bagagem de conhecimentos sobre determinados aspectos, construídos através da sua experiência como membros de uma sociedade, em constante interacção com o meio. Esses conhecimentos apesar de não serem em geral correctos cientificamente, aparecem de forma lógica aos sentidos e funcionam como ponto de

partida para o ensino e aprendizagem, sendo por isso denominadas por alternativas (Cid, 2004).

Neste sentido, a aprendizagem é vista como uma construção do conhecimento, na qual os conhecimentos prévios jogam um papel determinante em todo o processo. Podemos dizer que, a aprendizagem proveniente do conhecimento científico é ancorada em modelos que têm como objectivo proporcionar ao aluno a melhor forma de aprender.

Em Ciência, são utilizados modelos de ensino e aprendizagem que se baseiam em paradigmas científicos, intimamente ligados à educação e que preconizam o conhecimento científico como produto final da acção.

Um modelo parte de um paradigma ou conjunto de paradigmas científicos aplicados à educação. Serve como referência para orientar o processo de ensino e de aprendizagem e estabelecer o caminho para o alcance do conhecimento científico.

Relativamente ao ensino da Biologia, pode citar-se o modelo de pesquisa ligado às Ciências biológicas, desenvolvido por Joseph Schwab (Oliveira, 1991), em que são reproduzidos os métodos utilizados pelos biólogos.

Outros modelos, porém, têm contribuído para o ensino das Ciências, neste caso da Biologia e Geologia, sendo eles o modelo de desenvolvimento cognitivo baseado na teoria de Jean Piaget, o do conhecimento dos conceitos de Jerome Bruner, e o da mudança conceptual de David Ausubel, por exemplo.

A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade, para além de valorizar a informação factual relacionada com os problemas daquela interacção, coloca desafios aos professores, na medida em que terão de formar os alunos no domínio do conhecimento académico mas também no desenvolvimento de competências para a resolução de problemas contemporâneos, estimular a criatividade, responsabilidade e a auto-aprendizagem (Oliveira, 1991).

A utilização diária dos mesmos métodos e modelos de ensino pode conduzir a um ensino monótono, entediante e pouco profícuo, pois apela à memorização de conceitos e de conhecimentos, não conduz à interligação entre os conhecimentos de modo a permitir a compreensão profunda dos mesmos.

O ensino da Biologia pode não ser rotineiro se pretendermos que os alunos detenham conhecimentos e aprendizagens verosímeis, aplicáveis à sua realidade, numa perspectiva de literacia científica.



## Capítulo II – Conhecimento Profissional do Professor

*“Todos são dotados da mesma natureza humana, apesar de terem inteligências diversas. A diversidade das inteligências é tão somente um excesso ou deficiência da harmonia natural.*

*Deve-se ensinar tudo, a todos”.*

*Comenius*

### 1 – Pedagogia e Didáctica

A investigação educacional tem vindo a proporcionar ao longo dos anos um conhecimento detalhado e profundo de temas educacionais importantes, nomeadamente, práticas e metodologias utilizadas pelos professores em contexto de sala de aula, onde se integram as estratégias e os recursos didácticos como âncora do processo de ensino e aprendizagem, falamos pois de didáctica e de pedagogia, dois campos difíceis de caracterizar e distinguir.

Pedagogia é vista, segundo Altet (2000), como sendo: o espaço onde o professor opera na sua prática a transformação da informação em saber, pela comunicação na sala de aula; a gestão interactiva global dos fluxos de informações e acontecimentos na aula; a realização da planificação pré-estabelecida das actividades e da metodologia; a progressão da aula e as tomadas de decisões interactivas devidas às adaptações entre os actores no contexto e no tempo real da aula. Para Mialaret (citado em Altet, 2000) pedagogia “é a reflexão sobre a acção educativa” (p.18). Com o aparecimento das Ciências da educação, a pedagogia e as Ciências pedagógicas aparecem como as Ciências que estudam a relação pedagógica e o próprio acto educativo, àrea em que têm sido efectuadas investigações educacionais de valor significativo para a educação, em que opera a articulação entre o acto de ensinar e o acto de aprender, numa relação de interdependência entre professor e aluno, estamos neste caso centrados no cerne do acto educativo escolar, onde o professor é preferencialmente o centro das atenções (Altet, 2000). Mas como se sabe, é importante também conhecer o conteúdo didáctico e o aluno em contexto de aprendizagem, por isso, a didáctica, enquanto ramo das Ciências



da educação, debruça-se em particular sobre: a matéria ensinada, o conhecimento dos conteúdos a ensinar, a construção dos conteúdos disciplinares e metodológicos, a natureza profunda da disciplina ensinada, sentido epistemológico; a aquisição de conteúdos na aula, a forma como os alunos os utilizam, se apropriam deles e a forma como os representam, sentido psicológico e cognitivo (Altet, 2000). Neste caso, o foco está centrado nos processos e no aluno como elemento fundamental no processo de ensino e de aprendizagem.

Segundo Hitchcock e Hughes (citados em Sá, 2000), a investigação educacional tem como finalidade desenvolver formas de melhorar a eficácia das escolas, adequando as suas respostas às mudanças sociais. É também esta a finalidade da didáctica das Ciências, centrada no processo de ensino e de aprendizagem no contexto de sala de aula (p.14).

A didáctica, tal como outros ramos das Ciências da educação, possui autonomia no campo da investigação, com investigação pedagógica própria de características especiais, que permite efectuar a ligação entre a teoria e a prática pedagógica. Nestes termos, a didáctica das Ciências, em particular da Biologia numa acepção de estudo e reflexão de procedimentos, métodos, técnicas e recursos específicos, conduz à eficaz transferência de conhecimentos e aquisição de aprendizagens do conhecimento biológico, tendo em atenção o aluno, como ser activo, cognitivo, afectivo e social e o professor no seu contexto profissional (Oliveira, 1991).

Em suma, a investigação em educação, mais especificamente em didáctica, procura estudar quais as melhores estratégias programáticas numa dada disciplina, lidando com alunos e professores na sala de aula. Integra-se na investigação pedagógica, de cariz mais lato, visa a educação no seu todo, contribuindo para o aumento dos conhecimentos científicos sobre a melhoria dos processos educacionais (Sousa, 2009).

É nesta perspectiva de interacção entre pedagogia e didáctica que se têm vindo a desenvolver investigações na área da educação. Mas nem sempre a educação teve esta acepção. No nosso ponto de vista, tem havido uma maior preocupação com o contexto social, económico e educativo do aluno, e a influência que estes exercem na aquisição de aprendizagens. Esta preocupação tem levado a uma atitude mais reflexiva que visa a mudança das práticas pedagógicas implementadas pelos professores em sala de aula. Contudo, para isso é necessário que os professores reflectam sobre as suas práticas e possuam um conhecimento didáctico muito profundo dos conteúdos a leccionar e dos alunos em concreto. Dewey (citado em Alarcão, 1996) denomina como pensamento

reflexivo a melhor maneira de pensar e define-o como sendo “a espécie de pensamento que consiste em examinar mentalmente o assunto e dar-lhe consideração séria e consecutiva” (p. 45).

## **2- O Conhecimento Didático e Pedagógico do Professor**

O conhecimento didático aparece como elemento central do conhecimento do professor, representa a combinação adequada entre o conhecimento da matéria a ensinar e o conhecimento pedagógico e didático de como ensinar (García, 1999).

Ao criticar a ênfase dicotômica presente na formação e acção dos professores em torno de dois eixos tradicionais (conhecimento específico e conhecimento pedagógico), Shulman (1986) introduziu um terceiro eixo (conhecimento do conteúdo no ensino), o qual compreende: conhecimento sobre a matéria a ser ensinada; conhecimento didático da matéria; e conhecimento curricular da matéria. Shulman (citado em García, 1999), “afirmava a necessidade de os professores construírem pontes entre o significado do conteúdo curricular e a construção desse significado por parte dos alunos” (p.88). Para tal, é necessário que os professores efectuem uma compreensão profunda, flexível e aberta do conteúdo, compreendendo as dificuldades mais prováveis que os alunos podem ter com essas ideias, o que leva à compreensão e domínio dos métodos e modelos de ensino para ajudar os alunos na sua construção de conhecimentos. Este tipo de compreensão não é meramente técnico, nem reflexivo, não é apenas conhecimento do conteúdo, nem domínio genérico dos métodos de ensino, mas sim uma mescla de tudo, de índole pedagógica (García, 1999).

O conhecimento didático é o que distingue os professores experientes dos iniciantes, pois implica a construção de conhecimento em contexto de prática. Os professores têm a responsabilidade de programar o ensino tendo como finalidade a aprendizagem, ou seja, de escolher os métodos que possibilitem aos alunos aprender. O bom ensino não é fruto do talento inato, mas sim do conhecimento profissional adquirido ao longo dos anos. O conhecimento didático possui quatro vertentes: o currículo, os alunos, as estratégias didáticas e a avaliação (Mellado, 2011).

É sabido que o papel do professor nos processos de ensino e de aprendizagem é muito importante, o modo como comunica, a abordagem que efectua, as representações

científicas que possui relativamente aos temas, o conhecimento pedagógico do conteúdo, o bom senso na opção e escolha de estratégias e recursos que permitam conduzir os alunos às aprendizagens, todas estas características devem fazer parte do perfil do professor.

Por exemplo, pesquisas efectuadas no ensino das Ciências têm apontado para a necessidade de inculturação científica como prática pedagógica. Isto é, dever-se-á introduzir o entendimento das relações existentes entre Ciência e Sociedade, a compreensão da natureza da Ciência e dos factores éticos e políticos que circundam a prática e a compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais (Chernicharo & Trivelato, 2009). Para Schon (1991) a actividade profissional do professor consiste na resolução de problemas instrumentais, tornada possível pela aplicação da teoria e técnicas científicas. A sua actividade é, acima de tudo, um veículo para aplicação dos conhecimentos científicos disponíveis à resolução dos problemas. Em particular, deste ponto de vista, um professor é sobretudo um técnico que será considerado competente se aplicar de forma adequada o conhecimento produzido pela investigação científica (na matéria que ensina) ou educacional (didáctica, psicológica, pedagógica).

Neste sentido, pretende-se com o ensino das Ciências que os alunos aprendam Ciência e aprendam a falar Ciência, que façam Ciência através das suas linguagens. A linguagem científica alberga não só aspectos verbais mas também práticas e processos científicos, como argumentar, planear, levantar hipóteses e investigar, é neste sentido que se deve desenvolver o ensino das Ciências em sala de aula, conduzindo os alunos ao significado e ao conteúdo da Ciência (Chernicharo & Trivelato, 2009). Para tal, é necessário que o professor domine o conhecimento científico e didáctico da sua prática.

Estudos efectuados, como o de Arteaga e Tapia (2009), referem que o conhecimento e as crenças dos professores moldam a sua acção pedagógica. As crenças misturam-se com os conhecimentos e resultam no designado conhecimento académico profissional. Acerca do pensamento e conhecimento académico e profissional do professor, os mesmos autores concluem que os professores não possuem concepções uniformes quanto ao ensino e à aprendizagem no que concerne ao conhecimento e crenças referentes à Ciência e ao conhecimento científico. Além disso, quando planificam o seu ensino, os professores optam actualmente por uma linha construtivista, mas na prática, a tendência é para frequentemente transmitir verbalmente os conteúdos, recorrendo a métodos mais expositivos, o que leva a crer que as crenças dos professores quanto ao

ensino e aprendizagem entranham-se entre os conhecimentos científicos e consequentemente no seu pensamento e na sua acção, na teoria e na prática do ensino (Arteaga & Tapia, 2009).

Deste modo, e reportando para o ensino de temas controversos em Biologia, virão sempre ao de cima, nas aulas de Ciências e Biologia, as implicações sociais, no conhecimento científico e tecnológico, por envolverem valores éticos e morais. Por isso, os professores revelam dificuldades na abordagem de temas controversos, como se verificou no estudo de Silva & Krasilchik (2009), na medida em que sugerem algum desconforto em se expôr e revelam medo em apresentar as suas opiniões ao invés dos factos.

A situação é preocupante, uma vez que, na opinião de Razera e Nardi (2001), o posicionamento do professor relativamente a questões controversas, como a evolução biológica, acaba por ser o mesmo posicionamento do aluno face à mesma problemática.

Consideramos pertinente a distinção efectuada por Cañal (2011) acerca do conhecimento profissional do professor de Biologia e Geologia. Este autor refere que existem três principais domínios que devem fazer parte do conhecimento do professor:

- A matéria científica que se pretende ensinar;
- Os fundamentos epistemológicos, psicológicos e históricos da educação científica;
- Os fundamentos proporcionados pela didáctica das Ciências (p. 36).

Para ajudar a compreender os conceitos e representações científicas, não basta ao professor apenas conhecer literalmente os conteúdos, tem de dominá-los e saber aplicá-los a um conjunto de tarefas difíceis e específicas.

O professor deve saber como ajudar os alunos a chegar aos conceitos, estabelecendo relações e procedimentos cognitivos que permitam compreender o mundo real e estabelecer relações entre este e os conhecimentos referentes aos conteúdos (Cañal, 2011).

Nesta acepção, considera-se de elevada importância a formação profissional do professor, quer a nível didáctico e pedagógico, quer a nível científico. O professor deve então ter em consideração a natureza e função didáctica do conteúdo e ajustar os conteúdos de forma organizada aos processos cognitivos dos alunos, atendendo aos seus aspectos afectivos e motivacionais. Também deve atender a uma diversidade de fontes de informação, de modo a estimular o envolvimento do aluno no seu processo de aprendizagem. Assim, o desenvolvimento do conhecimento didáctico está estritamente vinculado ao avanço do conhecimento docente sobre a prática do ensino das Ciências.

Neste sentido, ambos os conhecimentos se retroalimentam e constituem uma base fundamental para o desenvolvimento profissional (Cañal, 2011).

O conhecimento da prática do ensino das Ciências na escolha de actividades e estratégias é imprescindível. Este conhecimento resulta de um processo formativo no âmbito do desenvolvimento pessoal do docente ao longo da sua carreira.

O ensino está muito vinculado à dinâmica estabelecida em sala de aula. De entre as tarefas que são estabelecidas para o professor e aquelas que são estabelecidas para os alunos, a dinâmica de sala de aula segue um padrão lógico de actividades que proporcionam a aprendizagem. As estratégias concretizam o ensino e permitem a implementação dos recursos escolhidos para efectuar a abordagem de determinado conteúdo (Cañal, 2011).

Apesar do modo de aprendizagem variar de situação para situação, é natural que cada estudante desenvolva uma forma preferencial de efectuar aprendizagens, deste modo, as estratégias deverão ser o mais diversificadas possível para que todos os alunos tenham o mesmo sentido de oportunidade e equidade na concretização de aprendizagens.

Cabe ao professor reflectir sobre o ensino que pratica em sala de aula e encontrar estratégias que permitam atingir os objectivos delineados e assim alcançar as competências pretendidas.

O ensino nas Ciências experimentais, passa pela realização de actividades que envolvem trabalho prático e experimental, tarefas em grupo que apelam ao trabalho cooperativo e colaborativo, trabalho de pesquisa e reflexão, debates que estimulem e desequilibrem os sistemas cognitivos dos alunos de modo a efectuarem novas aprendizagens. Mas também são realizadas actividades de leitura e análise de documentos e interpretação de material áudio visual. Todas estas actividades permitem o desenvolvimento e envolvimento do aluno na sua própria aprendizagem, criando as condições para uma aprendizagem de cariz construtivista. Porém, para a escolha das estratégias e actividades adequadas ao ensino de determinado conteúdo, o professor tem de dominar os conhecimentos sobre os conteúdos e possuir competências profissionais que permitam conduzir os alunos às aprendizagens.

Desta forma, Cañal (2011) refere que para ensinar é preciso saber ensinar, por isso é necessário que o professor possua determinadas competências no âmbito da didáctica. Apresentamos no Quadro 1 uma compilação do que consideramos ser o saber

profissional básico em termos de didáctica das Ciências, colocando assim, um novo desafio aos professores de Biologia e Geologia.

**Quadro 1. Competências e aprendizagens didácticas básicas** (adaptado de Cañal, 2011)

Competências didácticas	Aprendizagens básicas
<p><b>Capacidade de seleccionar e formular objectivos prioritários no ensino das Ciências, orientada para o desenvolvimento da competência científica.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•O que é a competência científica.</li> <li>•Que tipos de aprendizagem exige o desenvolvimento das competências científicas dos alunos.</li> <li>•Que características tem o conhecimento significativo, integrado e funcional.</li> <li>•Como interpretar as prescrições do currículo escolar de Ciências desde o primeiro ciclo ao ensino secundário, com enfoque no desenvolvimento de competências científicas.</li> <li>•Que conceitos, modelos e teorias científico-escolares, destrezas e atitudes são prioritárias no ensino das Ciências em cada etapa educativa, para o desenvolvimento das competências científicas.</li> <li>•Que hipóteses de progressão dos conhecimentos de Ciências é adequada para cada etapa educativa.</li> </ul>
<p><b>Capacidade de seleccionar contextos de construção do conhecimento relativo às Ciências, que sejam próximos dos contextos quotidianos passíveis de aplicações previsíveis.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Quais são os contextos escolares de construção de conhecimentos científicos e quais são os mais próximos dos contextos quotidianos e mais adequados para o desenvolvimento de competências científicas.</li> <li>•Quais os objectivos de estudo mais adequados e prioritários para desenvolver competências científicas escolares.</li> </ul>
<p><b>Capacidade de projectar e adaptar (às aulas) seqüências de ensino coerentes, com os requisitos significativos, de integração e funcionamento das aprendizagens, dirigidas ao desenvolvimento das competências científicas.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Que objectivos e conteúdos da educação científica são úteis e prioritários para o desenvolvimento de competências científicas.</li> <li>•Que tipos de actividades e seqüências de ensino é preciso promover para satisfazer os requisitos significativos, integração e funcionalidade das aprendizagens dirigidas ao desenvolvimento das competências científicas.</li> <li>•Como desenhar tais seqüências de</li> </ul>

	<p>ensino.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Que recursos de ensino das Ciências estão disponíveis e como empregá-los adequadamente nas diferentes actividades e sequências de ensino.</li> <li>•Que função didáctica têm as experiências práticas e porque têm importância crucial nas sequências de ensino das Ciências e do conhecimento do meio.</li> <li>•Como realizar o planeamento de experiências práticas sobre a realidade natural e tecnológica e como introduzi-las adequadamente nas sequências de ensino.</li> </ul>
<p><b>Capacidade de implementar de forma adequada sequências de ensino coerentes com os requisitos significativos, integração e funcionalidade da aprendizagem dirigidas ao desenvolvimento das competências científicas.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Que tipo de actividades e tarefas se devem implementar na prática docente para promover as competências científicas.</li> <li>•Como promover na prática a significância das aprendizagens dos alunos.</li> <li>•Como promover na prática a integração das aprendizagens.</li> <li>•Como promover a prática e funcionalidade das aprendizagens.</li> </ul>
<p><b>Capacidade de detectar, compreender e ter em conta no ensino das concepções e obstáculos dos estudantes em relação aos fenómenos da realidade. E para facilitar a superação dos obstáculos e dificuldades que surgem na construção das aprendizagens básicas e competências científicas globais.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Que obstáculos podem dificultar o desenvolvimento das competências científicas.</li> <li>•Como explorar e analisar adequadamente as concepções e obstáculos dos alunos em relação ao conhecimento da realidade natural e tecnológica.</li> <li>•Como ter em conta no ensino das ciencias as concepções e obstáculos dos alunos.</li> <li>•Como facilitar a superação dos principais obstáculos e dificuldades.</li> </ul>
<p><b>Capacidade de avaliar os processos e resultados do ensino quanto ao desenvolvimento das competências científicas nos alunos.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Como avaliar as aprendizagens significativas.</li> <li>•Como avaliar a funcionalidade das aprendizagens.</li> <li>•Como avaliar o nível de integração dos conhecimentos.</li> <li>•Que tipos de actividades, tarefas, recursos e procedimentos se devem empregar para avaliar o nível de desenvolvimento das competências científicas, no seu conjunto.</li> </ul>
<p><b>Capacidade de conceber e focar as tarefas de ensino das Ciências e o próprio desenvolvimento profissional</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•O que contribui a perspectiva investigadora ao desenvolvimento das competências científicas dos professores e</li> </ul>

<p><b>desde uma perspectiva investigadora (em confluência com outras).</b></p>	<p>dos alunos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Que implica aos professores adoptar uma a perspectiva investigadora ao ensino das Ciências.</li> <li>•Que atitudes são adequadas para facilitar a passagem do conhecimento profissional dos professores para promover as competências científicas numa perspectiva investigadora do ensino.</li> <li>•Como contribui o desenvolvimento profissional para promover as competências científicas, e a análise da própria prática docente, bem como a consulta das principais revistas e demais fontes de informação sobre o ensino das Ciências.</li> </ul>
--	---

Tendo em conta o que foi referido, os professores devem ser mais reflexivos, introspectivos, avaliativos e insatisfeitos em relação às suas práticas de ensino, críticos dessas práticas e preparados para as modificar (Cachapuz, 1995; Fonseca, 2002; Lucas & Vasconcelos, 2005). Devem ser capazes de planificar, analisar e avaliar a sua prática, numa perspectiva de investigação-acção potenciadora de melhorias qualitativas da sua prática de ensino (Lucas & Vasconcelos, 2005).

É ainda importante que desenvolvam uma atitude de empenhamento em se aperfeiçoar como educadores e ter disponibilidade para a melhoria das instituições educativas em que estão inseridos. É, pois, uma dupla articulação problemática de uma orientação "estratégica" e de uma posição "relacional" que resulta da interacção de uma trajectória social e de um sistema de acção (Dubar, 1997).

O conhecimento do professor resulta também do conhecimento espontâneo, logo, também ele possui uma bagagem cultural de crenças e convicções que pode influenciar o ensino de determinados conteúdos. Mas os professores determinam formas de não fazer coincidir os pontos de vista pessoais com os científicos a ser ensinados na sala de aula. Para Lucas e Vasconcelos (2005) as práticas de ensino praticadas pelos professores possuem características que são independentes das suas crenças. Mas, geralmente os professores tentam sempre expor os conteúdos sem implicar neles as suas crenças e convicções. Lee e Porter (1993) e Wallace e Louden (1992) referem que no contexto de sala de aula os professores constroem modelos de ensino simples, cómodos e não conflituantes que lhes permitem desenvolver as suas práticas de ensino (Lucas & Vasconcelos, 2005). No entanto, um estudo desenvolvido por Praia e Cachapuz (1994)



demonstrou que as concepções acerca da natureza da Ciência dos professores de Ciências são pouco melhor que a revelada pelos seus alunos.

Referente às práticas, Praia (2003) menciona vários estudos que salientam as múltiplas relações existentes entre perspectivas empírico-indutivistas e mesmo positivistas sobre o conhecimento científico e as práticas tradicionais sobre o ensino das Ciências. O autor refere a existência de uma forte congruência entre aquelas orientações e uma prática de ensino assente em perspectivas de ensino por transmissão. De entre os estudos importantes, que interligam as crenças dos professores acerca da natureza da Ciência com a prática desenvolvida em sala de aula, Praia, Brickhouse, Clemison e Hodson (citados por Lucas & Vasconcelos, 2005), analisam o trabalho dos professores na sua prática quotidiana de sala de aula. A suposta relação de causa e efeito entre as concepções de Ciência e as práticas de ensino é questionada num estudo que permitiu compreender a divergência significativa de conclusões dos vários trabalhos anteriormente apontados. Para estes autores há mesmo uma perda de coerência na passagem da retórica à acção, o que significa que tendo ideias de maior ou menor correcção, é possível falar sobre Ciência, porém, não sendo conscientes e epistemologicamente fundamentadas, cria-se sempre instabilidade no caso de confronto com a «realidade». Assim, os professores parecem actuar, sobretudo, pelo treino e pela experiência na profissão e, quase sempre, é a dimensão pedagógica (sentido restrito) que acaba por determinar a direcção do seu ensino quando deveria ser a reflexão epistemológica consciente a suscitar interrogações e a colocar situações problemáticas, dando inclusive indicações e orientações metodológico-didácticas ao ensino (Lucas & Vasconcelos, 2005).

Esta aceção permite ao professor definir a sua própria identidade, caracterizada como um lugar de luta e de conflitos, um espaço de construção de maneiras de ser e de estar na profissão (Nóvoa, 1991). Falamos pois de identidade profissional, que é apresentada como uma construção autónoma do sujeito, mas que depende ao mesmo tempo dos outros, ou seja, daquilo que resulta da interacção entre pares (Perrenoud, 1993).

É no sentido da formação profissional que se reforça a ideia de profissionalização como uma aquisição de esquemas cognitivos e socio-afectivos (Perrenoud, 1993). Enfatiza-se a dimensão pessoal, considerando que o profissional é o homem da situação, capaz de reflectir em acção e de se adaptar, de dominar qualquer situação nova (Altet,

2000). A capacidade de adaptação e a autonomia constituem, então, algumas das características mais importantes de um profissional (Nascimento, 2002).

A perspectiva pedagógica da profissionalização remete para a sua componente formativa, encarando-a como modalidade de construção dos aspectos requeridos pela profissionalidade, nomeadamente os referidos esquemas cognitivos e socio-afectivos.

Esta construção ocorre no contacto com a realidade, daí surgir a questão dos locais e dos métodos de profissionalização, no cerne desta perspectiva. "A invenção de novos modos de formação que permitam a aquisição de todas as dimensões da competência" está na base de diversas reformas ao nível da formação profissional (Roche, citado em Nascimento, 2002).

Em suma, as abordagens psicológicas e pedagógicas da profissionalidade aparecem, nesta perspectiva, como as mais determinantes, centrando-se na pessoa do profissional, no conteúdo e nos métodos de profissionalização (Nascimento, 2002).



## Capítulo III – O Ensino da Evolução Biológica

*“Nada em Biologia faz sentido excepto à luz da evolução”*

(T. Dobzhansky, 1973)

### 1 - Evolucionismo e Criacionismo

A frase mais conhecida e unificadora da Biologia traduz o contributo da teoria da evolução não só para o conhecimento do mundo que nos rodeia mas também para o desenvolvimento do pensamento científico e biológico, ainda que a sua aceitação não seja completamente universal, pois há quem defenda a evolução e criação como um acto de “intelligent design” divulgado pelos criacionistas.

Segundo Archer (2008):

O conceito de “intelligent design” (surgido em 1987) julga que certos aspectos da origem do universo e dos seres vivos se explicam melhor admitindo a existência de uma causa inteligente do que pela selecção natural darwiniana. O “intelligent design” aparece a muitos como uma perigosa conciliação entre criacionismo e evolucionismo. (p.155)

O “intelligent design” surge como uma teoria científica, concorrente do darwinismo, segundo a qual certas estruturas orgânicas só podiam explicar-se através da intervenção de uma causa inteligente. Como no tempo do «criacionismo científico» a questão do seu ensino acabou por se colocar (Lepeltier, 2009).

O problema coloca-se nos pressupostos que o “intelligent design” defende. Aponta para uma intervenção especial nos mecanismos que permitem a evolução. Estes mecanismos encontrar-se-iam associados a factores intrínsecos aos seres vivos, aos quais uma causa inteligente tem acesso e supostamente lhes provoca mudanças.

Neste sentido, “ensine-se a controvérsia”, é a posição sustentada por estes criacionistas, defensores do “intelligent design”. Porém, para os biólogos, criacionismo não é Ciência. Neste sentido, a sociedade tem percorrido um caminho de antagonismo profundo, mergulhado num sistema de crenças filosóficas e teológicas, assumindo a existência de um confronto entre Ciência e religião (Ruse, 2009). O confronto, nesta acepção, não existe, uma vez que Ciência e religião possuem domínios diferentes, não se intersectando directamente.

O doutor Luís Archer, professor catedrático jubilado de Genética Molecular, e padre jesuíta, em entrevista, a 10 de Fevereiro de 2010, afirma a este propósito:

Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com os seus métodos, processos, lógica e conclusões próprios. A Ciência não deve invadir o espaço que corresponde à religião e à Filosofia, e estas não devem ocupar o espaço que corresponde à Ciência. Daí provieram dificuldades no passado. A bíblia não é um livro de Ciência, nem esta precisa de Deus nem o deve abordar.

Entendendo por “cristianismo criacionista” a tese de que Deus criou o homem e todas as coisas pelo seu poder, não há choque com a Ciência, pois Deus actua no íntimo de cada ser. Entendendo por “cristianismo criacionista” a teoria de que o Génesis relata o modo concreto como Deus criou o homem e os outros seres, há choque com a Ciência e não é fácil superá-lo. Igualmente com o “intelligent design”. Biologia e cristianismo não são duas direcções que se sobreponham em concordismo, nem se cruzem em conflito, nem se conciliem em separatismo. São antes duas realidades que se vivem ao longo da dinâmica da mesma espiral evolutiva.

O evolucionismo, por seu lado, tem sido desde sempre alvo de críticas apontadas por defensores criacionistas que, em alguns casos, tem mesmo levado à proibição do ensino da evolução, nomeadamente a evolução humana, nas escolas de alguns estados dos E.U.A. e à abolição do tema dos manuais de Ciências naturais utilizados na década de trinta nos liceus americanos. Acresce ainda referir o “julgamento do macaco”, como ficou conhecido o caso do professor Scopes, no estado de Tennessee, que ao arrepio da lei de Butler ensinou evolução nas suas aulas (Gaspar, 2007). Apenas nos anos sessenta do século passado, tal como Lepertier (2009) refere, o evolucionismo voltou às escolas:

Nos anos de 1960, a teoria da evolução teve então o seu grande regresso às escolas, depois de ter estado banida durante décadas. A reacção dos criacionistas não se fez esperar. Considerando que o ensino da teoria da evolução conduzia ao ateísmo, afirmaram que um tal ensino ia contra a uma religião fundada na ideia da criação. (p.157)

Presentemente, em Portugal, os seus defensores pretendem a construção de um museu alusivo ao criacionismo e já manifestaram publicamente uma posição favorável ao ensino do criacionismo nas aulas de Ciências (Gaspar, 2007).

Os adeptos da teoria criacionista do “intelligent design” negam que os processos darwinianos de variação e selecção sejam capazes de explicar os grandes fenómenos macroevolutivos (Gaspar, 2007).

Apesar das ameaças, o evolucionismo é a base científica do pensamento biológico e está presente nos nossos currículos escolares e, de forma geral, nos países ocidentais.

Vieira (2009), a este propósito, refere o seguinte:

Passados 150 anos sobre a publicação da *Origem das Espécies*, a teoria de Darwin sai incólume e fortificada pela sua resistência às inúmeras tentativas de refutação a que foi submetida, e conseguiu algo de extraordinário e único no mundo científico: ao longo de um século e meio foi englobando, sintetizando e dando sentido a outras teorias, hipóteses e modelos dispersos pelo espaço imenso das Ciências naturais, e serviu de eixo director e estruturante a disciplinas. (p. 9) Apesar do enraizamento definitivo da teoria da evolução no mundo das Ciências, não desapareceram os seus detractores acrílicos e acérrimos, que não sabem ou não querem entender os seus fundamentos nem atender aos seus argumentos. Por outro lado, favorecendo este ambiente obscurantista que forças religiosas e ideológicas vêm movendo por toda a parte, há-de reconhecer-se que o que neste país se chama “ensino secundário” continua a mergulhar o tema da evolução nas árvores da ignorância, talvez porque como em regimes anteriores, ele é tido por desconfortável, senão mesmo subversivo de ideias estabelecidas. (pp. 9-10)

A teoria da evolução elucida também, e acima de tudo, a nossa proveniência e condição. A evolução humana deu-se a partir de antepassados pré-humanos e não-humanos, e contém a explicação de *como* e do *porquê* do homem enquanto espécie entre milhões de espécies, bem como respostas sobre a nossa origem e a origem dos nossos genes, cérebros e comportamentos, incluindo a linguagem. (p. 10)

Há 150 anos Charles Darwin escreveu a *Origem das Espécies*, nesse livro ele fez a pergunta certa e deu a resposta certa. De onde vem a diversidade? Deve ser produto da evolução, espécies dão origem a outras espécies, e ao fazê-lo mudam. As mudanças são pequenas e subtis mas ao fim de um tempo, os resultados são espectaculares. A explicação de Darwin para a existência de vida na Terra era tão sedutora e simples que parece óbvia, hoje. Porém, a explicação de Darwin para o mecanismo da evolução, estava, naquela época, cheio de falhas. Os fundamentos lógicos eram duvidosos e as suas provas fracas. Havia muitas coisas que ele não sabia nem podia saber. Darwin confiava que gerações futuras de cientistas continuassem o seu trabalho, acreditava que o completariam e provariam a verdade essencial da sua visão. É o que os cientistas fazem desde há 150 anos, mas a ideia do evolucionismo biológico surgiu muito antes, como Archer (2008) constata:

Charles R. Darwin (1809-1882) é bem conhecido pela sua actividade nesta área. No entanto, a ideia do evolucionismo biológico é muito anterior a esse cientista. Já seu avô (Erasmus Darwin, 1731-1802), que foi médico, naturalista e poeta, discutiu e escreveu sobre diversos aspectos, predominantemente teóricos, das teorias da evolução. O naturalista francês Lamarck (1744-1829) também estabeleceu várias leis da evolução, baseadas sobretudo na adaptabilidade dos seres vivos pelo uso e não uso dos órgãos e na hereditariedade dos caracteres adquiridos.

Charles Darwin conseguiu ser mais ouvido e discutido, pelo longo relato que fez de todas as suas viagens científicas e pela discussão recorrente dos resultados. Para ele, o princípio que rege a evolução não é interno (como para Lamarck) mas externo. Inspirado na leitura do “Ensaio sobre a População” de Malthus, Darwin defendeu a teoria da selecção natural e da sobrevivência do mais forte na luta pela vida. As formas actuais seriam fruto dessa selecção natural. (p. 2)

Os objectivos de Darwin centraram-se na demonstração em como ocorreria a evolução devido a um processo de descendência com ramificações sucessivas (a «árvore da vida») e também na demonstração da selecção natural como mecanismo evolutivo. Darwin foi bem sucedido quanto à ocorrência de evolução, mas quanto à selecção natural como principal mecanismo evolutivo, este só foi verdadeiramente aceite nos anos trinta do século XX (Avelar, 2009).

Os factos científicos não são interessantes se não explicarem as teorias que os fundamentam. O conceito de “teoria” tem um significado especial em Ciência, é um esquema ou sistema de ideias e afirmações que têm como base pressupostos provenientes da observação de factos ou fenómenos e hipóteses confirmadas e experimentadas (Levy, Carrapiço, Abreu, & Pina, 2009; Ruse, 2009). Logo, segundo esta análise, a teoria da evolução é tão incontroversa como qualquer outro facto científico (Dawkins, 2009).

Utilizando a terminologia actual, a argumentação de Darwin sobre a selecção natural pode ser reescrita desta maneira (Gaspar, 2007):

1. Existe variação fenotípica entre os indivíduos e nas características do próprio fenótipo (o conjunto de características observáveis).
2. Há “luta pela existência”, como Darwin postulou. Essa “luta” pode ser real, mas na maior parte dos casos é uma competência por recursos.
3. Alguns indivíduos, devido a possuírem determinadas variações, são mais competentes a resolver os problemas da “luta pela existência” no que diz respeito à sobrevivência e à sua capacidade em se reproduzir. Na terminologia de Darwin, esses indivíduos estão melhor adaptados ao meio, são os mais aptos.
4. Algumas das diferenças fenotípicas dos indivíduos bem sucedidos correspondem a diferenças genéticas e como os indivíduos mais bem adaptados tendem a ter maior sucesso reprodutor, os genes afectando as características que contribuíram para esse maior sucesso tornam-se mais frequentes na geração seguinte. O processo tal como Darwin sugeriu é cumulativo e ao longo de muitas gerações pode resultar em grandes alterações fenotípicas e genéticas. Admite-se que a evolução é gradual, com ausência de saltos bruscos, sendo a selecção natural e as características genotípicas, responsáveis pela construção das adaptações, na medida em que a frequência dos genes favoráveis é determinante no processo evolutivo. (p. 64)

## 2 - A Evolução Biológica no Currículo Escolar Português

O tema evolução está inserido nos programas de Ciências naturais do 7.º ano e de Biologia e Geologia do 11.º ano. Como refere Abreu (2007), “no programa de Ciências naturais a evolução surge como um complemento do tema 'A história da Terra'. Após o estudo da importância dos fósseis para a reconstituição da história do planeta, e a par da

abordagem de algumas das etapas dessa história, passo a citar, "é oportuno fazer-se uma breve introdução à evolução dos seres vivos, relacionando-a com as etapas da história da Terra". (p.1)

Resultante da análise do programa de Biologia e Geologia do 11.º ano, podemos afirmar que a ênfase recai, não na história evolutiva dos seres vivos, embora esta continue a ser focada, mas na história das teorias evolucionistas. O destaque vai para a abordagem do evolucionismo em oposição ao fixismo e para o confronto entre o lamarckismo, o darwinismo e o neodarwinismo (Abreu, 2007). O evolucionismo é tratado de modo superficial, incompleto e mesmo desadequado, não constando a evolução humana. As orientações programáticas recomendam até que se evite a abordagem pormenorizada e exaustiva das teorias da evolução e dos argumentos que as sustentam, como se pode ver no Anexo 1 (Gaspar, 2007; Levy, Abreu, Carrapiço, & Pina, 2008; Ruse, 2009). Esta situação leva, só por si, ao levantamento de algumas interrogações que sugerem a controvérsia evolucionismo *versus* criacionismo.

Na análise feita por Gaspar (2007) aos programas oficiais, podemos ler:

O programa oficial português de Biologia e Geologia ensina a evolução como uma teoria científica válida - mas o programa de Biologia e Geologia (11.º e 12.º anos), homologado em 2003, debruça-se sobre a questão da evolução com algumas expressões pouco felizes. (p.158)

Sobre os mecanismos de evolução, o programa refere: «Não há consenso sobre as causas da diversidade pela selecção dos organismos mais adaptados, razão pela qual as populações se vão modificando.» A expressão “não há consenso” refere-se a mecanismos evolutivos mas pode transmitir a ideia, sobretudo nas mãos de professores menos bem preparados, de que a falta de consenso se aplica à evolução propriamente dita. O programa recomenda a «construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos». O que quererá dizer isto? Que o professor deverá ensinar a perspectiva da religião ou da filosofia sobre evolução numa aula de Ciências?. (p.158).

«Evitar: o estudo pormenorizado das teorias evolutivas» e evitar «A abordagem exaustiva dos argumentos que fundamentam a teoria evolucionista» (!!!), o que nos parece uma opção inquietante que pode comprometer a solidez dos alicerces do conhecimento das Ciências naturais. (p.159)

Do mesmo modo, da análise do manual escolar efectuada, pudemos verificar que Matias e Martins (2008), referem que, “ainda hoje, não existe consenso relativamente à origem da diversidade dos seres vivos” (p.142), o que pode levar os alunos a pensar que nada se sabe sobre evolução ou que a Ciência não tem explicações que sustentem as teorias.



As dificuldades que foram referidas, relativamente ao modo como a evolução biológica se encontra contemplada no programa curricular da disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, emergem de questões morais mais amplas, resultante da inserção da evolução humana numa perspectiva estritamente científica da evolução. A razão pela qual os criacionistas contestam a evolução, não é a validade da evolução e a sua compatibilidade com a religião mas o seu possível impacto nos hábitos das pessoas e na sua conduta moral. Este é um problema com mais de cento cinquenta anos, e que começou com Darwin, na medida em que o mesmo comparou de forma directa características humanas e características de outros animais, inclusivamente capacidades mentais, comportamentos, emoções e sociabilidade (Gaspar, 2007).

### **3 - O Ensino da Evolução Biológica em Perspectiva**

O tema evolução biológica em Portugal, encontra-se integrado no currículo do 7.º ano de escolaridade na disciplina de Ciências naturais e integra a unidade “A Terra conta a sua História”; no 10.º ano de escolaridade na disciplina de Biologia e Geologia e integra a unidade “A medida do tempo e a idade da Terra”; no 11.º ano de escolaridade o tema integra a unidade “evolução biológica”, numa perspectiva mais histórica do conhecimento das teorias e ideias em Biologia.

No entanto, o programa curricular apresenta-se diferente, por exemplo, no Brasil, em doze anos curriculares, o tema é tratado profundamente ao nível do sétimo ano de escolaridade (Salgado & Silva, 2009).

Tendo em conta a inquietação em torno da problemática que assola o ensino da evolução biológica, alguns estudos têm vindo a ser desenvolvidos na sala de aula.

Com o intuito de conhecer as estratégias mais adequadas para conduzir os alunos às aprendizagens ditas significativas, vários estudos têm sido desenvolvidos, nomeadamente pela comunidade de Ciências da educação Brasileira. Um dos estudos mais significativos nesta temática foi o de Salgado e Silva (2009), efectuado no âmbito das concepções que os alunos possuem sobre evolução. Os autores desenvolveram o seu trabalho em torno dos conhecimentos prévios que os alunos possuíam acerca da evolução.

A relevância destes estudos remetem para o facto de a teoria da origem das espécies ser considerada um conceito chave para a compreensão da diversidade biológica, das adaptações e conseqüente desenvolvimento do pensamento científico.

No estudo realizado por Salgado e Silva (2009) foram observadas colisões entre o ensino da evolução e ideias de carácter religioso. Isso coloca um desafio extra na sala de aula, na medida em que o aluno carrega concepções a respeito do conceito antes de receber qualquer referência do professor, como foi referido pelos autores. A concepção dos alunos sobre evolução mostrou-se deturpada e, por vezes, ausente; desconhecem nomes históricos como Lamarck e Darwin, o que, em nossa opinião, já era de esperar, pois os alunos nunca foram confrontados com uma abordagem científica da evolução em níveis anteriores de ensino. Para além disto, os alunos revelaram possuir uma enorme dificuldade em produzir respostas coerentes, no papel. Copiam conceitos e reproduzem-nos verbalmente conforme foram memorizados, sem qualquer aporte pessoal na sua explicação (Salgado & Silva, 2009).

Para Silva, Lavagnini, e Oliveira (2009) que se debruçaram também sobre os conhecimentos prévios que os alunos detêm sobre a problemática da concepção da evolução humana, os resultados indicam que, mesmo aceitando o evolucionismo como teoria, os estudantes confundem as teorias evolutivas lamarckistas e darwinistas, para além de conciliarem a visão evolutiva científica com a visão judaico-cristã da criação, de tendência criacionista. Outros autores, como Cicillini, Goedert, Meghioratti (citados em Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009), alertam para a presença de uma série de equívocos referentes ao posicionamento pessoal dos professores, a concepções prévias dos alunos, e a entendimentos erróneos dos conceitos relacionados com o tema evolução. O ensino é em geral efectuado pelo método tradicional, pela transmissão e recepção passiva dos conhecimentos, tal como mostram Salgado e Silva (2009). Esta postura conduz a uma desconsideração, por parte do professor, dos conhecimentos prévios dos alunos, construídos geralmente em meio não escolar, provenientes do conhecimento espontâneo e de certa forma, importantes na construção dos conhecimentos biológicos por parte dos alunos. Tal como referiu Ausubel (citado em Chaves, 1993), “para alcançar a aprendizagem significativa é necessário determinar o que o aluno já sabe e ensinar a partir disso” (p.1454). Conhecer as concepções prévias dos alunos é, pois, essencial no processo de ensino e de aprendizagem, na medida em que se podem desenvolver estratégias que permitam aos alunos melhor compreender as

teorias evolucionistas e posicionar-se em relação a elas (Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009).

Ainda no estudo de Silva, Lavagnini, e Oliveira (2009), os alunos apresentam dificuldades em compreender a visão científica da evolução. Ainda que aceitem o evolucionismo como teoria, evidenciam concepções intuitivas em relação a este tema, além de confundir teorias evolutivas como o lamarckismo e o darwinismo, tal como referem García, Tiburzi, e Martinez-Losada (2009) no seu estudo sobre a avaliação de actividades dirigidas ao estudo da evolução, cujos resultados mostram uma maior facilidade na utilização da corrente lamarckista do que da corrente darwinista. Também Goedert; Andreu e Bizzo (citados em Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009) referem esta conclusão em estudos que desenvolveram anteriormente. As conclusões deste estudo permitem inferir que os alunos utilizam uma linguagem finalista no tratamento deste assunto, facto que pode estar aliado a concepções criacionistas resultantes do senso comum.

Deste modo, tal como referem González e Meinardi (2009), a questão do pensamento finalista é um problema central na Biologia, e a forma como se discute o modelo darwiniano, para alguns autores, apresenta em algum sentido ideias teleológicas. Daqui resulta a dificuldade quer do seu ensino quer da sua aprendizagem, na medida em que a abordagem efectuada em sala de aula está pressupostamente assente num pensamento teleológico satisfatoriamente explicado nos sistemas de crenças das pessoas e, neste caso, dos professores e alunos. Torna-se difícil destabilizar o equilíbrio dos sistemas cognitivos que levam à aprendizagem de novos conceitos e ideias e que visam a tomada de posição numa vertente científica; e mesmo que seja estabelecido um conflito sócio-cognitivo através da introdução de novas temáticas e argumentações que justifiquem cientificamente os factos, os alunos recorrem frequentemente a concepções teleológicas para fundamentar opiniões.

As concepções que os alunos possuem, provenientes do senso comum, intrínsecas aos seus sistemas de crenças e valores, constituem um obstáculo para o ensino e aprendizagem dos conceitos relacionados com a evolução biológica.

Como forma de resolução para este problema, consideramos ser na didáctica e no conhecimento científico do professor sobre os conteúdos que nos devemos apoiar, para que os processos de ensino possam permitir aos alunos atingir um grau de conhecimento e aprendizagem cientificamente correcto acerca da temática, de forma a poderem argumentar cientificamente as suas aceções (González & Meinardi, 2009). Autores

como Meglhioratti (citado em Silva, Lavagnini, & Oliveira, 2009), consideram existir algumas deligências neste aspecto; o conhecimento histórico que os professores possuem sobre a formulação do conceito de evolução biológica está restrito, de modo geral, aos trabalhos de Darwin e Lamarck; a concepção de Ciência é principalmente positivista; o conceito de evolução biológica é distorcido devido à ausência de conhecimentos científicos básicos como, por exemplo, variedade e frequência génética em populações; os conhecimentos que o professor possui sobre evolução biológica misturam-se às suas crenças e valores culturais, como a religião e a visão de progresso.



---

## **PARTE II - ESTUDO EMPÍRICO**

---



## Capítulo I – Metodologia do Estudo Empírico

*A informação, o conhecimento e o saber, constituem valores críticos e reflexivos, sendo o seu carácter dinâmico e operativo, condições de excelência da acção humana.*

*Tuckman*

### 1– Enquadramento do Estudo

A teoria da evolução formulada por Darwin tem sido ao longo de muitos anos o paradigma central da Biologia, o que tem permitido à Biologia assumir-se como uma Ciência de dimensão histórica e processual, com carácter dinâmico.

No ensino da Biologia, de acordo com Meyer e El-Hani (citados em Amorim & Leyser, 2009) é comum considerar-se a teoria evolutiva de Darwin o eixo centralizador e integrador das Ciências biológicas. Esta teoria é entendida como um factor indispensável para a compreensão da grande maioria dos conceitos e das teorias biológicas, nomeadamente na explicação da evolução biológica das espécies. Dada a sua importância é fundamental que os seus mecanismos e processos sejam compreendidos e assimilados por parte dos alunos. Porém nem sempre os conceitos inerentes a esta teoria são compreendidos, em virtude de questões relacionadas com representações sociais de natureza filosófica e religiosa (Gastal, Goedert, Caixeta, & Soares, 2009).

Em determinados países, o ensino da evolução biológica das espécies tem originado polémicas, pela dificuldade de aceitação de alguns conceitos científicos (relacionados com a teoria da evolução) e o impacto que os mesmos podem ter na vida das pessoas e na visão do mundo. Em Portugal não se sente ainda essa dificuldade mas nota-se alguma precaução no desenho curricular do programa de Biologia e Geologia do 11.º ano, como afirmam alguns autores portugueses, como Octávio Mateus, Helena de Abreu ou Teresa Avelar, os quais consideram que o programa curricular da disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano de escolaridade é omissivo em factos para os quais a Ciência possui explicação, em particular a evolução da espécie humana que não se encontra contemplada na unidade programática - evolução biológica, talvez por ser um



tema que gera alguma polémica por parte de alguns defensores da explicação teísta e religiosa da criação das espécies.

Deste modo, o ensino da evolução biológica tem sido encarado pelos professores como polémico, a juntar ao que Tidon e Lewontin (citados em Amorim & Leyser, 2009) apontaram como um conjunto de dificuldades dos professores que trabalham conteúdos de evolução biológica, tais como: *i*) problemas como o material didáctico; *ii*) o currículo escolar; *iii*) a falta de preparação dos alunos para a compreensão deste assunto e *iv*) concepções desacertadas dos próprios professores acerca dos mecanismos evolutivos.

Deste modo, acicatadas pela curiosidade e tendo como pano de fundo estes eventuais problemas, centrámos o estudo na vertente didáctica do processo de ensino e aprendizagem, nos métodos de ensino adoptados pelos professores e nas aprendizagens que daí podem resultar. Para tal, optámos por estudar duas turmas do 11.º ano de escolaridade, no que diz respeito ao ensino da evolução biológica das espécies e as teorias que a suportam.

Nesta dialéctica, surgiu o problema a estudar - *Como é efectuado o ensino da evolução biológica em sala de aula com alunos do ensino secundário na disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, e que aprendizagens resultam dessa abordagem?*

No sentido de perceber como é efectuado o ensino da evolução biológica em sala de aula, tendo em conta que no processo de ensino e aprendizagem tanto é importante o papel do aluno como o do professor, foram formuladas as seguintes questões de investigação:

**Questão 1 - *Como é tratado pelos professores o tema evolução biológica na sala de aula?***

O objectivo desta questão é conhecer os métodos de ensino utilizados pelos professores, nas salas de aulas, no tema evolução biológica.

**Questão 2 - *Que aprendizagens são efectuadas pelos alunos sobre o tema evolução biológica?***<sup>2</sup>

O objectivo desta questão é conhecer as aprendizagens que são efectuadas pelos alunos após ter sido leccionada a unidade temática - evolução biológica.

As questões de investigação formuladas, vão ao encontro do que consideramos importante para as aprendizagens (uma boa opção e aplicação dos métodos de ensino,

---

<sup>2</sup> De acordo com o programa curricular em vigor, para esta unidade temática

veículos que facilitam o conhecimento e aprendizagem das matérias). O ensino requer uma abordagem cativante, na medida em que deve permitir o envolvimento do aluno no seu próprio processo de aprendizagem, tornando estas aprendizagens significativas. Nesta perspectiva, cabe ao professor agir em conformidade com a realidade social, o perfil e a história sócio-educativa dos alunos, bem como a sua dimensão cognitiva para perceber, aprender e apreender conhecimentos. Para que tal aconteça é necessário que o professor tenha um conhecimento profundo da didáctica geral e específica da sua área de ensino, e da pedagogia, de modo a direccionar a sua prática ao processo de aprender.

Quando falamos em didáctica falamos em questões operacionais que fazem parte integrante do processo de ensino e de aprendizagem, desde objectivos, conteúdos, actividades, recursos, estratégias, à avaliação das aprendizagens numa perspectiva formativa e docimológica, mas falamos também nos elementos substantivos ou nucleares do currículo ou no sentido educacional das organizações (Pacheco, citado em D'Orey, 2008).

Para finalizar esta abordagem, não podemos deixar de enquadrar as opções metodológicas que integram o estudo. Considerámos que o desenho de estudo de caso seria o mais adequado e pertinente, dada a profundidade de conhecimento que pretendíamos - como é leccionado o tema evolução biológica em contexto educativo, contemplando métodos e técnicas para a sua leccionação, tendo em conta as opções dos professores e as aprendizagens que daí resultam.

Optámos por um desenho de estudo de caso, uma vez que nos permite estudar num curto espaço de tempo (Bell, 2002) aspectos diversos do problema e ainda, de acordo com Yin (1989), obter um conhecimento mais profundo sobre o objecto da investigação, que permite a interpretação das vivências e as perspectivas dos intervenientes do estudo, procurando compreender os significados das suas acções e os seus pontos de vista.

Dada a natureza do problema, adoptámos um paradigma de investigação interpretativo, numa abordagem mista, recorrendo como já foi referido a dados qualitativos e quantitativos. Esta metodologia conduz a conhecimentos específicos e profundos do que se pretende estudar.

## **2- O Contexto da Investigação**

Uma das dificuldades que se coloca num trabalho de investigação é a escolha do campo da investigação, que geralmente é sempre em função dos interesses pessoais do investigador e das condições e possibilidades de trabalho (Trindade, citado por Fialho, 2005).

O campo de investigação considerado esteve intimamente relacionado com razões pessoais do investigador, com destaque, o fácil acesso às turmas que viriam a integrar o estudo e a curiosidade em conhecer como é leccionado o tema evolução biológica por docentes profissionalmente reconhecidos. Deste modo, podemos considerar que os participantes foram seleccionadas por conveniência (Maroco, 2010).

A recolha de dados foi efectuada numa escola de Lisboa, com ensino de 3.º ciclo e secundário. Frequentavam a escola cerca de 1400 alunos, distribuídos por 10 turmas do ensino básico e 37 do ensino secundário.

Foram consideradas duas turmas do 11.º ano de escolaridade, com características aparentemente homogéneas entre si e os seus respectivos professores titulares da disciplina de Biologia e Geologia. Perfazendo um total de quarenta e sete alunos e dois professores.

Efectuaram-se todos os procedimentos administrativos necessários para o trabalho de investigação ser realizado nesta instituição. Foi efectuada um pedido de autorização à direcção da escola, que foi de imediato aceite (Apêndice 1). Foram entregues aos encarregados de educação, autorizações que visaram a participação dos alunos neste mesmo estudo (Apêndice 2), as quais foram entregues ao investigador devidamente assinadas (por uma questão de ética, não serão revelados os nomes dos alunos e professores que integraram este estudo).

## **3-Desenho da Investigação**

Nesta secção, apresentamos uma descrição do desenho da investigação e respectiva metodologia de investigação, considerada adequada ao estudo que se pretende.

### 3.1 – Fundamentação Metodológica

Um dos aspectos fundamentais na realização de uma investigação é a opção metodológica que se assume.

Num estudo empírico as questões de investigação e respectivos objectivos possuem um papel importante na definição da metodologia a utilizar. No entanto, as opções metodológicas não se determinam simplesmente por uma relação de causa-efeito, de alguma forma relativizada em investigação educacional.

A investigação educacional e a metodologia numa perspectiva histórica ou epistemológica da investigação em educação, são coisas diferentes. Segundo Cid (2004) “a investigação educacional estuda as questões e problemas relativos à natureza, epistemologia, metodologia, finalidades e objectivos, no âmbito da procura de conhecimento no campo educativo” (p.207). A metodologia, diz respeito à forma como se recolhem os dados e ao modo como deles se retira sentido e significado.

Foi neste referencial teórico que singrámos, sendo nosso objectivo contribuir para a reflexão sobre uma problemática emergente (Hill & Hill, 2009, p.20) sentida na prática e que se prende com o ensino da evolução biológica.

Num contexto de supervisão, olhámos para os processos que envolvem o acto de ensinar e o acto de aprender, no sentido não tanto de orientar as práticas pedagógicas dos professores em sala de aula no ensino da evolução biológica, mas no sentido de conhecer e analisar essas mesmas práticas, sem intervenção nos processos que se desenrolaram na sala de aula (Alarcão & Roldão, 2008).

Debruçámo-nos sobre o ensino e as aprendizagens, pois, como refere Roldão (citada em Alarcão & Roldão, 2008), “ensinar é fazer aprender alguma coisa a alguém” (p. 16). Nesta perspectiva, foi importante investigar que opções metodológicas foram tomadas pelos professores titulares das turmas e que aprendizagens significativas foram efectuadas pelos alunos, do ponto de vista do pensamento biológico.

Para tal, foi importante conhecer os recursos e as estratégias mobilizadas para o ensino da evolução biológica, identificar as concepções dos alunos antes da abordagem do tema e conhecer as aprendizagens após a leccionação do tema em sala de aula.

Na procura do melhor caminho para efectuar esta investigação em função do problema a que nos propusemos dar resposta, foi traçado um plano metodológico que

anteviu o cruzamento de resultados provenientes dos instrumentos de recolha de dados, resultado da abordagem e análise qualitativa e quantitativa efectuada, tal como o fizeram autores como Cid (2004), Fialho (2005), D'Orey (2008), entre outros.

De acordo com investigações efectuadas nos últimos cinco anos em educação na Europa e nos Estados Unidos, encontra-se ultrapassada a questão qualitativa vs quantitativa do método e passamos a avançar para uma posição híbrida ou mista. Ou seja, com o intuito de se retirar o máximo de informação possível do contexto de investigação, pode-se proceder ao cruzamento de diferentes metodologias, independentemente dos seus pressupostos epistemológicos (Sousa, 2009).

Nenhum método é melhor ou pior do que o outro, a sua complementação será o sucesso de uma investigação, tornando-a mais rica e profunda.

No ponto de vista de Fernandes (1991), relativamente aos paradigmas quantitativos e qualitativos da metodologia de investigação, o autor afirma que:

A investigação dita quantitativa tem sido o paradigma dominante da investigação em educação. Pode afirmar-se que muitos dos resultados mais relevantes que influenciam a forma como ensinamos ou aprendemos foram obtidos através de estudos tipicamente quantitativos. Isto é, os investigadores utilizaram de forma sistemática processos de medida, métodos experimentais ou quase-experimentais, análise estatística de dados e modelos matemáticos para testar hipóteses, identificar relações causais e funcionais e para descrever situações educacionais de forma rigorosa. (p.1)

Nesta perspectiva, a investigação do tipo quantitativo assenta sobre o método científico utilizado nas Ciências experimentais. Este tipo de investigação tem sido muito útil em educação e tem permitido obter conhecimentos quanto ao ensino e à aprendizagem, porém existem limitações inerentes ao método. Neste sentido, a investigação qualitativa e os seus métodos vieram colmatar as limitações do método quantitativo. O método qualitativo é baseado na compreensão e interpretação profunda e detalhada dos problemas e segundo Fernandes (1991):

A investigação qualitativa é inspirada em métodos utilizados na investigação antropológica e etnográfica. As chamadas observações naturalistas, isto é, as que são realizadas pelo investigador no local onde decorre a investigação sem preocupações da sua parte em ser um observador neutro ou independente, são uma das técnicas chave da investigação qualitativa. (p.1)

O foco da investigação qualitativa é a compreensão mais profunda dos problemas, é investigar o que está “por trás” de certos comportamentos, atitudes ou convicções. Não há, em geral, qualquer preocupação com a dimensão das amostras nem com a generalização de resultados. Também não se coloca o problema da validade e da fiabilidade dos instrumentos tal como o que se passa na investigação quantitativa. De facto, no paradigma qualitativo, o investigador é o “instrumento” de recolha de dados por excelência; a qualidade (validade e fiabilidade) dos dados depende muito da sua

sensibilidade, da sua integridade e do seu conhecimento. Podem assim identificar-se variáveis relevantes para o estudo do ensino e da aprendizagem que não são facilmente detectadas através da utilização dos métodos típicos da investigação quantitativa. (p.4)

A problemática da metodologia parece hoje estar resolvida, embora nos últimos tempos a tradição quantitativa, da qual a Educação se serviu durante muitos anos, tem vindo a perder terreno para as abordagens qualitativas, uma vez que, segundo Bogdan e Biklen (2010), a realidade educativa não pode ser reduzida a meras quantificações de resultados que apenas exprimem o produto final e não o processo ocorrido para lá chegar.

Desta forma, a metodologia utilizada no estudo que se apresenta, tendo em conta o problema de investigação formulado e as questões que deste resultam, assentou numa abordagem de investigação qualitativa que nos permitiu efectuar em primeira instância uma descrição dos factos com posterior interpretação, depois de ter sido efectuada a recolha e análise dos dados. Também Tuckman (2000) afirma que, na investigação qualitativa, “a sua primeira preocupação é descrever e só secundariamente analisar os dados” (p.507).

Sendo este um estudo de carácter qualitativo, baseado na descrição e interpretação dos acontecimentos, em que a questão fundamental é estudar o que acontece nas salas de aula, com o principal foco no ensino da evolução biológica e as aprendizagens que daí resultam, foi necessário utilizar instrumentos de investigação diversificados (passíveis de ser analisados quantitativamente e qualitativamente) na recolha de dados, de modo a que os resultados pudessem ser triangulados e diminuir assim a possibilidade de enviesamento de conclusões.

### **3.2 - O Estudo de Caso**

O estudo de caso baseia-se na compreensão do comportamento de um sujeito, de um dado acontecimento, ou de um grupo de sujeitos ou instituição, considerados unidades únicas num dado contexto específico que se pretenda estudar (Stake, 2007). Pode ser caracterizado como o estudo de um programa, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, pretendendo conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês”, é uma investigação específica sobre uma situação que se supõe ser única em muitos

aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global do fenómeno de interesse (Ponte, 1994).

Um caso poderá ser também uma nova matéria curricular, um acontecimento, um grupo turma de alunos, um professor ou qualquer outra situação única que necessita de ser estudada, no interior do contexto em que sucede ou sucedeu (Sousa, 2009; Stake, 2007), tal como acontece com o estudo de caso da nossa investigação.

Segundo Stake e Merriam (citados em Cid, 2004):

Na Educação, o estudo de um determinado caso pode surgir de duas maneiras possíveis: fundado no seu valor intrínseco, quando a importância desse caso se impõe por si mesma; ou movido pelo seu valor instrumental, quando o estudo do caso particular surge por se tornar útil na compreensão de uma determinada questão ou problema. Nesta situação, o caso é estudado por permitir dar resposta à questão de partida. (p.221)

A metodologia de investigação utilizada nos estudos de caso baseia-se no paradigma qualitativo, privilegiando a descrição e interpretação dos factos observados e dados recolhidos (Stake, 2007). A sua inserção dentro das metodologias qualitativas, corresponde ao facto de o caso ser estudado por direito próprio e não como uma amostra de uma população (Robson, citado por Cid, 2004), o que permite dizer que cada caso é particular e não generalizável a outros casos ou à população.

O design do nosso estudo de caso seguiu uma orientação procedimental, referida no Quadro 3, que nos permitiu estabelecer inferências a partir da análise dos dados e respectivas conclusões sendo depois estabelecidas algumas extrapolações consideradas legítimas e pertinentes (Sousa, 2009, Pérez citado em Cid, 2004).

Neste tipo de estudo, o investigador é o “instrumento” de recolha de dados por excelência; a qualidade (validade e fiabilidade) dos dados depende muito da sua sensibilidade, da sua integridade e do seu conhecimento (Fernandes, 1991, p.4). No entanto, outros autores consideram que a validade instrumental é uma preocupação entre os investigadores, uma vez que são passíveis da subjectividade do investigador. Neste caso, Cid (2004) considera que “o caminho mais apontado para a redução desta dificuldade tem sido o da variação dos procedimentos utilizados”. A triangulação dos mesmos, procura contribuir para o reforço da validade dos estudos, preconizando o uso de percepções múltiplas para clarificar o significado de um determinado fenómeno, através de diferentes perspectivas de abordagem do mesmo (Stake, citado em Cid, 2004, p.222).

Pode criticar-se a subjectividade da abordagem qualitativa, por ser o investigador a principal fonte de recolha de dados. Deste modo, pode conter muito da visão que o investigador possui da realidade contextual e dos sujeitos, o que pode ser determinante na produção de conhecimento, importante para a fiabilidade das conclusões. É neste sentido que Praia (citado em Fialho, 2005) “fala da necessidade do investigador assumir uma postura discreta, de forma a não provocar envolvimento na situação que possa levar a uma deturpação da “realidade” e da perda de sentido crítico, fundamental na análise da situação e do seu contexto” (p.322).

No nosso estudo de caso, demos especial atenção à descrição dos acontecimentos, aos documentos analisados e à análise de conteúdo. Optámos por incluir análise inferencial no tratamento do inquérito por questionário, cujo conteúdo e resultados se cruzam em determinados aspectos com o conteúdo e resultados provenientes de outros instrumentos de investigação utilizados, que descrevemos em outro capítulo desta dissertação, o que permitiu conferir uma maior credibilidade ao estudo.

### **3.3- Plano da Investigação**

De acordo com a problemática que integra esta investigação, determinámos que a investigação empírica seria baseada num desenho de estudo de caso, integrada num paradigma interpretativo e de abordagem híbrida.

Consideremos o desenho da investigação que é apresentado no Quadro 2.



**Quadro 2. Quadro conceptual e metodológico da investigação.**

**O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

**Problema:** Como é efectuado o ensino da evolução biológica em sala de aula com alunos do ensino secundário na disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, e que aprendizagens resultam dessa abordagem?

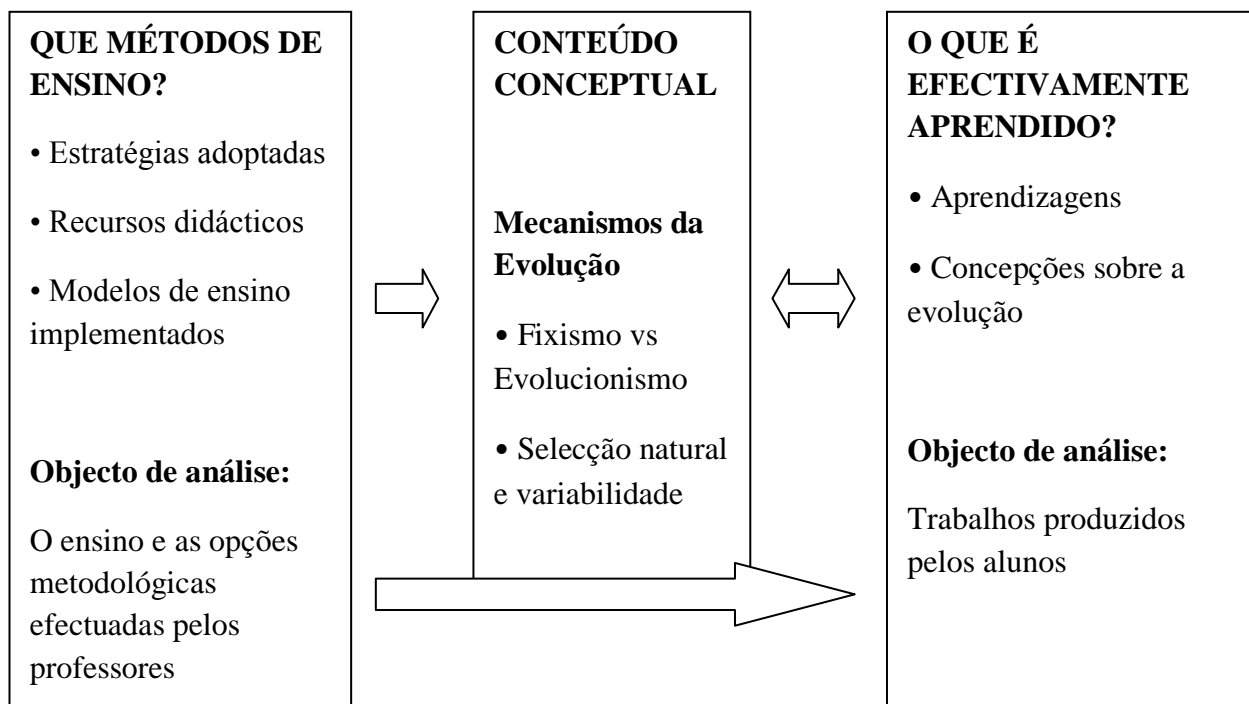
**Questões de investigação:**

1- Como é tratado pelos professores o tema evolução biológica na sala de aula?

**Objectivo:** Conhecer os métodos de ensino utilizados pelos professores nas salas de aulas, no tema evolução biológica.

2 - *Que aprendizagens são efectuadas pelos alunos sobre o tema evolução biológica?*

**Objectivo:** Conhecer as aprendizagens que são efectuadas pelos alunos após ter sido leccionada a unidade temática - evolução biológica.



**1.ª Fase de Investigação**

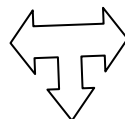
- Análise do programa
- Análise da planificação
- Entrevista exploratória

Pergunta para aferir conhecimentos prévios sobre a Evolução biológica: *O que entendes por evolução das espécies?*



**2.ª Fase de Investigação**

- Observação de aulas
- Descrição dos recursos didácticos



- Inquérito por questionário
- Teste de aprendizagens
- Entrevistas de aprofundamento aos alunos e professores

**3.ª Fase de Investigação - Tratamento de dados e aferição de resultados**

O desenho da investigação procura assegurar a natureza do problema e respectivas questões de investigação.

Os conteúdos conceptuais tratados nesta investigação integram o tema evolução biológica, cujo principal enfoque é o fixismo *versus* evolucionismo, numa perspectiva antagónica de uma abordagem histórica no âmbito da história das ideias em Biologia e, ainda, a selecção natural e a variabilidade como motores da evolução biológica das espécies.

O estudo divide-se em três fases de investigação específicas.

As várias fases foram norteadas pela necessidade de compreensão dos fenómenos a partir da prática de ensino e de aprendizagem, centrada na análise e interpretação de documentos escritos de origem diversa, tanto produzidos pelos alunos - respostas a perguntas abertas, teste de aprendizagens, questionários aplicados - como pelos professores - recursos e instrumentos didácticos. Tentámos, deste modo, melhor compreender os fenómenos educativos.

Numa primeira etapa, foi efectuada pesquisa bibliográfica e delineado um plano de trabalho e de desenvolvimento do estudo, que contempla três fases, baseado em Sousa (2009), que podemos visualizar no Quadro 3.

**Quadro 3. Fases do estudo de investigação.**

Fases da Investigação		Metodologia de Investigação - Instrumentos	Aplicação	Intervenientes	Metodologia de Tratamento de dados
1. <sup>a</sup> Fase	Pré-Activa ou Exploratória	Análise do programa curricular.	Fevereiro de 2010	Investigador	Análise descritiva
		Tomada de decisões sobre as unidades de análise em estudo e conhecimento do contexto em que estas se inserem. Pesquisas bibliográficas e outras.	Julho de 2010		
		Análise da planificação didáctica.	Setembro de 2010		
		Pergunta orientadora, direccionada aos	Dezembro de 2010	Professores titulares	

		alunos para aferir conhecimentos sobre a evolução das espécies, divididos em dois grupos			
		Entrevistas exploratórias	Fevereiro de 2010	Professor Doutor Archer	
2. <sup>a</sup> Fase	Interactiva ou de trabalho de campo	Observação de 10 aulas	Dezembro de 2010 a Janeiro de 2011	Investigador	Análise descritiva complementar
		Análise de recursos, documentos e revisão da literatura	Dezembro de 2010		Análise descritiva
		Construção e validação do Questionário	Fevereiro de 2011	Investigador Pequena amostra para estudo piloto	Análise descritiva SPSS 18
		Construção e validação do teste de aprendizagem	Fevereiro de 2011	Investigador Pequena amostra para estudo piloto	Análise descritiva
		Aplicação do questionário a alunos	Março de 2011	Investigador Alunos	SPSS 18
		Teste de aprendizagens	Março de 2011		Análise descritiva
		Entrevistas de aprofundamento a alunos, focus group	Março de 2011		Análise de conteúdo
		Entrevistas a professores	Março de 2011	Investigador Professores titulares das turmas	
3. <sup>a</sup> Fase	Pós-activa ou de análise de resultados e conclusões	Tratamento e análise de dados	De Maio a Agosto de 2011	Investigador	Análise descritiva e de interpretação de resultados
		Triangulação de resultados			

1.<sup>a</sup> Fase - Pré-activa ou exploratória, onde se contempla a pesquisa e conhecimento dos problemas e questões implicadas no estudo, bem como das unidades de análise, o campo de investigação, fundamentos epistemológicos e a escolha dos métodos e

instrumentos para a recolha dos dados, seguindo assim as concepções de Robson (citado em Cid, 2004).

2.<sup>a</sup> Fase - Interactiva ou de trabalho de campo, onde se procede à recolha exaustiva de dados do caso em estudo e contexto em que se encontra inserido, recorrendo a diferentes instrumentos de investigação.

3.<sup>a</sup> Fase - Pós-activa ou de análise de resultados e conclusões, onde se procede à análise qualitativa através da análise de conteúdo de documentos escritos e à análise quantitativa dos dados, através do programa estatístico para ciências sociais, *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) - versão 18.

O Quadro 3 explicita, assim, as fases do presente estudo, a metodologia instrumental utilizada, os intervenientes nas diferentes fases, o método de tratamento de dados e as datas de aplicação dos instrumentos de investigação.

Fica também patente a opção por uma metodologia híbrida, que privilegiou o cruzamento não só de métodos mas também de dados qualitativos e quantitativos. A fase qualitativa prendeu-se com a análise de conteúdo de entrevistas, a análise descritiva do programa curricular, da planificação didáctica da disciplina e dos recursos didácticos e com a análise de respostas abertas do teste de aprendizagens aplicado. No que respeita à fase quantitativa, foi utilizado um inquérito por questionário, cujo procedimento de tratamento de dados baseou-se em programas de tratamento de dados como o SPSS 18, com o objectivo de encontrar dados que pudéssemos relacionar com as descrições e interpretações efectuadas na análise de conteúdo e descritiva, procurando relações entre os elementos de valor interpretativo para o estudo.

Esta utilização diversificada de instrumentos de recolha de dados permitiu considerar a triangulação dos mesmos de forma a corroborar a validade do estudo.

Procurou-se, deste modo, utilizar as duas das vias de triangulação apontadas por Denzin (citado em Cid, 2004)

*A triangulação de dados e a triangulação metodológica.* A triangulação de dados, que corresponde ao uso de variadas fontes de dados no mesmo estudo, foi utilizada ao recorrer e ao ter em conta a descrição de outros casos relatados na literatura e ao indagar a opinião de professores e de alunos. Quanto à triangulação metodológica, esta foi tentada através do recurso a métodos múltiplos de estudo para o mesmo problema, como sejam a entrevista, o questionário, a observação. (p.223)

Podemos considerar esta investigação um estudo de caso instrumental, pois, partimos de uma necessidade de compreensão geral que procurámos compreender através de estudos de casos particulares.

Sousa (2009), afirma que:

A principal vantagem do estudo de caso consiste exactamente na concentração das atenções do investigador e na utilização cruzada de diversos instrumentos de avaliação sobre um caso ou situação específica, procurando identificar os diversos processos interactivos em curso, para melhor compreender a fenomenologia. (p.139)

O estudo de caso envolve recolha de dados de um tão grande volume de dados de diversa natureza que a sua análise produz sobre o caso um conhecimento exaustivo e de valor qualitativo tal que, por si só, já proporciona uma compreensão do fenómeno em estudo. (p.144)

Neste tipo de estudo, o investigador não possui qualquer intervenção, assumindo uma posição passiva de um mero observador dos acontecimentos e dos sujeitos, segundo Cid (2004):

O estudo de caso permite, como vimos, uma análise em pormenor de um caso, estudando os seus elementos e a interacção entre estes e o contexto, com vista à procura de significado e à tomada de decisões. Esta não é, contudo, uma abordagem virada para situações de intervenção do investigador. (p.224)

O estudo que se apresenta é singular no seu desenho conceptual e metodológico, uma vez que não nos baseámos em qualquer outro estudo já existente.

#### **4 - Procedimentos da Recolha de Dados**

Neste estudo, a recolha de dados obedeceu a uma utilização de instrumentos diversos que permitiram a obtenção de informação relativamente às aprendizagens efectuadas pelos alunos acerca da evolução biológica, bem como atitudes e procedimentos, que nos conduziram aos resultados. Esta recolha de dados foi efectuada pela investigadora em momentos diferentes da investigação. Para tal, foram utilizados os seguintes instrumentos: uma questão exploratória de aferição de conhecimentos e concepções sobre a evolução biológica antes da sua abordagem, observação de aulas, um inquérito por questionário, um teste de aprendizagem, uma entrevista de aprofundamento aos alunos distribuídos em grupos, uma entrevista exploratória aos professores, uma entrevista de carácter exploratório a um cientista, análise documental dos instrumentos didácticos utilizados em sala de aula pelos professores e respectivo

programa da disciplina. Toda a informação proveniente dos instrumentos de recolha de dados foi triangulada entre si e com aspectos teóricos da bibliografia e posteriormente interpretada. Para tal recorreremos a métodos como: análise documental ou descritiva, análise de conteúdo e estatística com programas próprios como o SPSS versão 18.

Segundo Quivy (1998), “a escolha dos métodos de recolha de dados influencia, portanto, os resultados do trabalho de modo ainda mais directo: os métodos de recolha e os métodos de análise dos dados são normalmente complementares e devem, portanto, ser escolhidos em conjunto, em função dos objectivos e das hipóteses de trabalho” (p.185).

De acordo com as fases do estudo representadas no Quadro 3, numa primeira fase, a qual denominámos Pré-activa ou estudo exploratório foi efectuado o levantamento bibliográfico e empírico que suporta esta investigação, a escolha da metodologia e terreno de investigação, o conhecimento das unidades de análise no seu contexto, através de conversas informais com os professores destas turmas e a tomada de conhecimento sobre o método de trabalho dos professores das turmas.

Mediante esta tomada de conhecimento inicial acerca do contexto das turmas e respectivos professores depreendemos que os professores em estudo trabalham em conjunto, por isso, utilizaram os mesmos recursos e idênticas estratégias de ensino. É prática comum naquele grupo disciplinar o trabalho colaborativo e cooperativo entre docentes na construção das planificações, recursos didácticos, tomada de decisões sobre estratégias e outros métodos a implementar em sala de aula. Portanto, considerámos interessante conhecer o que se passou nestas salas de aulas e estabelecer diferenças, caso se viessem a verificar, após a obtenção de resultados.

Nesta primeira fase, foi ainda efectuada a análise documental do programa curricular e da planificação didáctica, e entrevista exploratória ao professor doutor Luís Archer, de acordo com os objectivos do estudo.

Foi sugerido aos professores que incluíssem na planificação da unidade didáctica, uma questão introdutória, direccionada aos alunos no início da temática: “O que entendem por evolução das espécies?”. Pretendemos com esta iniciativa aferir conhecimentos e percepções dos alunos acerca da evolução biológica, ou seja, identificar que concepções já tinham sobre o assunto. Por isso, os professores dividiram

a turma em grupos de trabalho e cada grupo discutiu ideias e opiniões, analisadas na observação de aulas efectuada.

Com o levantar do véu, face à possibilidade de o criacionismo vir a integrar os programas de ciências do ensino básico e secundário e vir a ser ensinado a par do evolucionismo, a entrevista exploratória ao professor doutor Luís Archer, realizada a 10 de Fevereiro de 2011, por meio de e-mail, teve como principal objectivo recolher a opinião de um especialista reconhecido nesta matéria, com muito pensamento construído em torno da problemática concreta do estudo e que em muito contribuiu para aprofundar e melhorar o nosso conhecimento acerca do tema. A entrevista encontra-se reproduzida no Apêndice 11.

Numa segunda fase da investigação, interactiva ou de trabalho de campo, procedeu-se à observação de aulas, no sentido de olhar sem ajuizar. As observações usadas para investigação dos processos educacionais são necessariamente mais formais, sistematizadas e objectivadas que as observações quotidianas (Sousa, 2009).

Neste caso, demos especial interesse à observação, na medida em que apenas pela observação podemos aprender coisas sobre o objecto que não poderíamos aprender de outro modo (Trindade, 2007). Deste modo observámos o acto pedagógico e o tipo de abordagem que foi efectuada pelos professores das turmas, nesta temática. A observação efectuada foi do tipo não participante, em que o observador toma contacto mas não integra o contexto que observa, o seu papel é de mero espectador (Sousa, 2009). A observação foi sistematizada e dirigida para determinados acontecimentos específicos, portanto foi uma observação formal em que o investigador sabia muito bem o que pretendia observar, de acordo com os objectivos formulados. Neste sentido foi construída uma grelha de observação (Apêndice 3), uma vez que pretendemos apenas observar alguns aspectos relevantes como complemento à investigação. Para tal, foi utilizada a técnica de vídeo gravação, pois permite ao investigador observar, analisar, parar, voltar a observar, rever e repetir as vezes que forem necessárias as observações, até reunir todos os dados que pretende recolher, constituindo arquivos para posterior análise. Os alunos e professores conheciam os objectivos que moviam esta observação, e a técnica que ia ser utilizada para tal, este conhecimento foi fundamental para o desenrolar da observação em sala de aula (Trindade, 2007), uma vez que possibilitou a desconstracção dos observados, e assim uma obtenção de dados mais precisa e natural.

Ainda nesta fase foi construído o inquérito por questionário e o teste de aprendizagens e guiões de entrevistas. Os mesmos foram sujeitos a um processo de validação e de consistência interna, de modo a conferir fiabilidade aos instrumentos, uma vez que foram construídos especificamente para o estudo.

O *inquérito por questionário* é mais do que uma sondagem, visa a verificação de hipóteses teóricas e a análise das correlações que essas hipóteses sugerem. O seu tratamento é quantitativo, as respostas às perguntas são normalmente pré-codificadas, os entrevistados devem escolher as suas respostas entre as que lhes são formalmente propostas (Quivy, 1998). É a técnica de pesquisa mais adequada para amostras de grande dimensão, segundo Quivy e Campenhoudt (1998) “a natureza quantitativa e a capacidade de objectivar informação conferem-lhe o estatuto de excelência e autoridade científica. É uma técnica que exige um número significativo de indivíduos (colocando-se por vezes o problema da representatividade) que permite a quantificação de uma multiplicidade de dados e, conseqüentemente, numerosas análises correlacionais” (p. 188).

Os *questionários*, tal como os *testes*, devem possuir um objectivo ou vários objectivos, no caso de as questões serem agrupadas por temas. Os objectivos devem ser curtos, claros, completos e operacionais de modo a serem passíveis de serem analisados concretamente através da pergunta. Os questionários, assim como os testes, devem ser adequados aos participantes que se pretendem estudar e devem reflectir as capacidades e interesses dos inquiridos, devem ser acessíveis na sua linguagem (Sousa, 2009).

Os *testes* são geralmente empregues em investigação em educação para medir capacidades, aquisições, comportamentos e competências (Sousa, 2009). Um teste tem a função de medir um dado atributo, como o próprio nome indica testa, no nosso estudo testa os conhecimentos e aprendizagens que os alunos efectuaram em determinado conteúdo.

Um *teste* e um *questionário* obedecem a princípios idênticos na sua construção e procedimentos de aplicação, também de tratamento e análise, embora esta última possa ser diversificada de acordo com o que se pretende. Por vezes surgem para provar ou controlar os dados provenientes dos questionários.



A construção de um *questionário*, ou de um *teste*, requer alguns cuidados, passíveis de serem controlados pelo investigador. Em primeira análise, deverá ser efectuada uma revisão e pesquisa bibliográfica exaustiva de modo a dominar o assunto que se pretende estudar e com isto formular as perguntas ou questões que devem ir ao encontro de determinados objectivos, tanto do questionário como do teste. Deverá o investigador, a partir desta primeira análise, definir as variáveis, ordenar as perguntas, preparar os itens e prever o modo de resposta (Sousa, 2009). Deve ainda haver preocupação com a aparência e apresentação do questionário ou de um teste para torná-los mais apelativos e não tão morosos de responder por parte dos inquiridos.

De entre algumas *vantagens e desvantagens* que o *inquérito por questionário* possa possuir considerámos que as vantagens passam pela obtenção rápida de dados, se tivermos em conta a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Falamos de inquéritos por questionário construídos em “word docs”, que foram de fácil acesso a todos os participantes e permitiu a redução do consumo de papel e gastos financeiros; garantiu o anonimato dos inquiridos, o que levou eventualmente a uma maior veracidade nas respostas e à redução de condições externas que pudessem influenciar as respostas dos inquiridos (Sousa, 2009). Como desvantagens considerámos o difícil controlo dos inquiridos no momento de resposta; estes poderiam não responder a todas as perguntas, o que não se verificou; e também à impossibilidade de esclarecer alguma dúvida. Estas vantagens e desvantagens também são consideradas para o teste de aprendizagem, com excepção da primeira vantagem referida, pois não foi necessário recorrer às TIC para a aplicação do teste de aprendizagens.

As *entrevistas*, por seu lado, são adequadas para um número pouco extenso de participantes, com vertente para o estudo de variáveis mais complexas e mais ou menos subjectivas, tornando possível a justificação de questões ou dúvidas relativamente ao relatado pelo entrevistado. Possuem algumas vantagens e desvantagens tal como os inquéritos por questionário e testes.

No nosso caso, considerámos algumas *vantagens e desvantagens* na utilização de *entrevistas*, na medida em que pretendíamos um cruzamento de dados que pudesse reforçar a validade do estudo. Relativamente às vantagens, considerámos vantajosa a utilização deste instrumento de investigação, na medida em que permite a repetição e o esclarecimento de algumas respostas e possíveis ideias e conceitos menos claros dos

alunos. Uma vez que as unidades de análise são alunos e professores permitiu-nos cruzar perspectivas, atitudes e opiniões de ambos, sobre assuntos dominantes nesta investigação. Permitiu a recolha de dados relevantes e significativos que não estariam acessíveis de outro modo. Permitiu também uma boa uniformização de dados, uma vez que os mesmos foram gravados, anotados, recolhidos pelo investigador (Sousa, 2009).

O investigador deverá proceder à estruturação de uma entrevista, com base mais uma vez no conhecimento contextual do assunto a tratar, indo ao encontro dos objectivos a atingir. Deverá dominar as técnicas de entrevista adoptada para o seu estudo, bem como o modo de procedimento durante a mesma, pois, segundo Sousa (2009), “os investigadores são acima de tudo instrumentos que têm como finalidade a recolha de dados, com o maior rigor e fidelidade” (p.252).

Existem diversos tipos de entrevistas, dirigida, semi-dirigida, não dirigida e em painel. Neste caso, privilegiámos entrevistar alunos e professores, com entrevista semi-dirigida, em que há uma orientação no início da entrevista e depois o entrevistado segue a sua linha de raciocínio, o investigador só intervém quando o entrevistado revela fugir do assunto que se pretende. Na necessidade de explorar em profundidade um determinado assunto, as questões são previamente estruturadas e colocadas sem que o entrevistado ou sujeito se desvie do assunto a ser aprofundado. No entanto, para entrevistar alunos considerámos que seria mais adequado formar grupos, *focus group*, que nos foi muito útil no sentido de comparar diferentes concepções entre turmas e professores (Morgan, 1997; Sousa, 2009).

#### **4.1- Construção e Validação do Inquérito por Questionário e Teste de Aprendizagens**

Na necessidade de conhecer a opinião dos alunos relativamente a assuntos relacionados com a evolução biológica, bem como os métodos de ensino aplicados em sala de aula, e as aprendizagens significativas ditas cientificamente correctas que foram efectuadas pelos alunos após a abordagem da temática em estudo, foram construídos os instrumentos de recolha de dados: um inquérito por questionário e um teste de aprendizagens. A construção dos instrumentos de recolha de dados prendeu-se ao facto

de não termos encontrado instrumentos já aplicados em estudos empíricos realizados, adequados ao nosso estudo.

A construção e validação dos instrumentos, passaram pelas seguintes etapas:

Etapa 1. Pesquisa do conteúdo relativo à problemática em questão.

Etapa 2. Com base na pesquisa bibliográfica de estudos empíricos existentes na literatura, na observação de aulas, na problemática e questões de investigação consideradas, foi construído o pré-questionário (Apêndice 4) cujas questões foram formuladas de acordo com as indicações dos especialistas e as regras de construção relativamente à forma, conteúdo e à semântica linguística, de modo a tornar o questionário claro e objectivo para a amostra em estudo (Foddy, 1996; Hill & Hill, 2009; Sousa, 2009). Este instrumento de recolha de dados foi sujeito a um processo rigoroso de validação.

Ainda nesta fase foi efectuado o pré-teste de aprendizagens, baseado na pesquisa bibliográfica. Este teste foi construído com base nas normas consideradas no projecto PISA (GAVE, 2006) para testes de competências, em manuais escolares da disciplina e em exercícios específicos na temática (Barros, Losada, & Tiburzi, 2011) e com a experiência do investigador na leccionação desta temática; participaram ainda nesta actividade, especialistas na área da Biologia Evolutiva e professores de Biologia e Geologia (Apêndice 6). Tivemos especial atenção com a semântica linguística, de modo a que o teste fosse claro e objectivo para os participantes.

Etapa 3. Os instrumentos passaram pela apreciação de um painel de especialistas na área, dos quais fizeram parte sete professores, quatro professores de Biologia e Geologia, integrados no ensino há muitos anos e três professores universitários, dois deles doutorados e especialistas em didáctica das Ciências, mais especificamente Biologia e Geologia, o outro elemento do quadro de especialistas, Biólogo, especializado em Biologia Evolutiva dos Vertebrados e doutorado em Paleontologia.

Etapa 4. Após validação dos instrumentos pelo painel de especialistas, procedeu-se ao estudo piloto que contou com a participação de uma pequena amostra de oito alunos, em condições idênticas à unidade de análise do estudo pretendido (frequentar o mesmo ano de escolaridade e a disciplina de Biologia e Geologia e encontrar-se já no final da

leccionação da unidade curricular em questão). A amostra utilizada para efectuar o estudo piloto não foi a mesma que a amostra efectiva, tal como recomendam Quivy & Campenhoudt (1998).

Relativamente ao estudo piloto, procedeu-se à aplicação do inquérito por questionário e teste de aprendizagens, em dias distintos, uma vez que não pretendíamos que os participantes considerassem o processo moroso e fatigante.

O inquérito por questionário foi aplicado aos participantes do estudo piloto (Apêndice 4) na terceira semana de Fevereiro de 2011. Os alunos realizaram o questionário entre quatro a sete minutos, anotando no questionário a sua opinião relativamente à estrutura, construção semântica e clareza de conteúdo das questões.

O teste de aprendizagem (Apêndice 6) foi aplicado aos participantes do estudo piloto na quarta semana de Fevereiro de 2011. Os alunos realizaram o teste de aprendizagens em cerca de noventa minutos, anotando a sua opinião relativamente à estrutura, construção semântica e pertinência do conteúdo das questões.

Os participantes do estudo piloto, na sua maioria, consideraram que o inquérito por questionário e o teste de aprendizagens continham instruções de resposta muito claras, para além de serem apelativos, atraentes, claros na sua construção frásica e pertinentes do ponto de vista do conteúdo.

Etapa 5. A análise e interpretação dos resultados obtidos no estudo piloto conduziu à reformulação de algumas questões do inquérito por questionário, cujas respostas foram consideradas ambíguas. Verificou-se a necessidade de trocar questões relativamente à sua disposição no questionário de modo a verificar a coerência das respostas; de reformular algumas questões de forma a conduzir os alunos a uma maior compreensão das mesmas e permitir assim confrontar respostas e ideias entre perguntas.

Relativamente ao teste de aprendizagens, não foi necessário qualquer reformulação, a análise e interpretação de respostas indicou clareza e pertinência das questões relativamente aos conteúdos do mesmo.

Após este processo de construção e validação dos instrumentos de recolha de dados pelo painel de especialistas e posterior aplicação do estudo piloto, foi reforçada a validade do inquérito por questionário e do teste de aprendizagens.

A validade de conteúdo é dada pela correlação entre a pertinência das questões e os conteúdos programáticos que abrangem o estudo. Neste caso consideramos que existe uma correlação elevada entre os itens do teste de aprendizagens e os conteúdos

programáticos. Atentos às características dos sujeitos, os itens foram considerados claros e objectivos, não colocando a validade do estudo em causa. Considerou-se que o teste de aprendizagens mede as aprendizagens relativamente aos conteúdos abordados na temática, evolução biológica, um dos objectos deste estudo. Os itens geraram respostas que se mantiveram dentro dos parâmetros de confiança. De acordo com o índice de dificuldade e discriminação calculado, considerou-se existir um equilíbrio entre o número de respostas correctas e erradas, com uma margem de erro de 25%, o que atribui ao teste um grau de confiança e garantia elevado, segundo Sousa (2009). Se um item ou pergunta estiver mal elaborado, não sendo claramente compreendido, sendo muito difícil ou muito pueril, vai gerar um elevado número de respostas certas ou erradas (Sousa, 2009; Vallejo, 1979) o que não se verificou no estudo piloto.

No que se refere aos itens do inquérito por questionário, na sua maioria são itens de opinião e conhecimento, intimamente ligados com os conteúdos programáticos em estudo; o instrumento está direccionado para as aprendizagens, opiniões, atitudes e ideias acerca da temática, para posterior triangulação com outros instrumentos de recolha de dados.

Etapa 6. Depois do processo de validação de instrumentos de recolha de dados efectuou-se a versão definitiva do inquérito por questionário (Apêndice 5) e posterior aplicação do mesmo.

#### **4.2- Caracterização do Inquérito por Questionário**

O inquérito por questionário (Apêndice 5) surge como complemento de aferição de aprendizagens, opiniões, atitudes e conceitos dos alunos referentes ao tema evolução biológica, após a abordagem da temática em contexto de sala de aula, o que vai ao encontro do pressuposto da investigação.

O inquérito por questionário, direccionado para alunos é constituído por três páginas e divide-se em dois grupos. O primeiro grupo integra um enquadramento pessoal (dados pessoais e questões referentes ao interesse pela disciplina e respectivo tema, evolução biológica). O segundo grupo ou corpo do questionário integra duas partes, a primeira parte: sobre percepções sobre a evolução biológica, que os alunos possam possuir; a

segunda parte: sobre métodos de ensino aplicados em sala de aula, para a leccionação da mesma temática.

O questionário envolve variáveis qualitativas, cuja escala de medida apenas indica a sua presença em categorias de classificação discreta e exclusiva. Neste caso temos as variáveis: sexo; gostar da disciplina de Biologia e Geologia; gostar do tema evolução biológica. Estas variáveis são nominais, uma vez que são medidas em classes discretas e não é possível estabelecer qualquer tipo de ordenação. Relativamente à estatística descritiva para estas variáveis, podemos considerar como medidas de tendência central, a moda (valor mais frequente da amostra) e as frequências absolutas e relativas dos dados (Maroco, 2010).

No tratamento destes resultados tivemos em atenção a variável idade, que é considerada uma variável quantitativa, cuja escala de medida permite a ordenação e quantificação de diferenças entre elas. Esta variável pode ser medida numa escala, neste caso, intervalar (Maroco, 2010). A variável é ordenável, sendo possível quantificar as diferenças. Relativamente à estatística descritiva para esta variável, como medidas de tendência central podemos ter a moda, os quartis e a média. E como medidas de dispersão o desvio padrão (Maroco, 2010). Porém, neste estudo apenas são utilizadas as frequências absolutas e relativas dos dados, uma vez que não tem interesse ter em conta outras medidas quer de tendência central quer de dispersão.

Deste questionário fazem parte variáveis ordinais, medidas em classes discretas entre as quais é possível definir uma determinada ordem, segundo uma relação descritível mas não quantificável. Relativamente à estatística descritiva temos como medidas de tendência central, a moda, os quartis, a mediana e a amplitude interquartílica como medidas de dispersão (Maroco, 2010). Porém, pelas razões já apontadas, apenas utilizámos a Moda de resposta às questões.

O questionário obedece a objectivos gerais e específicos nos diferentes domínios de análise, ou seja, nas diferentes partes que o constituem, como podemos verificar no Quadro 4, onde apresentamos uma sistematização do instrumento.

**Quadro 4. Quadro sinóptico do questionário aplicado à unidade de análise** (adaptado de Fialho, 2005).

		N.º de itens	Tipo	Tema	Objectivos
<b>Segundo grupo</b>	<b>Parte I</b>	12	Escala de Lickert 1- Discordo totalmente 2- Discordo	Percepções sobre a evolução biológica	•Conhecer as percepções dos alunos acerca da evolução biológica  <b>a)</b> Inferir sobre posição dos alunos face à temática.
	<b>Parte II</b>	14	3-Não concordo, nem discordo 4- Concordo 5- Concordo totalmente	O ensino do tema “evolução biológica”, na sala de aula	•Conhecer a opinião dos alunos sobre a metodologia de ensino utilizada em sala de aula no ensino do tema - evolução biológica.

As questões que integram o questionário obedeceram a uma sequência de perguntas, construídas com base na antecipação e amplitude das respostas (Sousa, 2009). Foi privilegiado um tipo de sucessão de perguntas, com a utilização da técnica de verificação da veracidade. A técnica de verificação da veracidade tem como objectivo verificar se o sujeito está ou não a responder aleatoriamente (Sousa, 2009). Neste caso não foi utilizada a técnica de respostas negativa e positiva, pois considerou-se que poderia confundir os alunos, com um registo não habitual para eles.

Foi utilizada a escala de Likert que é uma escala ordinal, muito utilizada em Ciências sociais (Maroco, 2010). Metade das afirmações devem ter natureza positiva e a outra metade, natureza negativa, ou seja devem demonstrar atitudes positivas e negativas, concordo totalmente e discordo totalmente, portanto atitudes antagónicas. O valor do parâmetro positivo ou negativo, de concordância ou discordância, também é importante ser atribuído, para que as atitudes possam ser medidas numa direcção positiva ou negativa (Sousa, 2009).

Neste caso, a escala assume valores de 1 a 5 e com a seguinte designação: 1- Discordo totalmente; 2-Discordo; 3-Não concordo nem discordo; 4-Concordo; 5- Concordo totalmente. O valor 3, reporta para uma falta de resposta ou opinião relativamente ao pretendido.

---

### Parte I - Percepções sobre a evolução biológica

**Questão 1-** *A evolução das espécies é baseada em dados e estudos cientificamente provados.*

A questão reflecte as aprendizagens e conhecimentos efectuados na abordagem da evolução biológica em sala de aula.

Para que se possa verificar se a questão foi respondida aleatoriamente, a resposta será cruzada com as respostas das questões três, quatro, cinco e seis do questionário.

**Questão 2-** *Antes da abordagem dos conteúdos sobre a evolução das espécies em sala de aula já tinha uma ideia formulada a respeito desta temática.*

A questão permite saber se os alunos possuíam conhecimentos sobre evolução biológica antes de ser abordado o tema em sala de aula. No entanto, o conhecimento pode não ser o correcto cientificamente, por isso, desta questão apenas podemos extrair se os alunos consideram já possuir um conhecimento prévio sobre o tema mesmo antes da abordagem do mesmo, em sala de aula.

**Questão 3-** *As teorias fixistas são importantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia.*

Com esta questão pretendemos saber sobre as percepções que os alunos possuem relativamente a aspectos relevantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia, relativamente à evolução biológica, nomeadamente o fixismo.

Se os alunos concordam com a afirmação podemos dizer que os mesmos consideram as teorias fixistas apenas importantes do ponto de vista histórico.

Esta questão será cruzada com a pergunta 1 deste questionário na medida em que reforça a posição dos alunos relativamente ao carácter científico da evolução biológica. As respostas a esta questão serão cruzadas também com as respostas da questão 6 do questionário, de modo a verificar a validade e garantia do conteúdo da resposta dada.

**Questão 4-** *É à luz de teorias evolucionistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.*

Se a maioria dos alunos concorda com esta afirmação, então pode dizer-se que os mesmos revelam domínio do conhecimento histórico e científico da evolução biológica, uma vez que a ênfase se coloca nas teorias evolucionistas. Quanto ao conhecimento



científico, sabemos se a resposta é realmente fiável cruzando os resultados desta questão com os resultados da questão 1, o que vai reforçar o nosso estudo acerca das percepções que os alunos possuem sobre a evolução biológica.

**Questão 5-** *A temática evolução da espécie humana deveria estar incluída no programa da disciplina para melhor se compreender a evolução dos seres vivos.*

Nesta questão, pretendemos que os alunos refiram a sua opinião relativamente à inclusão da evolução da espécie humana no programa. Se os alunos se revelam concordantes com a afirmação, consideram a abordagem da evolução humana necessária para a compreensão do processo evolutivo, uma vez que a evolução humana não se encontra no programa mas constitui um exemplo de como a evolução acontece. As respostas a esta questão são cruzadas com as respostas da questão 1 do questionário.

**Questão 6-** *As teorias fixistas constituem apenas história no que respeita às ideias em Biologia.*

Com esta questão pretendemos saber que percepções os alunos possuem sobre aspectos históricos relevantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia, relativamente à evolução biológica, nomeadamente o fixismo.

Se os alunos concordarem com a afirmação, podemos dizer que os mesmos consideram as teorias fixistas apenas importantes do ponto de vista histórico. Esta questão, cruzada com a pergunta 1 deste questionário reforça a posição dos alunos relativamente ao carácter científico da evolução biológica. As respostas a esta questão são cruzadas também com as respostas da questão 3.

**Questão 7-** *A evolução das espécies é um tema que não sugere controvérsia do ponto de vista científico.*

Com esta questão pretendemos conhecer as percepções dos alunos sobre a evolução biológica das espécies. Se a maioria dos alunos se revelarem concordantes com a afirmação podemos afirmar que possuem uma percepção científica da evolução das espécies.

Os resultados das respostas a esta questão reforçam as respostas da questão 1 do questionário.

**Questão 8-** *Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções.*

Nesta questão pretendemos conhecer as percepções dos alunos relativamente à Ciência e religião. Se as repostas são na sua maioria concordantes, os alunos revelam ter presente essa diferença, o que pode ser comparado com as respostas dadas pelos alunos às entrevistas, na pergunta se “Existe controvérsia entre Ciência e religião?”

Os resultados desta questão podem ser cruzados com os resultados da questão 11.

**Questão 9-** *A evolução biológica está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e da Geologia.*

De acordo com os resultados, se a maioria das respostas são concordantes, chegamos à conclusão que os alunos possuem percepções científicas relativamente à evolução biológica das espécies e consideram que deve ser ensinada no ensino da Biologia e Geologia.

Os resultados desta questão podem ser cruzados com os resultados das questões 4, 5 e 7.

**Questão 10-** *A sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico.*

Com esta questão pretendemos conhecer as percepções dos alunos sobre a influência da sociedade no desenvolvimento da Ciência. Se os resultados são na sua maioria concordantes, podemos dizer que os alunos possuem uma visão adequada sobre a interacção entre Ciência e sociedade.

**Questão 11-** *Ciência e religião são áreas diferentes, não se devem misturar.*

Nesta questão pretendemos conhecer as percepções dos alunos relativamente à Ciência e religião. Com repostas na sua maioria concordantes, os alunos têm bem presente essa diferença, para completar esta informação, temos as respostas dadas pelos alunos nas entrevistas, à pergunta “Existe controvérsia entre Ciência e religião?”

Os resultados desta questão podem ser cruzados com os resultados da questão 1 e 8.

**Questão 12-** *É à luz de teorias fixistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.*

Esta questão vem contradizer a questão 4. Pretendemos verificar se os alunos respondem aleatoriamente ou não à resposta e reforçar as percepções evolucionistas que os mesmos possuem.

#### Parte II - O ensino do tema evolução biológica, na sala de aula

Com estas questões pretendemos saber se a leccionação e métodos de ensino aplicados pelos professores contribuíram para as aprendizagens. Mais conclusões serão possíveis depois de cruzar os resultados das questões do questionário com as perguntas das entrevistas e resultados do teste de aprendizagens.

**Questão1-** *O tempo dedicado ao tema evolução biológica foi adequado.*

Com esta questão pretendemos conhecer a opinião dos alunos sobre a adequação do tempo destinado ao conteúdo evolução biológica.

**Questão 2-** *A visualização de filmes relacionados com o evolucionismo e criacionismo foi uma prática adequada para a exploração deste tema.*

Pretendemos com esta questão conhecer a opinião dos alunos acerca da utilização de filmes na abordagem desta temática.

**Questão 3-** *O guião do filme visualizado foi bastante esclarecedor relativamente aos conceitos abordados.*

Aspiramos com esta questão conhecer a opinião dos alunos relativamente ao guião que foi fornecido, e se o mesmo conduziu os alunos às aprendizagens.

**Questão 4-** *A realização de resumos, relativamente aos filmes observados, foi enriquecedora.*

Pretendemos com esta questão conhecer a opinião dos alunos relativamente aos resumos dos filmes que foram observados e se os mesmos facilitaram as aprendizagens.

**Questão 5-** *Os debates, após visualização de filmes, serviram para fundamentar ideias e conceitos.*

Nesta questão queremos conhecer a opinião dos alunos relativamente aos resumos dos filmes que foram observados, se os mesmos promoveram aprendizagens.

**Questão 6-** *As fichas de trabalho fornecidas pelo docente permitiram consolidar conhecimentos.*

Pretendemos com esta questão conhecer a opinião dos alunos relativamente às fichas de trabalho que foram efectuadas, se as mesmas foram úteis.

**Questão 7-** *A resolução de exercícios do manual escolar foi uma ajuda na consolidação de conceitos.*

Relativamente a esta questão pretendemos conhecer a opinião dos alunos relativamente aos exercícios do manual escolar que foram realizados.

**Questão 8-** *As apresentações em PowerPoint facilitaram a aprendizagem.*

Com esta questão pretendemos conhecer a opinião dos alunos relativamente aos PowerPoints que foram explorados pelo professor, e se produziram o efeito desejado.

**Questão 9-** *O método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema.*

Pretendemos com esta questão conhecer a opinião dos alunos relativamente ao método de questionar, e se o mesmo conduziu os alunos às aprendizagens.

**Questão 10-** *As estratégias desenvolvidas em sala de aula foram as mais adequadas para a compreensão deste tema.*

Nesta questão pretendemos conhecer a opinião dos alunos relativamente às estratégias, e se as mesmas foram eficazes.

**Questão 11-** *A forma como o professor expôs a matéria foi elucidativa.*

Pretendemos com esta questão conhecer a opinião dos alunos relativamente ao método de ensino implementado pelo professor, e se o mesmo atingiu os objectivos pretendidos.

**Questões 12-** *No geral, os instrumentos de trabalho utilizados foram estimulantes.*

Com esta questão alvitrámos conhecer a opinião dos alunos relativamente aos instrumentos ou recursos didáticos utilizados, e se os mesmos conduziram os alunos às aprendizagens.

**Questão 13-** *As aulas permitiram construir um conhecimento aprofundado sobre o tema.*

Pretendemos com esta questão conhecer a opinião dos alunos relativamente às aulas, e se as mesmas contribuíram para o conhecimento sobre o tema. Esta questão pode ser cruzada com todas as outras.

**Questão 14-** *O debate em sala de aula foi suficiente para formar uma opinião fundamentada sobre a evolução das espécies na Terra.*

Nesta questão pretendemos conhecer a opinião dos alunos relativamente aos debates sobre a temática em estudo, e se os mesmos promoveram as aprendizagens desejadas.

### **4.3 - Consistência Interna do Inquérito por Questionário**

Relativamente à fiabilidade dos instrumentos de recolha de dados, segundo Hill e Hill (2009) “a existência de fiabilidade adequada é necessária, mas não o suficiente, para garantir validade adequada” (p.149).

A fiabilidade destes instrumentos de recolha de dados só foi testada quando os mesmos foram aplicados às unidades de análise, no estudo principal, uma vez que a fiabilidade requer coeficientes de fiabilidade, em que estejam envolvidos um número elevado de respondentes. Foi calculado o Alpha de Cronbach ( $\infty$ ), para a estimação da fiabilidade interna do instrumento de recolha de dados, estimativa, porque como referem Hill e Hill (2009) “não há uma amostra perfeita e, portanto, os coeficientes de fiabilidade, como todas as estatísticas descritivas, variam de amostra para amostra, logo, temos de tratá-los por estimativas” (p.148). O valor de Alpha ( $\infty$ ) aumenta com o número de itens e as correlações mais elevadas entre os itens do questionário e o número de respondentes da amostra (Hill & Hill, 2009).

Mesmo com quarenta e sete sujeitos respondentes, número considerado pequeno segundo a bibliografia, procedemos à estimação do Alpha de Cronbach ( $\infty$ ), no programa SPSS – versão 18 e respectivas opções. A base de dados foi submetida a códigos, de acordo com as diferentes variáveis (ordinais e não paramétricas, ordenáveis mas não quantificáveis) e fizemos entrar valores numéricos que respeitaram uma ordem numérica na escala adoptada (de 1 a 5 na escala de Lickert) (Maroco, 2010).

Para efectuar a estimativa do Alpha, considerámos a separação do questionário pelas partes que o distinguem, uma vez que não faria sentido o seu agrupamento.

O valor encontrado para o Alpha de Cronbach ( $\infty$ ) foi de 0,396 para a parte I e 0,762 para a parte II do inquérito por questionário, como se pode verificar no Quadro 5.

**Quadro 5. Estimação do coeficiente do Alpha de Cronbach**

Coeficiente de fiabilidade	Alpha de Cronbach ( $\infty$ )	N = Total de itens do questionário
<b>Parte I</b>		
	0,396	12
<b>Parte II</b>		
	0,762	14

Neste caso, e de acordo com Hill e Hill (2009), o Alpha de Cronbach confere ao instrumento de recolha de dados, inquérito por questionário (Apêndice 6), uma consistência interna razoável, devido ao número de participantes ser considerado reduzido (Maroco, 2010). No entanto, a parte I do inquérito por questionário, traduz valores inaceitáveis, mas se aumentássemos o número de respondentes a estimativa dos resultados iria certamente também aumentar.

#### **4.4 - Caracterização do Teste de Aprendizagens**

O teste de aprendizagens (Apêndice 6), direccionado para alunos é constituído por oito páginas e divide-se em duas partes.

A primeira parte inclui conteúdos ligados às teorias fixistas e evolucionistas, numa perspectiva histórica da Ciência, alusiva a algumas situações problemáticas que

requerem uma relação entre a teoria e os factos cientificamente aceites, em evolução biológica.

A segunda parte pretende aferir aprendizagens significativas sobre a evolução. Pretendemos que os alunos identifiquem situações que reflectam a evolução e os mecanismos que a sustentam, desde a selecção natural até aos argumentos aceites que a fundamentam e a tornam aceite cientificamente.

O principal objectivo do teste é conhecer que conhecimentos, aprendizagens e concepções os alunos possuem relativamente ao tema evolução biológica e como aplicam os conceitos aprendidos.

O teste envolve variáveis qualitativas, nomeadamente, a verificação dos conhecimentos e aprendizagens significativas, efectuadas pelos alunos nesta temática.

Para o teste de aprendizagem, foi desenvolvido o Quadro sinóptico apresentado no Quadro 6.

**Quadro 6. Quadro sinóptico do teste de aprendizagens.**

	N.º de itens	Categorias	Sub-Categorias	Objectivos Gerais	Objectivos específicos
Parte I	1.1; 1.1.1; 2.1.1; 2.1.2; 2.2; 3.1; 3.2.1; 3.2.2; 4.1 Total 10	Do Fixismo ao Evolucionismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teorias fixistas</li> <li>- Criacionismo</li> <li>- Catastrofismo</li> <li>• Teorias Evolucionistas</li> <li>- Lamarckismo</li> <li>- Darwinismo</li> </ul>	<p>Compreender as diferentes teorias para a explicação da evolução biológica.</p> <p>Compreender o mecanismo de selecção natural como aspecto determinante da evolução.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Distinguir teorias fixistas de teorias Evolucionistas;</li> <li>-Distinguir o lamarckismo do darwinismo;</li> <li>-Explicar a Teoria da evolução Darwin;</li> <li>- Reconhecer dados científicos da genética actual;</li> <li>- Reconhecer aspectos históricos que levaram á formulação da Teoria da evolução Darwin;</li> </ul>
	3.1; 3.2; 4.1; 5; 6.1; 6.2;		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Anatomia comparada</li> <li>•Paleontologia</li> <li>•Embriologia</li> </ul>	Compreender os diferentes argumentos que	- Distinguir os diferentes argumentos que

Parte II	6.3; 7.1 Total 11	A evolução como um facto	•Biogeografia •Biologia Molecular	apoiaram o evolucionismo.	apoiaram o evolucionismo
	2.1; 4.2.1(da Parte I) Total 2		• Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução	Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.  Compreender os mecanismos da evolução.	- Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo  - Distinguir os mecanismos de evolução
	1; 8.1 Total 2		• Selecção natural, selecção artificial e variabilidade	Compreender a evolução como um facto.  Compreender os mecanismos da evolução.	- Distinguir os mecanismos de evolução

A construção do teste de aprendizagens foi baseada nos relatórios do PISA- Programme for International Student Assessment. Depois da análise dos itens libertados das unidades utilizadas nos ciclos de 2000, 2003 e 2006, no domínio das Ciências experimentais, evolução biológica. Nos domínios de análise, o teste possui uma vertente para a aplicação do conhecimento e outra vertente para a demonstração de competências<sup>3</sup>, como por exemplo a resolução de problemas referente à temática evolução biológica. Os processos científicos que lhe estão inerentes dizem respeito a reconhecer questões investigáveis cientificamente, tirar e avaliar conclusões, comunicar conclusões válidas no que diz respeito à resolução de problemas e à aplicação do conhecimento científico e epistemológico.

Relativamente às questões do teste de aprendizagens e processos científicos que lhes estão inerentes, podemos visualizar esta correspondência no Apêndice 7.

De acordo com dados do GAVE (2006), os processos científicos baseiam-se nos seguintes processos:

<sup>3</sup> Demonstrar a aprendizagem e conhecimento sobre situações, discriminar características relevantes e irrelevantes (*dimensão perceptiva*); Escolher o modo apropriado para chegar a determinados fins, tendo em conta as várias possibilidades apresentadas, fazer juízos e aplicá-los (*dimensão normativa*) (GAVE, 2006).



### *1- Reconhecer questões investigáveis cientificamente*

Este reconhecimento significa ser capaz de identificar os tipos de questões a que a Ciência pode tentar dar resposta, ou a questão específica que está a ser, ou pode ser, testada numa situação particular.

### *2- Tirar e avaliar conclusões*

Este processo envolve o relacionamento das conclusões com a evidência em que estas estão, ou deveriam, estar baseadas. Pode ser avaliado, por exemplo, disponibilizando aos alunos um relato de uma investigação e as conclusões dela retiradas e solicitando uma avaliação destas conclusões, ou pedindo conclusões ou alternativas de conclusão que sejam consistentes com a evidência disponibilizada.

### *3- Comunicar conclusões válidas*

O processo envolvido consiste na expressão das conclusões que podem ser tiradas a partir de evidência disponível, de uma forma apropriada a uma audiência específica.

Pode ser testado, por exemplo, apresentando aos estudantes uma situação que requer informações ou evidências com origens diferentes que devem ser interligadas, para apoiar uma determinada linha de acção ou conclusão. A ênfase deve estar mais na clareza e na consistência da comunicação do que nas conclusões particulares que são apresentadas.

### *4- Demonstrar compreensão de conceitos científicos*

Revela-se compreensão ao ser-se capaz de aplicar conceitos em situações diferentes daquelas em que eles foram aprendidos.

Este processo envolve não só a evocação do conhecimento, mas também a demonstração da relevância desse conhecimento ou o seu uso na feitura de previsões ou na elaboração de explicações.

Pode ser testado, por exemplo, solicitando explicações ou previsões acerca de uma determinada situação, fenómeno ou acontecimento.

Do teste (Apêndice 6), fazem parte perguntas de resposta aberta e de escolha múltipla. As perguntas de resposta aberta permitem verificar o que os alunos produzem, baseados na sua compreensão acerca da questão e aquilo que eles conseguem comunicar. Em algumas questões existem pequenas situações problema, referentes à

temática, para os alunos resolverem, comunicando com clareza os seus processos de tomada de decisão no contexto do problema (GAVE, 2004).

Integram o teste questões de escolha múltipla, pois são adequadas para determinar com rapidez se os alunos dominam determinadas competências, conhecimentos e se têm capacidades ao nível da recolha de informação. Medem o conhecimento e a compreensão do estudante, bem como a selecção e aplicação de estratégias de resolução de problemas (GAVE, 2004).

A correcção do teste de aprendizagens (Apêndice 7) obedeceu a regras restritas, pois pretendemos saber se os alunos efectuaram ou não aprendizagens significativas e correctas cientificamente, respeitando os processos científicos envolvidos.

#### **4.5 - Entrevistas a Alunos – Focus Group**

Nas suas diferentes formas, os métodos de entrevista distinguem-se pela aplicação dos processos fundamentais de comunicação e de interacção humana (Quivy & Campenhoudt, 1998).

Utilizado individualmente ou conciliando com outros métodos ou técnicas de investigação qualitativa e quantitativa, o *focus group* é uma técnica qualitativa, muito utilizada em investigação em educação para aprofundar o conhecimento das necessidades dos sujeitos a serem investigados (Vaughn, 1996). Neste caso, utilizada para aprofundar os conhecimentos acerca de aprendizagens, atitudes, perspectivas dos alunos sobre a evolução biológica e métodos implementados em sala de aula, necessários para a sua leccionação.

O principal objectivo do *focus group* prende-se com a identificação de percepções, sentimentos, atitudes e opiniões dos participantes a respeito de um determinado assunto, produto ou actividade (Grbich, 1999). Esta é uma técnica qualitativa que visa o controlo da discussão de um grupo de pessoas, inspirada em entrevistas semi-directivas ou semi-dirigidas ou mesmo semi-abertas (Bardin, 2009).

Este tipo de entrevista, neste estudo, privilegiou a observação e o registo de reacções dos indivíduos participantes do grupo, que não seriam possíveis de captar por outros métodos, como por exemplo, a observação participante, as entrevistas individuais ou os questionários (Morgan, 1997).

Comparativamente com outras técnicas ou métodos, o *focus group* proporciona uma multiplicidade de visões e reacções emocionais no contexto do grupo (Krueger & King 1998; Morgan, 1997). O enfoque está na interacção dos elementos que constituem o grupo, aquando da discussão de um tema fornecido pelo investigador, dando a transparecer uma visão colectiva e não individual, uma vez que os dados resultam da interacção do grupo.

As entrevistas em grupo podem revelar-se interessantes, quer por razões de ganho de tempo, quer porque os efeitos procurados se situam mais ao nível das interacções entre diferentes pessoas do que nos factos precisos (Ketele & Roegiers, 1993).

Nesta pesquisa, foi importante constatar as perspectivas e percepções dos alunos, em situação de grupo, uma vez que temos duas turmas que pretendemos estudar. Sabemos que nestes contextos os alunos ao reflectirem sobre determinada questão, podem-se estimular simultaneamente, modificando o seu pensamento.

Tendo em conta que uma dificuldade destas entrevistas incide sobre o controlo de quem pretende dominar a sessão (Bogdan & Biklen, 2010), e que as entrevistas são gravadas por vídeo-aúdio é difícil posteriormente identificar os entrevistados, por isso a investigadora efectuou anotações durante as entrevistas, para além das gravações efectuadas com o auxílio da câmara de vídeo. As entrevistas foram transcritas no mesmo dia, de modo a minimizar os erros na obtenção de informação (Bogdan & Biklen, 2010).

A investigadora colocou as questões chave que se pretendiam aprofundar e outras questões surgiram com o desenrolar da conversa e troca de perspectivas entre os elementos dos grupos em análise. Não foi rejeitada qualquer resposta de modo a não colocar os alunos em situações desconfortáveis ou inseguros relativamente ao seu ponto de vista (Bogdan & Biklen, 2010).

O tempo estipulado para a entrevista em grupo foi de quarenta e cinco minutos para cada um dos quatro grupos. Os grupos de entrevista coincidiram com os turnos das respectivas turmas. Os grupos não foram seleccionados propositadamente porque não se verificaram peculiaridades que fossem de relevante interesse para o estudo. Deste modo, foi nossa pretensão apenas explorar as argumentações que os alunos faziam nos debates e assim aprofundar questões já exploradas com outros instrumentos de recolha de dados.

Para estas entrevistas foi estruturado um guião, do qual fazem parte as questões principais abordadas (Apêndice 8). Algumas questões são idênticas, para alunos e professores, uma vez que pretendíamos cruzar resultados e confrontar perspectivas.

Os Objectivos das entrevistas foram:

- *Identificar os conhecimentos e aprendizagens que os alunos efectuaram na unidade programática evolução biológica;*
- *Conhecer as concepções dos alunos acerca do tema evolução biológica;*
- *Conhecer opiniões dos alunos e professores face à metodologia implementada em sala de aula;*
- *Estabelecer a relação entre a metodologia implementada para a leccionação da unidade evolução biológica e as aprendizagens que foram efectuadas.*

Questões que foram colocadas nas entrevistas aos alunos:

***Questão 1 – O que entendem por evolução biológica das espécies?***

Com esta questão pretendemos promover o debate e a capacidade de argumentação entre os alunos e identificar atitudes, opiniões, aprendizagens e conceitos aprendidos.

***Questão 2- De acordo com o que foi leccionado nas aulas, como explicam a evolução das espécies, incluindo a espécie humana?***

Pretendemos com esta questão perceber que aprendizagens foram efectuadas nesta temática e se os alunos incluem a evolução da espécie humana na evolução biológica, uma vez que esta não se encontra contemplada no programa para ser abordada. E se incluem e relacionam a evolução humana com as perspectivas evolucionistas, mais relevantes do programa, darwinismo e neodarwinismo.

***Questão 3 - Consideram importante a discussão entre evolucionismo e criacionismo na sala de aula?***

Esta questão pretendia aferir se os alunos consideram que existe controvérsia entre evolucionismo e criacionismo. Pretendemos cruzar com as informações extraídas das observações de aula e questionário.

***Questão 4 - Existe controvérsia entre Ciência e religião?***

A finalidade desta questão foi a de aferir opiniões dos alunos relativamente a esta controvérsia. Com isto podemos verificar como é que a abordagem temática foi efectuada nas aulas. Estas respostas foram cruzadas com as respostas do questionário.

**Questão 5 - *Que recursos didáticos foram utilizados nesta abordagem?***

Com esta questão pretendeu-se saber quais os recursos que foram mais significativos na aprendizagem dos alunos.

**Questão 6 - *Se fosse professor que estratégia utilizaria para abordar este tema, de modo a levar os alunos a efectuar aprendizagens?***

Com esta questão pretendemos que os alunos revelassem como gostariam de ter aprendido esta temática, que estratégias acrescentariam a esta abordagem. As suas escolhas poderiam demonstrar as suas opções por estilos de ensino.

**4.6 - Entrevista a Professores**

A entrevista aos professores foi do tipo *semi-dirigida*. Foi notória a empatia entre investigadora e professores, o que permitiu uma maior descontração que proporcionou respostas satisfatórias às questões a explorar.

As entrevistas foram gravadas através de vídeo e transcritas nesse mesmo dia, para que fosse garantido o rigor na recolha de informações.

Muitas das questões que foram colocadas aos professores também foram colocadas aos alunos, o que nos permitiu cruzar a informação.

Passamos agora a apresentar cada uma delas.

**Questão 1- *O que entende por evolução biológica das espécies?***

Com esta questão pretendemos que os professores revelassem as suas concepções face à evolução biológica das espécies.

**Questão 2- *Considera importante contemplar a evolução humana no programa da disciplina de Biologia e Geologia?***

O objectivo desta questão foi perceber se os professores incluíam o exemplo da evolução da espécie humana no tema evolução biológica, uma vez que esta não se encontra contemplada no programa.

**Questão 3-** *Considera importante a discussão entre evolucionismo e criacionismo na sala de aula?*

Com esta questão pretendemos conhecer as percepções dos professores relativamente a este assunto e cruzar as estas respostas com as respostas dos alunos.

**Questão 4-** *Existe controvérsia entre Ciência e religião?*

Pretendemos com esta questão aferir opiniões sobre esta antagonia e saber quais são as percepções dos professores relativamente a este assunto. E de que modo estas percepções podem ter influenciado a abordagem que foi efectuada nas aulas.

**Questão 5-** *Que metodologias utilizou para abordar este tema?*

Nesta questão, pretendemos que os professores justifiquem a opção metodológica implementada em sala de aula.

Estas questões serviram para aferir as percepções dos professores e comparar com as percepções dos alunos, a partir do cruzamento de resultados obtidos através dos vários instrumentos de recolha de dados.



## Capítulo II - Apresentação, Análise e Discussão dos Resultados

### 1 – Caracterização dos Participantes

No estudo que se apresenta participaram quarenta e sete alunos, distribuídos por duas turmas de ensino secundário, do 11.º ano, a frequentar a disciplina de Biologia e Geologia.

No que diz respeito ao sexo e de acordo com a Tabela 1 de distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para essa variável, podemos verificar que as turmas são distintas, pois na Turma 1 a percentagem de alunas predomina em relação aos alunos, e na Turma 2 acontece o inverso.

**Tabela 1. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para a variável sexo.**

Género Codificação, valor+descrição	Turmas				Total	
	Turma 1		Turma 2		Turma 1+Turma2	
	Frequência	%	Frequência	%	Frequência (N)	%
1-Feminino	19	76	9	40,9	28	59,6
2-Masculino	6	24	13	59,1	19	40,4
<b>Total</b>	25	100	22	100	47	100

Para a variável idade, podemos verificar na Tabela 2 que na Turma 1 os alunos possuíam 16 ou 17 anos, sendo a percentagem de alunos com 16 anos de 72 %. Na Turma 2, os alunos possuem entre 15 e 18 anos, sendo a percentagem de alunos com 16 anos de 70 % aproximadamente, portanto a idade predominante eram os dezasseis anos.

**Tabela 2. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para a variável idade.**

Idade Valor	Turmas				Total	
	Turma 1		Turma 2		Turma 1+Turma2	
	Frequência	%	Frequência	%	Frequência	%
15	---	---	1	4,5	1	2,1
16	18	72	15	68,2	33	70,2
17	7	28	5	22,7	12	25,5
18	---	---	1	4,5	1	2,1
<b>Total</b>	25	100	22	100	47	100



## 2- A Planificação Didáctica

A planificação didáctica é a âncora do ensino, nela são inseridas as intenções que o professor projecta para o ensino que vai implementar em sala de aula. Permite-nos prever como os professores interpretam e gerem as orientações curriculares do Ministério.

Com o intuito de conhecer mais pormenorizadamente o que se iria passar nestas salas de aula, efectuámos uma análise da planificação didáctica a médio prazo, utilizada pelos professores do estudo, pois as planificações a médio prazo contêm detalhes, como objectivos de aprendizagem ou competências específicas, as oportunidades para alcançá-los, os recursos necessários e as estratégias a utilizar, que permitem facilitar o ensino e a aprendizagem (Ward, et al., 2010), da qual passamos a efectuar uma descrição.

A planificação didáctica segue as orientações curriculares estabelecidas no programa da disciplina para esta temática. O ensino foi centrado essencialmente para trabalhar conteúdos, como se pode confirmar através das aulas observadas.

Na planificação, estão delineadas competências procedimentais e atitudinais, provenientes do programa da disciplina na temática evolução biológica, como se pode verificar no Anexo 1e 2 e que passamos a apresentar:

- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao fixismo.
- Analisar, interpretar e discutir casos/ situações que envolvam mecanismos de selecção natural e artificial.
- Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.
- Valorização do conhecimento da história da Ciência para compreender as perspectivas actuais.
- Reconhecimento do carácter provisório dos conhecimentos científicos, bem como da importância epistemológica das hipóteses. Reconhecimento de que o avanço científico-tecnológico é condicionado por contextos (sócio-económicos, religiosos, políticos...), geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais.
- Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos.

- Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.

Relativamente às metodologias e estratégias adoptadas pelos professores, de acordo com a análise da planificação, consideramos que os mesmos optaram por métodos clássicos, como por exemplo a exploração de apresentações / transparências para interpretação de gráficos, tabelas, esquemas e fotografias (para todos os subtemas) e fichas de trabalho.

### **3- A Observação de Aulas**

Com a observação de aulas pretendemos complementar as informações extraídas dos vários instrumentos de recolha de dados.

Os métodos utilizados pelos professores incluem estratégias e recursos que nos permitiram inferir quanto aos modelos de ensino praticados nestas salas de aula.

Não foi nossa pretensão efectuar uma descrição exaustiva das aulas observadas, uma vez que as mesmas serviam apenas para complementar os dados e conclusões e as opções metodológicas efectuadas pelos professores.

A actividade do professor é caracterizada pelo desafio permanente em estabelecer relações interpessoais com os educandos, de modo a que os processos de ensino e de aprendizagem sejam articulados e que os métodos de ensino utilizados cumpram os objectivos e estratégias propostas na planificação. Os professores utilizam as estratégias de ensino para alcançar os objectivos. A expressão “estratégias de ensino” refere-se neste contexto aos meios utilizados pelos docentes na articulação do processo de ensino, de acordo com cada actividade e os resultados esperados. As estratégias visam a consecução de objectivos e competências que devem estar claros para os sujeitos envolvidos – professores e alunos em primeiro lugar.

Numa breve descrição das aulas observadas, podemos inferir que os professores escolheram métodos mais centrados no professor, mas também métodos que permitiram o envolvimento directo dos alunos no trabalho, responsabilizando-os pela construção da sua própria aprendizagem.

No entanto, constatámos que os professores utilizaram outras estratégias e métodos para além dos que constam da planificação didáctica (Anexo 2). Podemos afirmar também que o ensino estabelecido em sala de aula seguiu de perto as sugestões metodológicas do programa (Anexo 1).

No que toca às estratégias, os professores privilegiaram a realização de fichas de trabalho, visualização de filmes sobre a temática, resumos dos filmes, exercícios do manual escolar, debates sobre os filmes e sobre aspectos específicos da matéria e questionamento na aula para desenvolvimento em resposta aberta. Semanalmente os alunos respondiam por escrito a uma questão problema, relacionada com os conteúdos leccionados, como exercício complementar para o exame nacional.

Inferimos, assim, que os professores tiveram algum cuidado e atenção na escolha das estratégias, transpareceu uma preocupação com a eventual mudança conceptual dos alunos, pois os professores apostaram muito no diálogo e na troca de perspectivas entre alunos. Pudemos observar que as tentativas de promoção de debates e diálogos permitiriam desenvolver a metacognição, porém os alunos nem sempre corresponderam com sucesso a estas actividades. Destacamos a Turma 1 que, neste aspecto, demonstrou possuir um desenvolvimento cognitivo mais elevado, pela qualidade das conclusões e respostas a que chegaram, quer nos debates, quer na correcção de fichas e trabalhos sugeridos pelos professores.

Para operacionalizar as estratégias é necessário que exista preocupação do aluno em participar activamente na actividade, e também do professor, para incutir o estímulo necessário para que se complete o acto de ensino e aprendizagem. Neste caso, ambos os professores demonstraram saber como estimular os alunos para as aprendizagens, no entanto, a Turma 1 revelou-se mais participativa e receptiva ao envolvimento no trabalho.

Os recursos didácticos são também importantes neste processo de ensino e de aprendizagem, eles facilitam a visualização e a comunicação da informação. Neste caso, foram utilizados recursos como apresentações em PowerPoint, fichas de trabalho e filmes. Destes, destacamos as apresentações em PowerPoint, ferramenta privilegiada por estes professores, uma vez que os alunos mostraram sentir-se confortáveis e satisfeitos com os mesmos. Sendo esta uma ferramenta que segue em geral uma lógica expositiva, ou seja, que torna o ensino centrado no professor e os alunos assumem um papel passivo, pode no entanto tornar-se estimulante se for bem explorada e se o seu conteúdo for apelativo e adequado aos alunos. Baseados nas entrevistas, constatámos,

que estes alunos preferem apresentações em PowerPoint para terem um resumo da matéria, para que assim se torne mais fácil estudar, segundo o que se torna preocupante pois nem tudo estas apresentações podem e devem conter, caso contrário este método tornar-se-ia desadequado, monótono e desinteressante.

Numa análise mais global, verificámos que as aulas foram, na sua maioria, leccionadas através da exposição do conteúdo, mas em que foram criadas condições para o envolvimento e participação activa dos alunos, cujo conhecimento prévio foi considerado como ponto de partida.

Tendo em conta as concepções que os alunos têm de determinada situação só podem ser modificadas quando se confrontam ideias, dando lugar a uma eventual mudança conceptual.

Em suma, o ensino praticado nestas salas de aulas foi um ensino direccionado para competências, mas em que a ênfase nos conteúdos esteve presente.

#### **4 – A Questão Exploratória**

##### **“O que entendem por evolução biológica das espécies?”**

A questão exploratória colocada pelos professores na primeira aula em que foi abordado o tema, serviu não só como organizador prévio para a abordagem do conteúdo, mas também para apurar os conhecimentos prévios e concepções alternativas, intuitivas ou mesmo pré-concepções, que os alunos possuíam acerca do tema.

Os alunos dividiram-se em grupos de quatro elementos e efectuaram reflexões acerca da questão, com posterior debate, apelando às suas perspectivas e concepções acerca do tema.

Posteriormente, a mesma questão foi colocada nas entrevistas aos alunos e professores de modo a aferir as aprendizagens efectuadas, e triangular assim, com as concepções dos professores.

A sua análise foi efectuada através da técnica de descrição.

Pelo que analisámos na observação de aulas, os alunos revelaram já possuir concepções acerca do assunto, mas não demonstraram conhecer teorias, nem conceitos específicos do tema. Apenas referiram a evolução como sendo o desenvolvimento dos seres vivos a partir de um ancestral comum, estes conceitos são abordados no 7.º ano de escolaridade, na unidade “História da Terra”, na disciplina de Ciências naturais.

As argumentações dos alunos acerca da evolução das espécies é pouco fundamentada, por vezes, provêm das concepções do senso comum, muitos deles não tinham ainda reflectido sobre esta questão. A maioria das respostas efectuadas a esta questão não possuem conteúdo científico adequado, nenhum aluno referiu uma criação divina das espécies, mas consideraram a possibilidade de existir perspectivas paralelas à científica, nomeadamente de índole religiosa.

## **5 - O Inquérito por Questionário**

### **5.1 - Metodologia de Análise de Dados**

Como metodologia de análise de dados, relativamente ao inquérito por questionário, optámos por um tratamento estatístico com utilização de estatística descritiva simples. Esta técnica descreve, de forma sumária, as características de uma ou mais variáveis fornecidas por uma amostra de dados, sendo as estatísticas descritivas mais vulgares as medidas de tendência central, como o valor médio, a mediana e a moda (Hill & Hill, 2009). No entanto, como a escala de medida utilizada neste questionário é ordinal, utilizámos técnicas não-paramétricas (Hill & Hill, 2009). Neste caso, a metodologia de análise permitiu-nos conhecer as frequências de respostas para cada item e a distribuição dos resultados obtidos através da Moda (Maroco, 2010). Para esta investigação não foi necessário considerar outras medidas de descrição, uma vez que possuíamos dados necessários para visualizar tendências de resposta e inferir conclusões.

### **5.2- Apresentação e Discussão dos Resultados**

O inquérito por questionário utilizado neste estudo (Apêndice 5), possui, como já foi referido em tópico anterior, uma nomenclatura de resposta de acordo com a escala

de Lickert. Esta escala assume, valores de 1 a 5, com a seguinte descrição: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Não concordo nem discordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente.

Os resultados obtidos que se situam no valor de medida central da escala (3), não concordo nem discordo, evidenciam falta de resposta ou opinião relativamente ao pretendido.

Os resultados apresentados, sintetizados em tabelas, resultaram do tratamento de dados com a utilização do programa SPSS-18, de onde resultaram os *outputs* que se apresentam em CD anexo.

Os resultados que se apresentam são referentes às duas turmas individualmente e em conjunto, de modo a aferir diferentes resultados e inferir conclusões.

**Tabela 3. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item *gosto pela disciplina***

Codificação, valor+descrição	Turmas				Total	
	Turma 1		Turma 2		Turma 1+Turma 2	
	Frequência	%	Frequência	%	Frequência	%
1-Sim	25	100	22	100	47	100
2-Não	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	25	100	22	100	47	100

Relativamente à Turma 1 e 2, num total de 47 alunos, 100% manifestaram gostar da disciplina de Biologia e Geologia.

**Tabela 4. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item *gosto pelo tema evolução biológica*.**

Codificação, valor+descrição	Turmas				Total	
	Turma 1		Turma 2		Turma 1+Turma 2	
	Frequência	%	Frequência	%	Frequência	%
1-Sim	25	100	22	100	47	100
2-Não	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	25	100	22	100	47	100

Também, relativamente a esta questão, os 47 alunos dizem ter gostado do tema evolução biológica.

**Parte I do Inquérito por Questionário – Percepções sobre a evolução biológica**

**Questão 1-** A evolução das espécies é baseada em dados e estudos cientificamente provados.

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 5.

**Tabela 5. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item a evolução das espécies é baseada em dados e estudos cientificamente provados.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma 2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>2-D</b>	0	0		2	9,1		2	4,3	
<b>3-ND</b>	2	8	4	1	4,5	4	3	6,4	4
<b>4-C</b>	18	72		14	63,6		32	68,1	
<b>5-CT</b>	5	20		5	22,7		10	21,3	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Na Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de resposta de cinco. No total registaram-se vinte e três respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 92 %.

Relativamente à Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de catorze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de resposta de cinco. Registaram-se então, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 86,3 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), registaram-se quarenta e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 89,4 %.

Assim, a maior parte dos alunos, em ambas as turmas, concordou com o carácter científico da evolução das espécies.

Ressaltamos que dois alunos na Turma 2 manifestaram discordar do carácter científico da evolução das espécies, sinal de que a sua perspectiva sobre a evolução se baseia em outro tipo de argumento.

**Questão 2-** *Antes da abordagem dos conteúdos sobre a evolução das espécies em sala de aula já tinha uma ideia formulada a respeito desta temática.*

A Tabela 6, mostra a distribuição das respostas a esta questão.

**Tabela 6. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item concepções prévias sobre evolução das espécies**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma 2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>2-D</b>	3	12		5	22,7		8	17	
<b>3-ND</b>	3	12	4	5	22,7	4	8	17	4
<b>4-C</b>	15	60		7	31,8		22	46,8	
<b>5-CT</b>	4	16		5	22,7		9	19,1	
<b>Total</b>	0	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de quinze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de quatro. Registaram-se então, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 76 %.

Relativamente à Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de sete para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de resposta de cinco. Registaram-se então, doze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 54,5 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e dois para o valor quatro. Para o valor cinco, verificou-se uma frequência de respostas de nove, no total registaram-se trinta e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 65,9 %.



A resposta modal situou-se no valor quatro que, corresponde a “concordo”, sinal de que, na sua maioria, em ambas as turmas, os alunos revelaram já possuir uma ideia formulada relativamente à evolução das espécies antes da sua abordagem em sala de aula, apesar de alguns se manifestarem sem opinião relativamente ao assunto.

A possibilidade de se verificar um maior número de concepções alternativas na Turma 1, ficou colocada pois mais alunos revelaram possuir já ideias sobre o tema.

**Questão 3- As teorias fixistas são importantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia.**

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 7.

**Tabela 7. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a importância das teorias fixistas numa perspectiva histórica das ideias em Biologia.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma 2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	2	8		3	13,6		5	10,6	
2-D	3	12		2	9,1		5	10,6	
3-ND	7	28	4	1	4,5	4	8	17	4
4-C	12	48		12	54,5		24	51,1	
5-CT	1	4		4	18,2		5	10,6	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de um. Registaram-se então, treze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 52 %.

Relativamente à Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de quatro. Registaram-se então, dezasseis respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 72,7 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de resposta mais elevada foi de vinte e quatro para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco

(“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de cinco, no total registaram-se vinte e nove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 61,7 %.

Na sua maioria, os alunos consideraram que as teorias fixistas são importantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia, o que leva a crer que a perspectiva dos alunos quanto às teorias fixistas é de índole histórica, sem deixar de considerar a importância histórica para a evolução do pensamento biológico.

**Questão 4- É à luz de teorias evolucionistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.**

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 8.

**Tabela 8. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, é à luz das teorias evolucionistas se pode explicar a evolução das espécies na Terra.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma 2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>2-D</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>3-ND</b>	1	4	4	1	4,5	5	2	4,3	5
<b>4-C</b>	13	52		9	40,9		22	46,8	
<b>5-CT</b>	11	44		12	54,5		23	48,9	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de treze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de onze. Registaram-se, então, vinte e quatro respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 96 %.

Relativamente à Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi doze para o valor cinco na escala de Lickert (“concordo totalmente”). No valor quatro (“concordo”), verificou-se uma frequência de respostas de nove. Registaram-se, então, vinte e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 95,4 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e três para o valor cinco na escala de Lickert (“concordo totalmente”). No valor quatro (“concordo”), verificou-se uma frequência de respostas de vinte e dois. No total registaram-se quarenta e cinco respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 95,7 %.

Podemos dizer que os alunos consideraram que é à luz das teorias evolucionistas que se pode explicar a evolução das espécies.

Os resultados sugerem que os alunos possuem uma perspectiva histórica dos factos subjacentes à evolução biológica e integram a evolução numa perspectiva científica.

**Questão 5-** *A temática evolução da espécie humana deveria estar incluída no programa da disciplina para melhor se compreender a evolução dos seres vivos.*

A Tabela 9, mostra a distribuição das respostas a esta questão.

**Tabela 9.** Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, *a evolução da espécie humana e a sua inclusão no programa da disciplina.*

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma 2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>2-D</b>	2	8		1	4,5		3	6,4	
<b>3-ND</b>	7	28	4	6	27,3	4	13	27,7	4
<b>4-C</b>	12	48		9	40,9		21	44,7	
<b>5-CT</b>	4	16		6	27,3		10	21,3	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de quatro. Registaram-se então, dezasseis respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 64 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de nove para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de seis. Registaram-se então, quinze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 68,2 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e um para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de respostas de dez, no total registaram-se trinta e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 66 %.

Uma vez que o número de respostas foi maioritariamente concordante, pode dizer-se que a maioria dos alunos considerou que o tema evolução da espécie humana deveria estar incluído no programa para melhor se compreender a evolução das espécies.

**Questão 6-** *As teorias fixistas constituem apenas história no que respeita às ideias em Biologia.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 10.

**Tabela 10.** Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, *as teorias fixistas constituem apenas história no que respeita às ideias em Biologia.*

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma 2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	6	24		5	22,7		11	23,4	
3-ND	6	24	4	7	31,8	4	13	27,7	4
4-C	12	48		8	36,4		20	42,6	
5-CT	1	4		2	9,1		3	6,4	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de um. Registaram-se, então, treze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 52 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de oito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de dois. Registaram-se, então, dez respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 45,5 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de respostas de três, no total registaram-se vinte e três respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 49 %.

Na sua maioria, os alunos consideraram que as teorias fixistas fazem parte da história das ideias em Biologia, o que leva a crer que a perspectiva dos alunos quanto às teorias fixistas é histórica, o que não deixa de ser importante para a estruturação do pensamento biológico.

Comparativamente à questão três, uma vez que ambas as afirmações são idênticas relativamente ao conteúdo, e se verificou uma diferença nas percentagens de respostas concordantes, nomeadamente na Turma 2, os alunos revelaram alguma inconsistência, caso contrário não teria existido dispersão de respostas.

**Questão 7-** *A evolução das espécies é um tema que não sugere controvérsia do ponto de vista científico.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 11.

**Tabela 11. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a evolução das espécies é um tema que não sugere controvérsia do ponto de vista científico.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	5	20		5	22,7		10	21,3	
<b>2-D</b>	13	52		11	50		24	51,1	
<b>3-ND</b>	3	12	2	4	18,2	2	7	14,9	2
<b>4-C</b>	4	16		2	9,1		6	12,8	
<b>5-CT</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de treze para o valor dois na escala de Lickert (“discordo”). No valor um (“discordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas cinco. Registaram-se, então, dezoito respostas discordantes, o que equivale a uma percentagem de 72 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de onze para o valor dois na escala de Lickert (“discordo”). No valor um (“discordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas cinco. Registaram-se, então, dezasseis respostas discordantes, o que equivale a uma percentagem de 72,7 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e quatro para o valor dois na escala de Lickert (“discordo”). No valor um (“discordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de dez, no total registaram-se trinta e quatro respostas discordantes, o que equivale a uma percentagem de 72,4 %.

De acordo com os resultados, na sua maioria os alunos consideram que a *evolução das espécies* é um tema que sugere controvérsia do ponto de vista científico.

Podemos considerar que embora os alunos encarem a evolução das espécies como aceite cientificamente, a controvérsia surge nas suas percepções, provavelmente devido às representações sociais que têm a ver com o seu sistema de crenças. Valores éticos de cariz religioso se levantam, o que nos indica que os alunos aceitam a dicotomia entre Ciência e religião.

**Questão 8-** *Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 12.

**Tabela 12. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a *Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções.***

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	4	16		0	0		4	8,5	
3-ND	7	28	5	3	13,6	4	10	21,3	5
4-C	6	24		10	45,5		16	34	
5-CT	8	32		9	40,9		17	36,2	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda;

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de oito para o valor cinco na escala de Lickert (“concordo totalmente”). No valor quatro (“concordo”), verificou-se uma frequência de respostas de seis. Registaram-se então, catorze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 56 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de dez para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de nove. Registaram-se então, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 86,4 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de dezassete para o valor cinco na escala de Lickert (“concordo totalmente”). No valor quatro “concordo”, verificou-se uma frequência de respostas de dezasseis, no total registaram-se trinta e três respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 70,2 %.

De acordo com os resultados, verificou-se uma dispersão de respostas. Na turma 1, muitos alunos revelaram não ter opinião e alguns até discordam da afirmação, embora numa minoria. A Turma 2 revelou-se mais concordante, a maioria dos alunos considera que Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções, o que leva a crer que os alunos consideram que estas duas áreas não se tocam, portanto, também deveriam ter reportado para a pergunta anterior essa perspectiva, mas não o fizeram, pois o seu sistema de crenças ou de valores talvez não o tivesse permitido.

***Questão 9-*** *A evolução biológica está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e da Geologia.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 13.

**Tabela 13. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a evolução biológica está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e da Geologia.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	3	12		3	13,6		6	12,8	
3-ND	7	28	4	4	18,2	4	11	23,4	4
4-C	11	44		10	45,5		21	44,7	
5-CT	4	16		5	22,7		9	19,1	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de onze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de quatro. Registaram-se, então, quinze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 60 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de dez para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de cinco. Registaram-se, então, quinze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 68,2 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e um para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de respostas de nove, no total registaram-se trinta respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 63,8 %.

Na sua maioria, os alunos consideram que a *evolução biológica* está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e da Geologia. Esta questão vai ao encontro das respostas dadas na questão 1 e, portanto, deveriam ser concordantes também na questão 7, que integra a controvérsia, mas não é isso que se verifica.



**Questão 10-** *A sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 14.

**Tabela 14.** Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, *a sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico.*

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	0	0		1	4,5		1	2,1	
<b>2-D</b>	1	4		1	4,5		2	4,3	
<b>3-ND</b>	5	20	4	2	9,1	4	7	14,9	4
<b>4-C</b>	11	44		10	45,5		21	44,7	
<b>5-CT</b>	8	32		8	36,4		16	34	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda;

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de onze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de oito. Registaram-se, assim, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 76 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de dez para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de oito. Registaram-se, desse modo, dezoito respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 81,9 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e um para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de respostas de dezasseis no total registaram-se trinta e sete respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 78,7 %.

Na sua maioria, os alunos consideram que a sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico, o que vai ao encontro das respostas da questão 8. Na turma 2 algumas respostas foram discordantes, embora numa

minoría. Na turma 1, tal como na questão oito, alguns alunos revelaram não possuir opinião.

Esta questão vai ao encontro da questão 8, uma vez que possuem o mesmo conteúdo, logo podemos verificar que os resultados obtidos foram semelhantes, o que significa que os alunos não terão respondido aleatoriamente a estes itens, o que revela que os alunos possuem representações válidas relativamente à diferença entre Ciência e religião.

**Questão 11- Ciência e religião são áreas diferentes, não se devem misturar.**

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 15.

**Tabela 15. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a Ciência e religião são áreas diferentes, não se devem misturar.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	1	4		0	0		1	2,1	
<b>2-D</b>	3	12		3	13,6		6	12,8	
<b>3-ND</b>	8	32	3	4	18,2	4	12	25,5	4
<b>4-C</b>	8	32		9	40,9		17	36,2	
<b>5-CT</b>	5	20		6	27,3		11	23,4	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de oito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de cinco. Registaram-se, então, treze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 52 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de nove para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de seis. Registaram-se, assim, quinze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 68,2 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de dezassete para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco

“concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de respostas de onze no total registraram-se vinte e oito respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 59,6 %.

Na sua maioria, os alunos consideram que Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções, em concordância com as respostas dadas na questão oito.

A Turma 1, possui um maior número de respostas discordantes e sem opinião que o número de respostas, para esses parâmetros, na Turma 2.

Esta questão está em consonância com a questão oito, uma vez que possuem o mesmo conteúdo, logo podemos verificar que os resultados obtidos foram semelhantes, o que significa que aparentemente os alunos não responderam de forma aleatória a estes itens.

**Questão 12-** *É à luz de teorias fixistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 16.

**Tabela 16. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item *é à luz de teorias fixistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.***

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	7	28		11	50		18	38,3	
<b>2-D</b>	8	32		6	27,3		14	29,8	
<b>3-ND</b>	3	12	2	1	4,5	1	4	8,5	1
<b>4-C</b>	7	28		4	18,2		11	23,4	
<b>5-CT</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de oito para o valor dois na escala de Lickert (“discordo”). No valor um (“discordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de sete. Registaram-se, ao todo, quinze respostas discordantes, o que equivale a uma percentagem de 60 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de onze para o valor 1 na escala de Lickert (“discordo totalmente”). No valor 2 (“discordo”), verificou-se uma frequência de respostas seis. Registraram-se, então, dezassete respostas discordantes, o que equivale a uma percentagem de 77,3 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor 1 na escala de Lickert (“discordo totalmente”). No valor dois “discordo”, verificou-se uma frequência de respostas de catorze, no total registaram-se trinta e duas respostas discordantes, o que equivale a uma percentagem de 68,1 %.

A Turma 1 revela-se menos discordante e mais concordante que a Turma 2.

No entanto, na sua maioria, os alunos consideram que não é à luz de teorias fixistas que se pode explicar a *evolução das espécies* na Terra. O que coincide com as respostas concordantes nas questões, um, quatro, cinco e nove. No entanto os alunos responderam de forma discordante à afirmação da questão sete.

As teorias fixistas não servem para explicar a evolução das espécies, mas no entanto os alunos consideram haver controvérsia relativamente a esta questão.

*Parte II do Inquérito por Questionário - O ensino do tema “evolução biológica”, na sala de aula*

**Questão 1- O tempo dedicado ao tema evolução biológica foi adequado.**

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 17.

**Tabela 17. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, o tempo dedicado ao tema evolução biológica foi adequado.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	1	4		0	0		1	2,1	
<b>2-D</b>	1	4		0	0		1	2,1	
<b>3-ND</b>	2	8	4	1	4,5	4	3	6,4	4
<b>4-C</b>	18	72		18	81,8		36	76,6	
<b>5-CT</b>	3	12		3	13,6		6	12,8	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de três. Registaram-se então, vinte e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 84 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de três. Registaram-se, ao todo, vinte e uma respostas concordantes (95,4 %).

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta e seis para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de respostas de seis no total registaram-se quarenta e duas respostas concordantes (89,4 %).

Os alunos na sua maioria, em ambas as turmas, concordam com o tempo destinado ao tratamento do conteúdo evolução biológica.

**Questão 2-** *A visualização de filmes relacionados com o evolucionismo e criacionismo foi uma prática adequada para a exploração deste tema.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 18.

**Tabela 18. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a visualização de filmes relacionados com o evolucionismo e criacionismo foi uma prática adequada para a exploração deste tema.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
<b>1-DT</b>	0	0		0	0		0	0	
<b>2-D</b>	0	0		1	4,5		1	2,1	
<b>3-ND</b>	1	4	4	2	9,1	5	3	6,4	4
<b>4-C</b>	17	68		9	40,9		26	55,3	
<b>5-CT</b>	7	28		10	45,5		17	36,2	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezassete para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo

totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de sete. Registaram-se então, vinte e quatro respostas concordantes (96 %).

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de nove para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de dez. Registaram-se, assim, dezanove respostas concordantes ou 86,4 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e seis para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de respostas de dezassete no total registaram-se quarenta e três respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 91,5 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que a visualização de filmes relacionados com o evolucionismo e criacionismo foi uma prática adequada para a exploração deste tema.

Embora a Turma 2, possua uma moda de valor cinco, que corresponde ao “concordo totalmente” na escala de Lickert, é a Turma 1 que se revele mais concordante nesta questão, uma vez que apresenta uma percentagem maior de respostas concordantes, o que pode indicar uma maior preferência por esta prática.

***Questão 3- O guião do filme visualizado foi bastante esclarecedor relativamente aos conceitos abordados.***

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 19.

**Tabela 19. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, o guião do filme visualizado foi bastante esclarecedor relativamente aos conceitos abordados**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	6	24	4	5	22,7	4	11	23,4	4
4-C	18	72		14	63,6		32	68,1	
5-CT	1	4		3	13,6		4	8,5	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de respostas de um. Foram, ao todo, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 76 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de catorze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de três respostas. Registaram-se então, dezassete respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 77,2 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta e dois para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de quatro respostas, no total registaram-se trinta e seis respostas concordantes registaram-se quarenta e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 76,6 %.

Os alunos na sua maioria, em ambas as turmas consideram que o guião do filme visualizado foi bastante esclarecedor relativamente aos conceitos abordados. Embora a Turma 2 se revele mais concordante.

**Questão 4-** *A realização de resumos, relativamente aos filmes observados, foi enriquecedora.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 20.

**Tabela 20. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a realização de resumos, relativamente aos filmes observados, foi enriquecedora.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	1	4		4	18,2		5	10,6	
3-ND	5	20	4	2	9,1	4	7	14,9	4
4-C	16	64		11	50		27	57,4	
5-CT	3	12		5	22,7		8	17	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezasseis para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de três respostas. Obtiveram-se, então, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 76 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de onze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de cinco respostas. Registaram-se, então, dezasseis respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 72,7 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e sete para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de oito respostas, no total registaram-se trinta e cinco respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 74,4 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que a realização de resumos, relativamente aos filmes observados, foi enriquecedora. Embora a Turma 1 se revele mais concordante relativamente a esta prática, ainda que a diferença seja pouca.

**Questão 5-** *Os debates, após visualização de filmes, serviram para fundamentar ideias e conceitos.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 21.



**Tabela 21. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, os debates, após visualização de filmes, serviram para fundamentar ideias e conceitos.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	4	16	4	3	13,6	4	7	14,9	4
4-C	18	72		12	54,5		30	63,8	
5-CT	3	12		7	31,8		10	21,3	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de três respostas. Registraram-se, então, vinte e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 84 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de sete respostas. Registraram-se, então, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 86,3 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de dez respostas, no total registaram-se quarenta respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 85,1 %.

Os alunos na sua maioria, em ambas as turmas, consideram que os debates, após visualização de filmes, serviram para fundamentar ideias e conceitos. Embora a Turma 1 se revele mais concordante relativamente a esta prática, ainda que a diferença seja mínima.

**Questão 6-** *As fichas de trabalho fornecidas pelo docente permitiram consolidar conhecimentos.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 22.

**Tabela 22. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, as fichas de trabalho fornecidas pelo docente permitiram consolidar conhecimentos.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	0	0	4	2	9,1	4	2	4,3	4
4-C	17	68		13	59,1		30	63,8	
5-CT	8	32		7	31,8		15	31,9	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezassete para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de oito respostas. Registaram-se então, vinte e cinco respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 100 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de treze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de sete respostas. Registaram-se, então, vinte respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 90,9 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de quinze respostas, no total registaram-se quarenta e cinco respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 95,7 %.

Os alunos na sua maioria, em ambas as turmas, consideram que as fichas de trabalho fornecidas pelo docente permitiram consolidar conhecimentos. A Turma 1 revela-se mais concordante relativamente a esta prática.

**Questão 7-** *A resolução de exercícios do manual escolar foi uma ajuda na consolidação de conceitos.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 23.

**Tabela 23. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a resolução de exercícios do manual escolar foi uma ajuda na consolidação de conceitos.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		2	9,1		2	4,3	
3-ND	2	8	4	4	18,2	4	6	12,8	4
4-C	18	72		12	54,5		30	63,8	
5-CT	5	20		4	18,2		9	19,1	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de cinco respostas. Registaram-se, então, vinte e três respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 92 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de quatro respostas. Registaram-se, então, dezasseis respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 72,7 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de nove respostas, no total registaram-se trinta e nove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 82,9 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que a resolução de exercícios do manual escolar foi uma ajuda na consolidação de conceitos. Embora a Turma 1 se revele mais concordante relativamente a esta prática.

**Questão 8- As apresentações em PowerPoint facilitaram a aprendizagem.**

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 24.

**Tabela 24. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, as apresentações em PowerPoint facilitaram a aprendizagem.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	6	24	4	0	0	5	6	12,8	5
4-C	12	48		8	36,4		20	42,6	
5-CT	7	28		14	63,6		21	44,7	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de sete respostas. Registraram-se, então, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 76 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”) foi de oito. No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de catorze respostas. Registraram-se, então, vinte e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 100%.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de vinte e uma respostas, no total registraram-se quarenta e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 87,3 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que as apresentações em PowerPoint facilitaram a aprendizagem. Embora a Turma 2 se revele mais concordante relativamente a esta prática.

**Questão 9-** *O método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 25.

**Tabela 25. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, o método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	1	4		1	4,5		2	4,3	
3-ND	6	24	4	7	31,8	4	13	27,7	4
4-C	16	64		9	40,9		25	53,2	
5-CT	2	8		5	22,7		7	14,9	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezasseis para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de duas respostas. Registraram-se, então, dezoito respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 72 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de nove para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de cinco respostas. Registraram-se, então, catorze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 63,6 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e cinco para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de sete respostas, no total registaram-se trinta e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 68,1 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que o método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema. Embora a Turma 1 se revele mais concordante relativamente a esta prática.

**Questão 10-** *As estratégias desenvolvidas em sala de aula foram as mais adequadas para a compreensão deste tema.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 26.

**Tabela 26. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, as estratégias desenvolvidas em sala de aula foram as mais adequadas para a compreensão deste tema.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	4	16	4	1	4,5	4	5	10,6	4
4-C	19	76		18	81,8		37	78,7	
5-CT	2	8		3	13,6		5	10,6	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezanove para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de duas respostas. Registraram-se, então, dezoito respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 84 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de três respostas. Registraram-se, então, vinte e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 95,4 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta e sete para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de cinco respostas, no total registraram-se quarenta e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 89,3 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que o método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema. Embora a Turma 1 se revele mais concordante relativamente a esta prática.

**Questão 11-** *A forma como a professora expôs a matéria foi elucidativa.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 27.

**Tabela 27. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, a forma como a professora expôs a matéria foi elucidativa.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	2	8	4	0	0	5	2	4,3	4
4-C	19	76		9	40,9		28	59,6	
5-CT	4	16		13	59,1		17	36,2	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezanove para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de quatro respostas. Registraram-se, então, vinte e três respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 92 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de nove para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de treze respostas. Registraram-se, então, vinte e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 100 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e oito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de dezassete respostas, no total registaram-se quarenta e cinco respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 95,8 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que a forma como a (o) professora(o) expôs a matéria foi elucidativa. A Turma 2 revela uma maior concordância relativamente a este aspecto.

**Questão 12-** *No geral, os instrumentos de trabalho utilizados foram estimulantes.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 28.

**Tabela 28. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, os instrumentos de trabalho utilizados foram estimulantes.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	4	16	4	2	9,1	4	6	12,8	4
4-C	21	84		12	54,5		33	70,2	
5-CT	0	0		8	36,4		8	17	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e um para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). Registaram-se então, vinte e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 84 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de oito respostas. Registaram-se então, vinte respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 90,9 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta e três para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de oito respostas, no total registaram-se quarenta e uma respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 87,2 %.

Os alunos na sua maioria, em ambas as turmas, consideram que, no geral, os instrumentos de trabalho utilizados foram estimulantes.

**Questão 13-** *As aulas permitiram construir um conhecimento aprofundado sobre o tema.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 29.



**Tabela 29. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, as aulas permitiram construir um conhecimento aprofundado sobre o tema.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	0	0		0	0		0	0	
3-ND	3	12	4	0	0	4	3	6,4	4
4-C	18	72		15	68,2		33	70,2	
5-CT	4	16		7	31,8		11	23,4	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo – Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de dezoito para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de quatro respostas. Registaram-se, então, vinte e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 88 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de quinze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de sete respostas. Registaram-se, então, vinte e duas respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 100 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de trinta e três para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de onze respostas, no total registaram-se quarenta e quatro respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 93,6 %.

Os alunos, na sua maioria, em ambas as turmas consideram que as aulas permitiram construir um conhecimento aprofundado sobre o tema.

**Questão 14-** *O debate em sala de aula foi suficiente para formar uma opinião fundamentada sobre a evolução das espécies na Terra.*

A forma como os alunos responderam a esta questão encontra-se sistematizada na Tabela 30.

**Tabela 30. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o item, o debate em sala de aula foi suficiente para formar uma opinião fundamentada sobre a evolução das espécies na Terra.**

Codificação, valor+descrição	Turmas						Total de Frequências		
	Turma 1			Turma 2			Turma 1+Turma2		
	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo	Frequência	%	Mo
1-DT	0	0		0	0		0	0	
2-D	1	4		0	0		1	2,1	
3-ND	9	36	4	3	13,6	4	12	25,5	4
4-C	12	48		12	54,5		24	51,1	
5-CT	3	12		7	31,8		10	21,3	
<b>Total</b>	25	100		22	100		47	100	

Legenda: DT- Discordo totalmente; D- Discordo; ND- Não concordo nem discordo; C- Concordo; CT- Concordo totalmente; Mo-Moda

Para a Turma 1 (N=25), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de três respostas. Registraram-se, então, quinze respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 60 %.

Para a Turma 2 (N=22), a frequência de respostas mais elevada foi de doze para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco (“concordo totalmente”), verificou-se uma frequência de sete respostas. Registraram-se, então, dezanove respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 86,3 %.

Relativamente às duas turmas (N=47), a frequência de respostas mais elevada foi de vinte e quatro para o valor quatro na escala de Lickert (“concordo”). No valor cinco “concordo totalmente”, verificou-se uma frequência de dez respostas, no total registraram-se trinta e quatro respostas concordantes, o que equivale a uma percentagem de 72,4 %.

Os alunos na sua maioria, em ambas as turmas, consideram que o debate em sala de aula foi suficiente para formar uma opinião fundamentada sobre a *evolução das espécies* na Terra. Embora a Turma 2 se tivesse revelado mais concordante relativamente a esta prática.

## **6- O Teste de Aprendizagens**

### **6.1- Metodologia de Análise de Dados**

A metodologia privilegiada para o tratamento dos resultados do teste de aprendizagens foi: análise documental e tratamento estatístico simples. O tratamento estatístico dos dados foi efectuado apenas para encontrar a frequência de respostas certas ou erradas, de modo a que nos fosse mais fácil perceber as diferenças que existem entre as duas turmas no que respeita aos conhecimentos e aprendizagens efectuadas pelos alunos.

A análise documental é diferente de análise de conteúdo. A análise documental, pretende representar sumariamente um conteúdo de um documento, de forma diferente do original, dependendo do seu objectivo, de modo a que seja mais fácil a sua consulta (Sousa, 2005). A análise documental que se apresenta seguiu determinados parâmetros que adoptamos particularmente para este estudo em específico.

Depois de efectuada a leitura integral de todas as respostas às questões que integram o teste de aprendizagens (Apêndice 6), extraímos as ideias mais importantes e procurámos chegar a um nível de compreensão mais profundo sobre o conteúdo das respostas, de modo a perceber como os alunos relacionam os conceitos, efectuam conclusões e quais as bases que as sustentam (Lakatos & Marconi, 1995).

### **6.2- Apresentação e Discussão dos Resultados**

A apresentação de resultados é baseada no tratamento das respostas efectuadas pelos alunos ao teste de aprendizagens. Os resultados são apresentados separadamente, uma vez que pretendemos saber que aprendizagens foram efectuadas.

No tratamento dos dados foi utilizada estatística descritiva simples, onde consideramos apenas as frequências absolutas e relativas (com a utilização do programa Excell).

A distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o teste de aprendizagens encontra-se na Tabela 31.

**Tabela 31. Distribuição das frequências absolutas (N) e frequências relativas (%) para o teste de aprendizagens.**

N= 25 alunos		Turma 1																			
Questões do teste	1.1	1.1.1	2.1.1	2.1.2	2.2	3.1	3.2.1	3.2.2	4.1	4.2.1	1.1	2.1	3.1	3.2	4.1	5	6.1	6.2	6.3	7.1	8.1
Freq.Certas	25	9	9	14	11	11	10	10	9	13	9	11	4	15	17	23	14	16	16	23	15
% Certas	100	36	36	56	44	44	40	40	36	52	36	44	16	60	68	92	56	64	64	92	60
Freq.Erradas	0	16	16	11	12	14	15	11	15	12	16	13	19	10	8	1	11	9	9	2	10
% Erradas	0	64	64	44	48	56	60	44	60	48	64	52	76	40	32	4	44	36	36	8	40
Freq.NF	0	0	0	0	2	0	0	4	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0
% NF	0	0	0	0	8	0	0	16	4	0	0	4	8	0	0	4	0	0	0	0	0
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

N= 22 alunos		Turma 2																			
Questões do teste	1.1	1.1.1	2.1.1	2.1.2	2.2	3.1	3.2.1	3.2.2	4.1	4.2.1	1.1	2.1	3.1	3.2	4.1	5	6.1	6.2	6.3	7.1	8.1
Freq.Certas	22	10	8	11	7	10	9	8	10	9	9	6	10	10	17	20	12	13	10	16	20
% Certas	100	45	36	50	32	45	41	36	45	41	41	27	45	45	77	91	55	59	45	73	91
Freq.Erradas	0	12	14	11	15	12	12	11	12	10	13	13	11	12	5	2	10	9	10	6	2
% Erradas	0	55	64	50	68	55	55	50	55	45	59	59	50	55	23	9	45	41	45	27	9
Freq.NF	0	0	0	0	0	0	1	3	0	3	0	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0
% NF	0	0	0	0	0	0	5	14	0	14	0	14	5	0	0	0	0	0	9	0	0
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Legenda: Freq. – Frequência; NF – Não feita.

Para que o tratamento das respostas dadas às questões do teste de aprendizagens fosse facilitado, considerámos as respostas certas correspondente ao valor um e as erradas a zero (Sousa, 2009). Assim, as respostas foram consideradas certas ou erradas, devendo os alunos, no primeiro caso, dominar os conhecimentos acerca dos conteúdos e demonstrar a correcta aplicação dos mesmos.

As questões que fazem parte do teste de aprendizagens foram construídas para testar o conhecimento e as competências na temática evolução biológica. Os processos científicos testados incidem sobre a aplicação de conhecimentos e a comunicação de conclusões válidas, como se pode verificar no Apêndice 7.

A cada questão corresponde um ou mais objectivos, o que nos permite caracterizar as respostas dos alunos e perceber até que ponto efectuaram aprendizagens, adquirindo conhecimentos.

Para melhor compreender as respostas dos alunos apresentamos exemplos de respostas extraídas dos testes de aprendizagens.

**Parte I**

**Questão 1.1** - Considerando a informação contida nos extractos A, B e C, **classifique** os textos quanto ao seu conteúdo do ponto de vista fixista ou evolucionista.

Nesta questão, através dos dados que são fornecidos nos textos, os alunos teriam de aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas. Teriam de saber distinguir fixismo de evolucionismo, procedendo à classificação dos textos. Podiam ainda referir as correntes associadas, o que nos permitiria distinguir as aprendizagens e conhecimentos mais relevantes que os alunos efectuaram acerca do tema.

Neste caso, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 100 % dos alunos de ambas as turmas, responderam correctamente à questão, o que significa que os alunos conseguem distinguir fixismo de evolucionismo.

**Questão 1.1.1** - **Justifique** a classificação efectuada.

Nesta questão, os alunos teriam de saber distinguir fixismo de evolucionismo e proceder à sua caracterização. Isso permitiu distinguir as aprendizagens e conhecimentos relevantes dos alunos acerca do tema.

Neste caso, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 36 % dos alunos da Turma 1 e 45 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão, como podemos verificar na Tabela 30. Apenas esta percentagem de alunos demonstrou reconhecer e distinguir as correntes fixistas e proceder à sua caracterização. As respostas mais completas correspondem aos alunos da Turma 1.

Relativamente à Turma 1 as respostas são muito heterogéneas, no entanto verificamos alguns casos específicos de destaque, cujas respostas pretendemos salientar, como a resposta dos alunos AB9 (Figura 1) e AB18 (Figura 2), dois dos melhores alunos da Turma 1. Os alunos relacionam o fixismo com a corrente criacionista e o catastrofismo, caracterizando as correntes. Porém, o texto do aluno AB9, explica o evolucionismo de forma incompleta.

O extracto A contém informação de um ponto de vista fixista. Nesta posição criacionista defende-se que as espécies são imutáveis e se devem à criação de um Deus superior e todo-poderoso.

O extracto B, de Charles Darwin, é evolucionista, pois defende a teoria da seleção natural como motor da evolução. Por outro lado, Darwin rejeita "qualquer edição de novos poderes e atributos e forças ou qualquer princípio de melhoramento", opondo-se, assim ao Lamarckismo, outra teoria evolucionista que não considerava a seleção natural, mas a alteração de características nas espécies de acordo com as suas necessidades e a hiper e atopia de estruturas pelo seu maior ou menor uso.

O extracto C corresponde a uma teoria catastrofista, que defendia a imutabilidade das espécies, mas considera alterações na fauna e flora terrestres devido a catástrofes naturais e posterior substituição por novas formas de vida.

Figura 1. Resposta do aluno AB9, à pergunta 1.1.1 do teste de aprendizagens

O extracto A é fixista pois assume que todas as espécies foram criadas por Deus (criacionismo), permanecendo imutáveis até ao dia de hoje. O extracto B, por seu lado, pertence a uma visão ~~de~~ evolucionista. Apesar de reconhecer uma entidade inicial, defende a teoria da seleção natural, na qual as espécies sofrem alterações ao longo dos anos.

O extracto C é de novo uma teoria fixista, mais precisamente catastrofista, justificando a ~~a~~ extinção de espécies ~~por meio~~ por catástrofes naturais, e não admitindo a sua evolução.

Figura 2. Resposta do aluno AB18, à pergunta 1.1.1 do teste de aprendizagens

As respostas correctas correspondem a níveis de respostas semelhantes aos apresentados nas Figuras 1 e 2.

A maioria dos alunos, no entanto, revela confundir o fixismo com as correntes que dele emergem, neste caso criacionismo e catastrofismo, não se verificando clareza nas respostas quanto a este aspecto. Respondem de forma muitas vezes redundante, o que indica dificuldade na argumentação científica e conceitos pouco claros.

**Questão 2**

Após interpretação dos textos introdutórios e a explicação I e II, os alunos teriam de saber distinguir o lamarckismo do darwinismo e apresentar as suas explicações, o que nos permitiria distinguir as aprendizagens e conhecimentos relevantes dos alunos acerca do tema.

**Questão 2.1.1-** *A explicação I é considerada darwinista. Dê uma explicação que justifique a afirmação.*

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 36 % dos alunos da Turma 1 (que corresponde a nove respostas correctas) e 36 % dos alunos da Turma 2 (que corresponde a oito respostas correctas), responderam correctamente à questão.

A percentagem de respostas correctas em ambas as turmas é baixa, a maioria dos alunos reconhece a corrente implícita na explicação I, mas não justificam correctamente a opção. As respostas erradas devem-se à falta de consistência no conhecimento que os alunos possuem dos conceitos. De entre as respostas dadas, destacam-se aquelas que referem: “A borboleta de cor escura adquiriu esta característica, através da selecção natural...”, este tipo de resposta não fundamentada para a importância do efeito da selecção natural nas borboletas, revela, a nosso ver, falta de consistência no conhecimento de conceitos.

Muitos alunos não relacionam os conceitos abordados nas aulas, não relacionam o facto de o meio se modificar e de os seres vivos que já possuem as características mais favoráveis (em face dessa mudança) terem mais possibilidade de se adaptar ao novo meio. Os alunos apenas referem que numa população há os mais aptos e menos aptos e que os mais aptos sobrevivem.

Relativamente às respostas correctas, fundamentam conceitos como a selecção natural e a variabilidade genética de uma população como factores principais para a evolução das espécies num determinado meio. Estes alunos revelam ter bem presente os conceitos e relacionam-nos correctamente. Apresentamos um exemplo de resposta correcta que pertence ao aluno AB10 (Turma 1), representado na Figura 3.

É considerada Darwinista, pois Darwin tinha dois princípios <sup>principais</sup> que regem a sua teoria: a seleção natural e a variabilidade das espécies. ~~Por~~ As borboletas tinham, então, diferentes características devido à ~~que~~ variabilidade na sua espécie e por isso, ~~em~~ foi ocorrendo uma seleção natural, pois certas borboletas apresentavam características mais favoráveis à sua sobrevivência (sees mais fortes). ~~As~~ As borboletas "mais fracas", ou seja, que não tinham tantas características que beneficiavam a sua sobrevivência acabaram por morrer. Assim reproduziram-se mais umas que outras. ~~Até~~

Figura 3. Resposta do aluno AB10, à pergunta 2.1.1 do teste de aprendizagens

**Questão 2.1.2** - A explicação II é considerada lamarckista. Dê uma explicação que justifique a afirmação.

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correção, 56 % dos alunos da Turma 1 e 50 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

A maioria dos alunos, tanto da Turma 1 como da Turma 2, distinguem correctamente a corrente implícita na explicação II, mas não a justificam completamente. Muitos dos alunos da Turma 2 confundem a corrente darwinista com a corrente lamarckista, ou respondem de forma incompleta, fundamentando com exemplos que correspondem aos conteúdos abordados nas aulas, o crescimento do pescoço da girafa, e não referem o caso que se apresenta na explicação II relativamente às borboletas *Biston betularia*.

Como exemplo de resposta correcta a esta questão, apresentamos a da Figura 4.



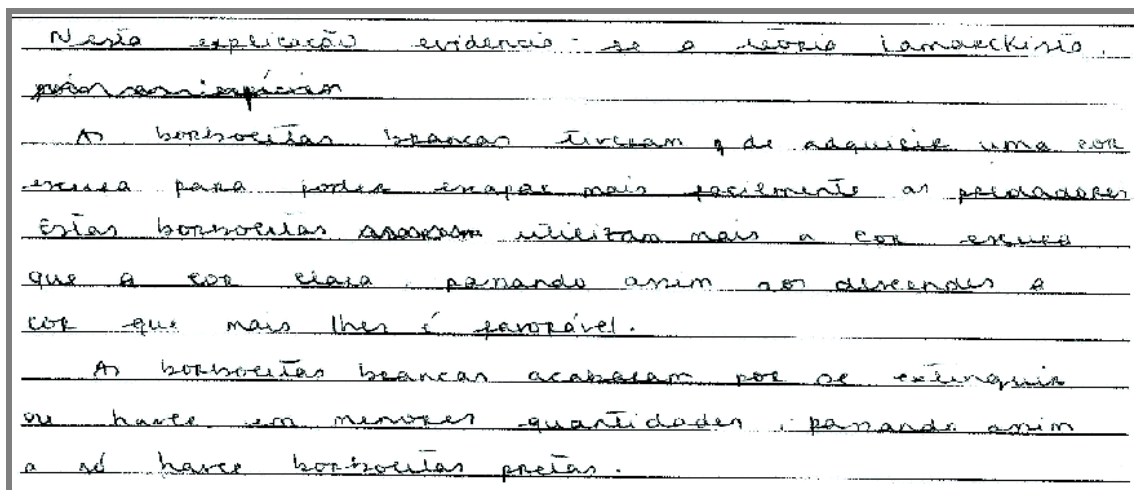


Figura 4. Resposta do aluno AB11, à pergunta 2.1.2 do teste de aprendizagens

**Questão 2.2 - Explique** porque é possível afirmar que a coloração das borboletas é um carácter determinado geneticamente.

Os alunos teriam de saber relacionar o exemplo apresentado com os conceitos que estabeleceram a teoria neo-darwinista, recombinação genética, variabilidade e mutações.

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 44 % dos alunos da Turma 1 e 32 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

As respostas correctas contemplam conceitos como: o código genético; o ADN; mutações; e teoria neo-darwinista.

As respostas consideradas erradas, são aquelas em que não se verifica a articulação e relação entre os conceitos já referidos.

Os alunos da Turma 2, possuem respostas muito incoerentes, não relacionando conceitos nem os fundamentando.

Alguns alunos justificam a resposta com o conceito de selecção natural, sem qualquer relação entre conceitos.

Como exemplo de resposta correcta a esta questão, apresentamos a Figura 5.

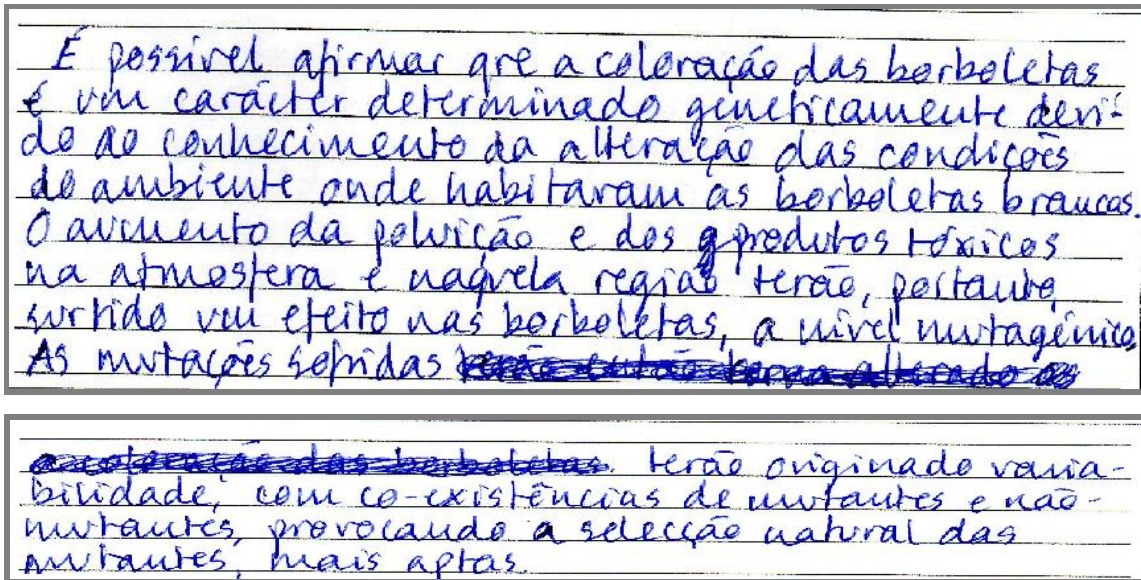


Figura 5. Resposta do aluno AB9, à pergunta 2.2 do teste de aprendizagens

**Questão 3.1 - Explique a teoria da evolução Darwin.**

Nesta questão, os alunos teriam de explicar os principais conceitos da teoria da evolução Darwin. Seguindo os critérios estipulados para a correcção, 44 % dos alunos da Turma 1 e 45 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

As respostas correctas que surgem em ambas as turmas, contemplam o seguinte: as espécies evoluem a partir do mesmo ancestral; com a selecção natural só o mais apto sobrevive; e, ao fim de muito tempo as modificações são visíveis devido à acumulação de características, variação intra-específica.

As respostas incorrectas não explicam os conceitos ou fundamentam-nos de forma inadequada.

Não se verificam situações de destaque entre as turmas, quanto a esta pergunta.

Um exemplo de resposta correcta para esta questão é aquele que se apresenta na Figura 6.

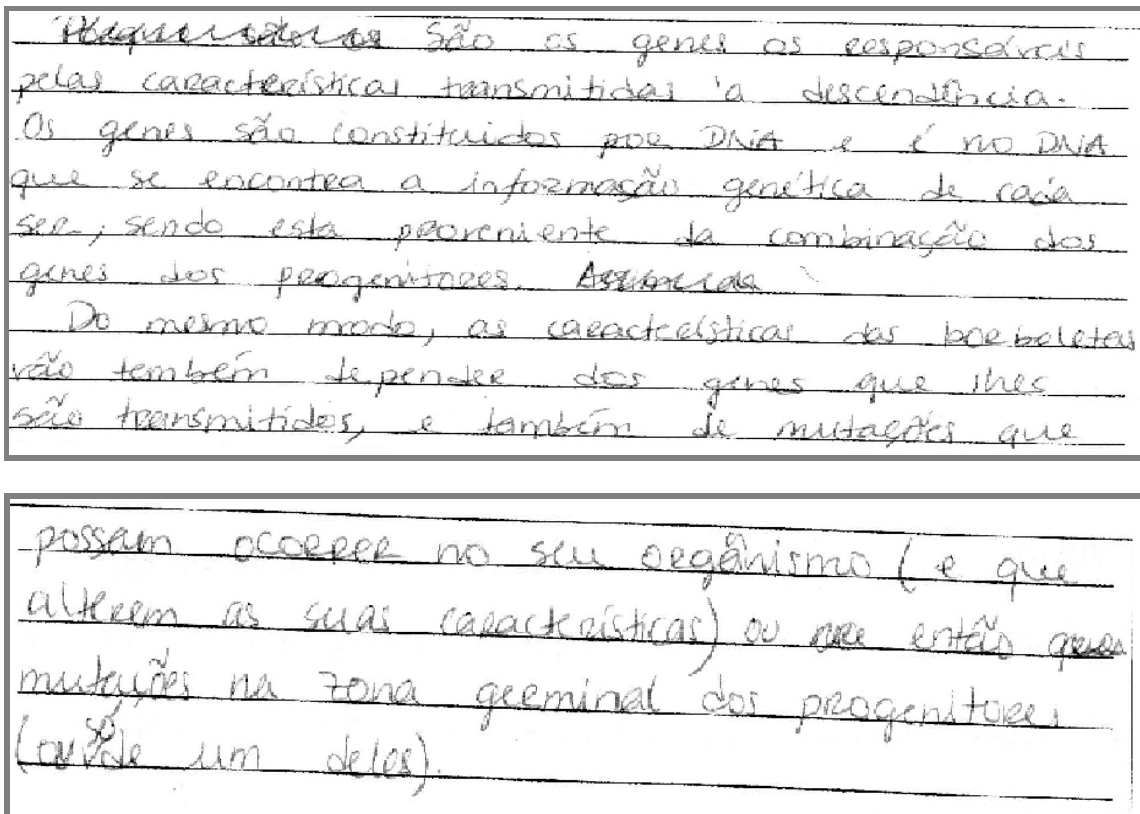


Figura 6. Resposta do aluno AB11, à pergunta 3.1 do teste de aprendizagens

**Questão 3.2.1 - Explique** o que representam as linhas A e B apresentadas no gráfico 1.

Nesta questão, os alunos teriam de explicar as linhas A e B do gráfico de acordo com a teoria de Malthus.

Seguindo os critérios estipulados para a correcção, 40 % dos alunos da Turma 1 e 41 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

Destacamos as respostas erradas, pela confusão que os alunos efectuam relativamente aos conceitos. Não conseguem responder de forma adequada, referindo o seguinte: as linhas dos gráficos correspondem a duas populações, uma mais adaptada ao meio relativamente à outra; e, a linha A representa uma população quando o alimento é mais abundante e a B quando é menos abundante.

Não se verificam, no entanto, situações de destaque entre as turmas.

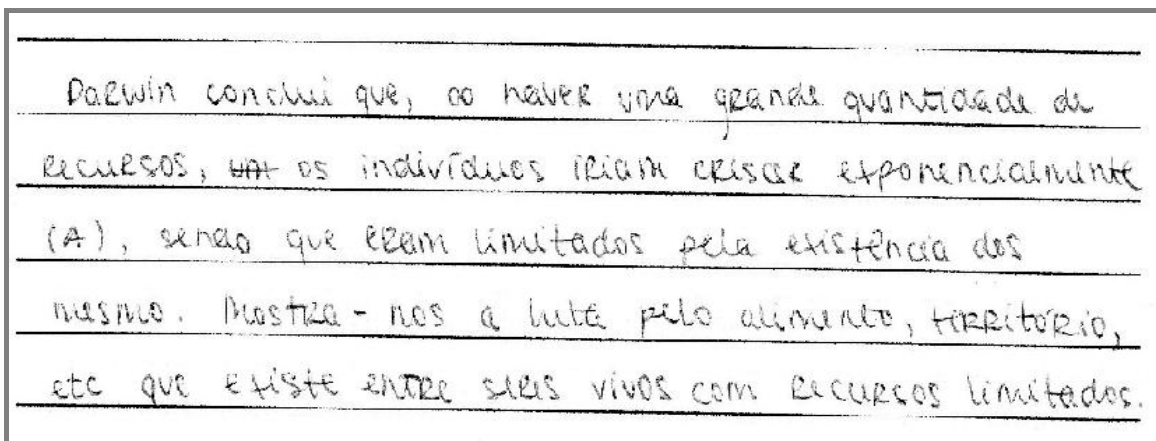
**Questão 3.2.2 - Explique como Darwin aplicou os dados de Malthus para a fundamentar o mecanismo de selecção natural.**

Nesta questão, os alunos teriam de explicar como Darwin aplicou os dados de Malthus para fundamentar o mecanismo de selecção natural (Apêndice 7).

Seguindo os critérios estipulados para a correcção, 40 % dos alunos da Turma 1 e 36 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

Nas respostas correctas, os alunos esclarecem como é que a teoria de Malthus contribuiu para fundamentar a teoria da evolução Darwin, como podemos verificar na Figura 7.

No entanto, uma maioria significativa de alunos não responde correctamente à questão, demonstrando dificuldade na aplicação do conhecimento.



**Figura 7. Resposta do aluno AB18, à pergunta 3.2.2 do teste de aprendizagens**

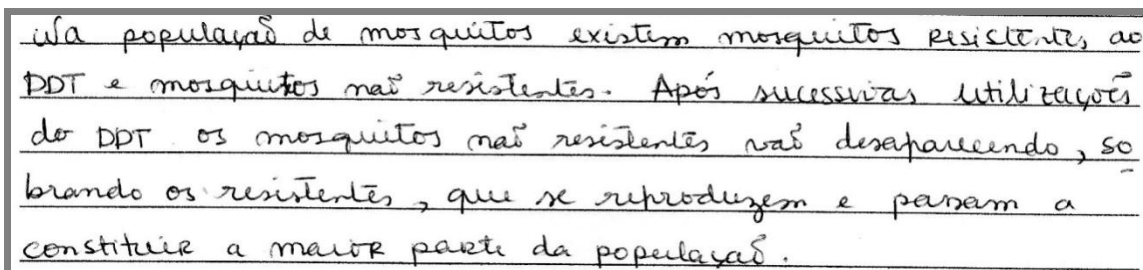
**Questão 4.1 - Explique em que medida ocorre evolução numa população de mosquitos de uma dada região que se torna resistente ao DDT.**

Nesta questão, os alunos teriam de demonstrar que consideram o mecanismo de selecção natural um aspecto determinante da evolução, com base na correcção apresentada (no Apêndice 7).

Seguindo os critérios estipulados para a correcção, 36 % dos alunos da Turma 1 e 45 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

No entanto, uma maioria significativa de alunos não responde correctamente à questão.

A Figura 8 representa uma resposta semelhante às que se consideraram correctas.



uma população de mosquitos existem mosquitos resistentes ao DDT e mosquitos não resistentes. Após sucessivas utilizações do DDT os mosquitos não resistentes vão desaparecendo, sobrando os resistentes, que se reproduzem e passam a constituir a maior parte da população.

Figura 8. Resposta do aluno AB14, à pergunta 4.1 do teste de aprendizagens

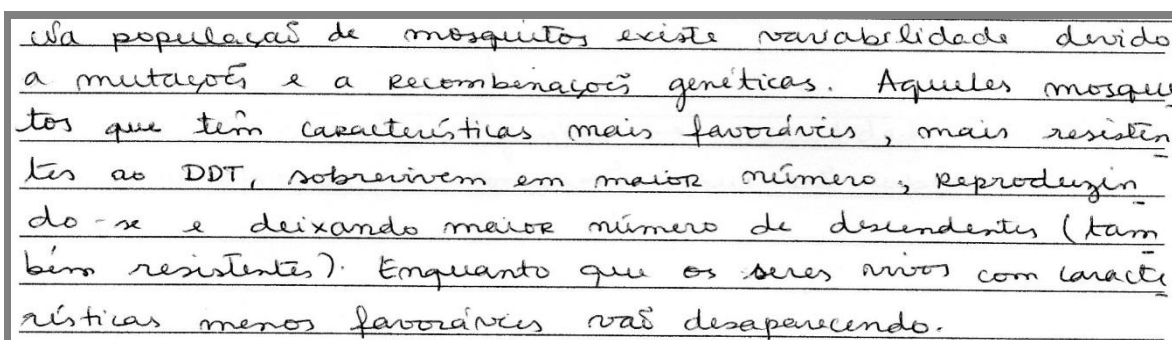
**Questão 4.2 - Sugira uma explicação para a evolução registada: 4.2.1 de acordo com o neo-darwinismo.**

Nesta questão, os alunos teriam de explicar a evolução dos insectos de acordo com o neo-darwinismo, tendo como enquadramento a correcção que se pode consultar no Apêndice 7.

Seguindo os critérios estipulados para a correcção, 52 % dos alunos da Turma 1 e 41 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

As respostas consideradas correctas contemplam os conceitos científicos tal como hoje se aceitam, como a relação entre o código genético, a selecção natural e a resistência ao DDT, como podemos ver no exemplo de resposta da Figura 9. As respostas consideradas correctas assemelham-se à resposta apresentada nessa Figura.

Nas respostas consideradas erradas, os conceitos estão inseridos na resposta mas em muitos casos não existe a articulação entre os conceitos que se pretendem.



uma população de mosquitos existe variabilidade devido a mutações e a recombinação genéticas. Aquiles mosquitos que têm características mais favoráveis, mais resistentes ao DDT, sobrevivem em maior número, reproduzindo-se e deixando maior número de descendentes (também resistentes). Enquanto que os seres vivos com características menos favoráveis vão desaparecendo.

Figura 9. Resposta do aluno AB14, à pergunta 4.2 do teste de aprendizagens

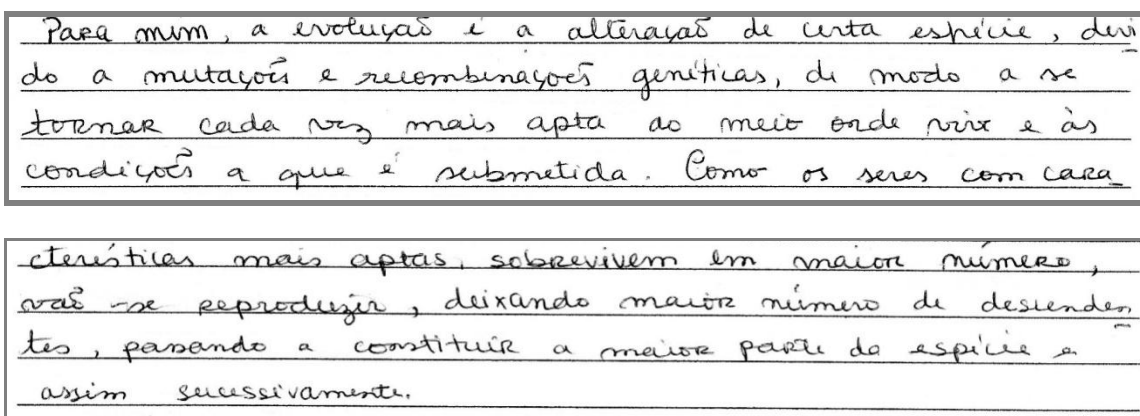
**Parte II****Questão 1 - Explique, o que é para si a evolução.**

Nesta questão, os alunos teriam de explicar a sua perspectiva sobre evolução e articular os conceitos chave.

Seguindo os critérios estipulados para a correcção, 36 % dos alunos da Turma 1 e 41 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão. As respostas a esta questão revelam uma argumentação e fundamentação insuficiente acerca da evolução, na medida em que a maioria dos alunos apenas responde com alguns conceitos básicos, sem estabelecer qualquer articulação entre eles.

Nesta questão, os alunos deveriam aplicar todos os conhecimentos e estabelecer uma articulação coerente, mas não se verificou.

O exemplo da Figura 10, representa uma resposta considerada correcta a esta questão.



Para mim, a evolução é a alteração de uma espécie, devido a mutações e recombinações genéticas, de modo a se tornar cada vez mais apta ao meio onde vive e às condições a que é submetida. Como os seres com características mais aptas, sobrevivem em maior número, vão-se reproduzir, deixando maior número de descendentes, passando a constituir a maior parte da espécie e assim sucessivamente.

Figura 10. Resposta do aluno AB14, à pergunta 1. do teste de aprendizagens

**Questão 2.1 - Segundo essa teoria, refira os principais factores evolucionistas.**

Nesta questão, os alunos teriam de referir os factores evolucionistas que deram origem à teoria sintética da evolução.

Seguindo os critérios estipulados para a correcção, 44 % dos alunos da Turma 1 e 27 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

Das respostas menos correctas, destacam-se o reconhecimento do neo-darwinismo apenas para as mutações. Não referem a selecção natural, apenas utilizam os conceitos de mutações, recombinação genética e variabilidade, não estabelecendo qualquer interligação entre os mesmos, para além de não os considerarem como base na construção da teoria sintética da evolução.

Nesta questão, não elegemos respostas que se possam indicar como um bom exemplo para significar um estilo de resposta.

**Questão 3.1-** *Quais são as informações apresentadas na tabela que nos indicam que os cavalos actuais evoluíram, ao longo do tempo, a partir dos três fósseis aí representados? Justifique pormenorizadamente a sua resposta.*

Nesta questão, os alunos teriam de explicar a evolução dos cavalos de acordo com os três fósseis, ao longo do tempo.

Seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 16 % dos alunos da Turma 1 e 45 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

Os alunos não interpretaram adequadamente a Figura, pelo que não relacionaram correctamente as características apresentadas nos três fósseis da Figura, ao longo do tempo geológico.

No entanto apresentamos um exemplo de resposta correcta, na Figura 11, que vai ao encontro com o que se pretende com esta questão.

caracteres à descendência (selecção natural e reprodução).  
Ao observarmos as patas dos três fósseis facilmente aperçemo-nos que o cavalo actual é descendente das outras três espécies. Hyracotherium possuía uma pata com <sup>três</sup> dedos, Merychippus possuía bem uma pata com três dedos, sendo que o dedo central ~~era~~ era mais desenvolvido. O cavalo actual possui apenas a pata, ~~possuindo~~ possuindo uma silheta aerodinâmica e corre mais depressa. Ao verificarmos as suas parcerças aperçemo-nos que têm um ancestral comum.

Figura 11. Resposta do aluno AB26, à pergunta 3.1. do teste de aprendizagens

**Questão 3.2** - *Que outras investigações podem os cientistas fazer para descobrirem como evoluíram os cavalos ao longo do tempo? **Faça** um círculo em torno de “Sim” ou de “Não”, na folha de resposta, para cada investigação.*

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 60 % dos alunos da Turma 1 e 45 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão, o que significa que apenas esta percentagem de alunos reconhece questões investigáveis cientificamente. A correcção desta questão pode ser visualizada no Apêndice 7.

**Questão 4.1** - *A cada termo que corresponde à natureza dos factos evidenciados nas afirmações seguintes, **faça** corresponder um dos factos.*

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 68 % dos alunos da Turma 1 e 75 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão, portanto uma quantidade considerável de alunos conseguem distinguir os argumentos que apoiam o evolucionismo.

**Questão 5** - *Quando a semelhança entre estruturas animais não é sinal de parentesco, mas conseguida pela acção da selecção natural sobre espécies de origens diferentes, fala-se em:*

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 92 % dos alunos da Turma 1 e 91 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão, portanto, na sua quase totalidade, os alunos compreendem os argumentos que apoiam o evolucionismo.

**Questão 6.1** - *Podemos afirmar que:*

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 56 % dos alunos da Turma 1 e 55 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão, portanto uma percentagem média de alunos diferenciam órgãos homólogos de órgãos análogos.



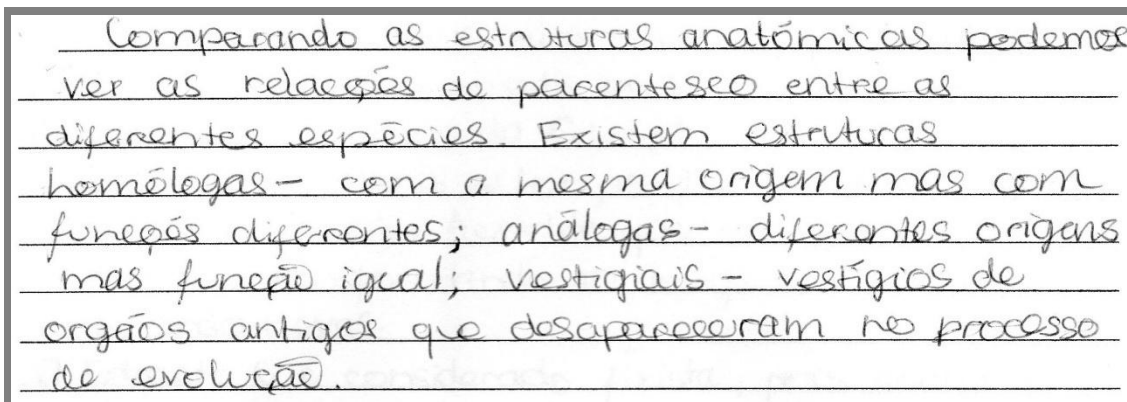
**Questão 6.2** - Com referência à analogia que se verifica entre certas estruturas orgânicas, como, por exemplo, a asa de um insecto e a de uma ave, podemos afirmar que essa analogia:

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 64 % dos alunos da Turma 1 e 59 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão, portanto, uma percentagem média de alunos revelam compreender a relação evolutiva entre órgãos homólogos e análogos.

**Questão 6.3** - Explique em que medida a anatomia comparada pode fornecer dados a favor da evolução.

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 64 % dos alunos da Turma 1 e 45 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão.

Um exemplo de resposta correcta está na Figura 12.



Comparando as estruturas anatómicas podemos ver as relações de parentesco entre as diferentes espécies. Existem estruturas homólogas - com a mesma origem mas com funções diferentes; análogas - diferentes origens mas função igual; vestigiais - vestígios de órgãos antigos que desapareceram no processo de evolução.

**Figura 12.** Resposta do aluno AB20, à pergunta 3.1. do teste de aprendizagens

**Questão 7.1** - Isso é um tipo de prova:

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 92 % dos alunos da Turma 1 e 73 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão., portanto, uma percentagem considerável de alunos identificam os dados bioquímicos.

**Questão 8.1** - *Pelos resultados, é possível concluir que houve:*

Nesta questão, e seguindo os critérios estipulados para a sua correcção, 60 % dos alunos da Turma 1 e 91 % dos alunos da Turma 2, responderam correctamente à questão, portanto, uma percentagem máxima de alunos compreendem os aspectos em que se baseia a selecção natural.

**7- As Entrevistas a Alunos e Professores****7.1- Metodologia de Análise de Dados**

A metodologia de análise de dados privilegiada para o tratamento de dados provenientes das entrevistas foi a análise de conteúdo.

Como referem Quivy & Campenhoudt (1998), em investigação social, os dados resultantes da aplicação de entrevistas são estudados por meio de análise de conteúdo. Esta técnica faz parte das metodologias qualitativas na abordagem e tratamento dos fenómenos educativos que importam descrever, compreender e interpretar com rigor (Lima & Pacheco, 2006).

Para Stemler (citado em Lima & Pacheco, 2006) “a análise de conteúdo é uma técnica sistemática e replicável para comprimir muitas palavras de texto em poucas categorias de conteúdo, baseadas em regras explícitas de codificação” (p.107). A categorização é um processo através do qual os dados são classificados e reduzidos, após terem sido identificados como pertinentes, de forma a reconfigurar o material ao serviço de determinados objectivos da investigação (Lima & Pacheco, 2006).

O processo de análise de conteúdo seguiu a linha metodológica sugerida em Bardin (2009), as diferentes fases de análise de conteúdo organizam-se em três pólos cronológicos: a pré-análise; a exploração do material; o tratamento de resultados e a sua interpretação (p.121). Na primeira fase, formularam-se os objectivos, escolheram-se os documentos para análise, neste caso entrevistas, e elaboraram-se os indicadores que fundamentam a interpretação final. Na segunda fase, prosseguiu-se à aplicação de toda a metodologia considerada e efectuou-se a codificação, a decomposição ou a enumeração

em função das regras previstas na bibliografia. Na terceira fase, procedeu-se ao tratamento e respectiva análise de dados, o que nos permitiu chegar a resultados (Bardin, 2009).

Deu-se preferência a uma análise categorial (terminologia utilizada em Bardin, citado em Lima & Pacheco, 2006) ou uma análise de conteúdo temática (terminologia utilizada por Ghiglione e Matalon, citados em Lima & Pacheco, 2006).

A categorização efectuada na segunda fase da análise de conteúdo é uma operação de classificação de elementos de um conjunto de dados. As categorias são rubricas que reúnem as unidades de registo, com um título genérico, cujo agrupamento foi efectuada por características comuns (Bardin, 2009).

A categorização foi inspirada nos tópicos ou questões que fazem parte do guião de entrevista (Apêndice 8) e seguiu procedimentos abertos, flexíveis, tendo em consideração determinados princípios de exclusão mútua, homogeneidade, exaustividade, pertinência, produtividade e objectividade (Lima & Pacheco, 2006). É importante que as categorias não se sobreponham relativamente ao seu conteúdo, obedecendo às regras de exclusão mútua. A categorização deve permitir acolher todas as unidades de registo pertinentes para o objecto de pesquisa, garantindo assim a sua exaustividade. A pertinência nas categorias deve ir ao encontro do quadro teórico de partida e material empírico. Relativamente à produtividade, um conjunto de categorias deve fornecer novas inferências, hipóteses e dados exactos. Quando uma unidade de registo só pertence a uma dada categoria, evita-se a subjectividade do codificador (Lima & Pacheco, 2006).

Foram adoptadas unidades de registo semânticas, que reportam frases dos entrevistados relativamente às categorias provenientes das questões colocadas. Estas unidades de registo são unidades de sentido ou significado (Bardin, 2009, Lima & Pacheco, 2006). A partir das unidades de registo de cada categoria foram extraídos os indicadores que constituem inferências do investigador e que neste caso ajudam a compreender o sentido da própria categoria, de acordo com as perspectivas dos inquiridos. E, para que melhor fosse interpretada a informação, as categorias e respectivos indicadores foram codificados de A a F respeitando as regras da bibliografia (Bardin, 2009). Cada depoimento do grupo foi anotado como uma unidade de contexto (UC) de modo a efectuar uma comparação entre as respostas dos grupos das diferentes turmas (Lima & Pacheco, 2006).

A partir destes resultados e descrições efectuadas provenientes da observação dos sujeitos em contexto grupal efectuaram-se inferências.

## **7.2- Apresentação e Discussão dos Resultados**

Os resultados que se apresentam resultam da metodologia aplicada. Cada turma foi dividida em dois grupos, os grupos correspondem aos turnos em que se dividem as turmas. Para facilitar a interpretação e comparação de resultados entre os diferentes grupos e professores entrevistados, atribuiu-se uma codificação. Turma 1 (turno A1 e A2), Turma 2 (turno B1 e B2), professor da Turma 1 (PA) e professor da Turma 2 (PB).

A interpretação dos resultados está representada no Apêndice 9 e 10.

Nas categorias: A, B, C, D, E e F (A- Evolução biológica das espécies; B- Evolução das espécies; C- Criacionismo e evolucionismo na sala de aula; D- Ciência e religião; E- Instrumentos; F- Estratégias pontadas pelos alunos para melhoria das práticas) as unidades de contexto possuem a designação A para a Turma 1, com os códigos A1 (primeiro turno) e A2 (segundo turno) e B para a Turma 2, designados por B1 (primeiro turno) e B2 (segundo turno).

Consideremos a representação no Apêndice 9.

Na categoria A- Evolução biológica das espécies, B- Evolução humana; C- Criacionismo e evolucionismo na sala de aula; D- Ciência e religião; E- Instrumentos; F- Metodologias, tendo como unidade de contexto a designação PA para o professor da Turma 1 e PB para o professor da Turma 2.

Consideremos a representação no Apêndice 10.

### **7.2.1- Comparação de resultados na categoria A – Evolução biológica das espécies – entrevista a alunos e a professores**

Relativamente à categoria A, evolução biológica das espécies, podemos inferir que as percepções dos alunos da Turma 1 são bem concebidas cientificamente. Referem que a evolução biológica é um processo natural que ocorre ao longo do tempo, sem intervenção divina. Referem que é o desenvolvimento das espécies ao longo dos tempos que leva ao aparecimento de novas espécies e à extinção de outras, devido às pressões selectivas do meio que conduzem à adaptação das espécies ao ambiente. E, defendem

ainda, que ocorrem transformações a nível genético ao longo dos tempos que podem levar à especiação, e que este processo corresponde a uma micro evolução. Estas percepções estão correctas e fundamentadas do ponto de vista científico.

Relativamente à Turma 2, na categoria A, evolução biológica das espécies, podemos inferir que as percepções dos alunos desta são bem concebidas cientificamente, embora os alunos revelem não dominar na íntegra os conhecimentos acerca dos conteúdos.

Referem que a evolução biológica é o desenvolvimento e transformação das espécies ao longo dos tempos, através da aquisição e perda de características que devido à pressão selectiva do meio permite que as espécies sobrevivam a novas condições ambientais.

Acrescentam ainda que existem várias teorias explicativas para a evolução biológica, umas são cientificamente aceites e outras são históricas. Consideram o neodarwinismo a teoria mais aceite para explicar a evolução das espécies e consideram que o fixismo não se integra na evolução, as espécies não são imutáveis. Com esta conclusão, os alunos da Turma 2 revelam reportar os conhecimentos que foram transmitidos nas aulas, como podemos verificar no Apêndice 9, mas não apresentam uma justificação muito desenvolvida em termos conceptuais e científicos.

O professor PA refere, na categoria A, que a evolução biológica tem a ver com as mudanças dos seres vivos ao longo dos tempos, mudanças no genótipo e por consequência no fenótipo que levam ao aparecimento de novas espécies e extinção de outras, o que leva à especiação. O professor PB refere que a evolução biológica é o estudo da vida desde a célula inicial até à vida actual, como também mostra o Apêndice 10.

Podemos inferir que o professor PA revela possuir uma percepção mais elaborada cientificamente sobre a evolução biológica.

Podemos inferir que os alunos da Turma 1 revelam aplicar os conhecimentos da forma como lhes foram transmitidos pelo professor PA. Estão presentes nas respostas dos alunos do professor PA as mesmas percepções sobre a evolução. De acordo com a observação de aulas que foi efectuada, podemos confirmar que estes alunos demonstram estar mais estimulados para as aprendizagens científicas.

### **7.2.2- Comparação de resultados na categoria B – Evolução das espécies e evolução humana - entrevista a alunos e a professores**

Relativamente à categoria B, podemos inferir que os alunos da Turma 1 explicam a evolução das espécies, incluindo a espécie humana, por acumulação de mutações genéticas podendo originar uma nova espécie. Referem que os indivíduos que possuem essas mutações podem ser ou não favorecidos pelo meio. A variabilidade genética existente dentro da mesma espécie pode levar a uma evolução divergente.

Relativamente à evolução humana todos os alunos referem que consideram não estar este tema incluído no programa por uma questão de ética.

Relativamente à Turma 2, podemos inferir que os alunos explicam a evolução das espécies, incluindo a espécie humana, considerando que o neo-darwinismo é a corrente que explica o que faltava na teoria de Darwin. Associam a selecção natural às recombinações genéticas como responsáveis pela adaptação das espécies ao meio ambiente. Referem ainda que a variabilidade intra-específica depende das mutações genéticas que ocorrem devido às recombinações que podem existir. Ao aplicar o conhecimento ao exemplo da espécie humana, os alunos referem que os primatas por reprodução selectiva sobreviveram e reproduziram-se e deram origem a uma nova espécie capaz de se reproduzir e andar por Terra. Todas as mudanças no fundo genético ao fim de muitas gerações acabam por ter impacto.

Estes alunos revelam desenvolver percepções evolucionistas relacionadas com a evolução humana, ainda que pouco fundamentadas.

Ambas as turmas revelam concordar com o neo-darwinismo, demonstram possuir uma percepção científica correcta dos factos, reportando o conhecimento transmitido pelo professor, como se pode constatar com a observação de aulas.

Relativamente à entrevista dos professores e à categoria B- evolução humana, o professor PA considera importante a inclusão da evolução humana no programa, embora se possa sempre referir como exemplo. Já o professor PB refere que a abordagem da evolução humana no programa seria muito controverso porque teriam sempre de abordar os problemas da relação entre Ciência e religião. O tema só foi citado

nas aulas do professor PB quando os alunos o solicitaram, o que se pode confirmar com a observação de aulas.

O professor B refere que a evolução humana é um tema controverso, admitindo deste modo a controvérsia entre Ciência e religião. Esta ideia vai ao encontro dos resultados do inquérito por questionário nas Questões 5 e 7, provenientes das percepções dos alunos. Os alunos que maioritariamente aceitam a controvérsia são os alunos do professor B, a Turma 2. O que pode sugerir que as percepções dos professores podem influenciar as percepções dos alunos.

### **7.2.3- Comparação de resultados na categoria C – Criacionismo e evolucionismo - entrevista a alunos e a professores**

Relativamente à categoria C – Criacionismo e evolucionismo na sala de aula, podemos inferir que os alunos da Turma 1 consideram importante a discussão deste tema na sala de aula, uma vez que não influencia a veracidade do evolucionismo nas suas percepções, ideia também fundamentada pelo seu professor (A). Para estes alunos, não há possibilidade de considerar o criacionismo na sala de aula, uma vez que este não inclui mutações, não é Ciência. O criacionismo apenas é, para eles, uma perspectiva histórica.

Os alunos da Turma 2 dizem que podem ser abordadas as duas perspectivas na sala de aula, dependendo do ponto de vista. Mas acham que não pode ser dada a hipótese de escolha na sala de aula. Devem-se explicar as teorias mas, dizem, não se deve debatê-las no mesmo pé de igualdade. Defendem que se pode acreditar que foi Deus que criou o mundo e as espécies e aceitar ao mesmo tempo a selecção natural e responder correctamente do ponto de vista científico às questões dos testes.

Os alunos de ambas as turmas parecem revelar deste modo não confundir Ciência e religião, separando muito bem as perspectivas. As suas crenças não influenciam a aplicação correcta dos conhecimentos efectuados nesta temática, embora aceitem a controvérsia entre Ciência e religião, mais uma vez se verificando a presença de concepções sociais provenientes da sua escala de crenças e de valores.

Os professores PA e PB, na categoria C, consideram possível a abordagem dos diferentes pontos de vista numa perspectiva histórica, para que os alunos compreendam o que está cientificamente correcto. O professor PA ainda refere que o criacionismo não é Ciência, no entanto o criacionismo não tem de ter directamente a ver com Deus, pois existem variadas formas de criação.

#### **7.2.4- Comparação de resultados na categoria D – Ciência e religião - entrevista a alunos e a professores**

Relativamente à categoria D- Ciência e religião, os alunos da Turma 1 afirmam que não existe controvérsia, embora a religião tenha sido sempre um obstáculo para o desenvolvimento científico.

Para a Turma 2, existe controvérsia porque a religião só tem uma maneira de ver as coisas, já constituiu um entrave para a Ciência. No entanto as percepções quanto a este assunto são díspares entre os alunos dos diferentes grupos pois aqueles consideram que existe controvérsia nos dois pontos de vista. Embora não sejam a mesma coisa, não se devem confundir.

As percepções dos alunos face ao tema vão, assim, ao encontro do que é aconselhado no programa.

A Turma 2 revela possuir percepções diferentes quanto a este assunto, aceitando ambas as perspectivas, e assumindo que existe controvérsia dos dois pontos de vista. Alguns dos alunos parecem assim manifestar uma certa confusão na percepção dos conceitos.

Relativamente aos professores, na categoria D- Ciência e religião, admitem existir controvérsia, por se tratar de áreas diferentes. Consideram que geralmente as pessoas que são fundamentalistas não aceitam ideias diferentes, mas na sala de aula todos os alunos aceitaram as ideias evolucionistas.

#### **7.2.5- Comparação de resultados na categoria E – Instrumentos - entrevista a alunos e a professores**

Na categoria E- Instrumentos - cujos indicadores são, E1-PowerPoints, E2-Filmes, E3-Resumos, E4- Fichas de trabalho, os alunos da Turma 1, designados por A1



(primeiro turno) e A2 (segundo turno), referem que os PowerPoints utilizados são explicativos, conduzindo os alunos às aprendizagens, como podemos constatar nas unidades de registo para a categoria E.

Ainda sobre os instrumentos utilizados nas aulas, os alunos da Turma 2, designados por B1 (primeiro turno) e B2 (segundo turno), referem que no indicador E1 (PowerPoints), para além de resumidos e por isso de fácil leitura, são constituídos por um suporte visual muito adequado, sendo os mesmos reflectores de aprendizagem, como podemos constatar nas unidades de registo, no Apêndice 9.

Estes PowerPoints são explicativos, esquemáticos, abrangem aspectos gerais dos conteúdos, e foram explorados pelo professor de forma expositiva. Esta aceção é efectuada de acordo com a observação de aulas efectuada pela investigadora, e entrevistas aos professores, cujo testemunho foi importante conhecer.

O professor PA (professor da Turma 1) refere que os PowerPoints serviram para ilustrar processos; o professor PB (professor da Turma 2), por seu lado, sublinha a sua importância na medida em que serviram para ilustrar situações mais abstractas, para ser mais fácil não só a sua explicação como a compreensão dos alunos. Esta foi também a perspectiva dos alunos.

Relativamente aos filmes<sup>4</sup> - indicador E2 da categoria E- Instrumentos, mostrados nas aulas, sobre evolucionismo e criacionismo, aos grupos A1 e B1, os alunos referem que os vídeos deram para visualizar as argumentações contra o evolucionismo e criacionismo, foram importantes para consolidar ideias e para estabelecer diferenças entre as duas perspectivas.

Para todos os grupos, A1, A2, B1 e B2, o filme sobre o criacionismo em nada balançou as suas perspectivas relativamente ao evolucionismo.

Os grupos B1 e B2 referiram que os filmes serviram para consolidar a matéria, pois tiveram de efectuar resumos após a visualização dos mesmos e que contou como elemento de avaliação.

Relativamente ainda aos filmes, o professor PA considera os mesmos promotores do debate em sala de aula, enquanto o professor PB refere que são uma forma diferente de transmitir as ideias, e que serviu para confrontar os alunos com aquilo que já tinha sido referido nas aulas. A opinião dos alunos foi no mesmo sentido da dos professores.

---

<sup>4</sup> Filmes evolucionistas – A viagem perdida de Darwin.

Relativamente aos resumos - indicador E3 da categoria E- Instrumentos, que foram efectuados nas aulas após visualização dos filmes, podemos considerar que os alunos da Turma 1 (A1 e A2) consideraram esta estratégia muito eficaz na aprendizagem, ajudando a integrar conhecimentos, a compreender melhor o que viram nos filmes e a consolidar conhecimentos, enquanto a Turma 2, turno B1, refere os filmes e os resumos como sendo dispensáveis, "... não foram importantes para a aprendizagem".

Relativamente aos resumos - indicador E4 da categoria E- Instrumentos, da análise de conteúdo das entrevistas aos professores, tanto o professor PA como o PB, consideram que os resumos servem para consolidar conhecimentos. Sendo esta também a mesma perspectiva dos alunos, mesmo aqueles que consideraram a prática dispensável, como os alunos da Turma 2.

Relativamente ao indicador E4 (Fichas de trabalho), as turmas revelaram pensar da mesma forma sobre este instrumento de trabalho, como podemos ver no Apêndice 9. Consideram-nas fundamentais, pois serviram para consolidar a matéria, foram corrigidas nas aulas e suscitaram sempre o debate entre os alunos.

Relativamente às fichas de trabalho, indicador E3, tanto o professor PA como o PB referem que as mesmas são importantes para promover a discussão de respostas e sistematizar conhecimentos. Sendo esta também a perspectiva dos alunos.

#### **7.2.6- Comparação de resultados na categoria F – Estratégias apontadas pelos alunos para melhoria das práticas**

Na categoria F– Estratégias apontadas pelos alunos para melhoria das práticas, cujos indicadores são F1-As que foram utilizadas na aula e F2-Visita de estudo a um museu científico, sobre evolução, ou conferências, os alunos consideram que utilizariam as mesmas estratégias que os professores utilizaram nas aulas, como se pode ver no Apêndice 9. Os alunos da Turma 2 referiram que com as estratégias implementadas aprofundaram as ideias acerca do tema evolução biológica. No indicador F2, os alunos referiram que uma visita de estudo a um museu científico sobre evolução ou conferências relacionadas seria útil. Nunca levariam os alunos a um museu criacionista pois, na sua opinião, iriam estar a confundir os alunos. Podemos inferir que os alunos apostariam também em situações de ensino informal.

### 7.2.7- Comparação de resultados na categoria G – Metodologias

Relativamente à categoria G – Metodologias, indicador G1-Conducentes de aprendizagem (as metodologias), tanto o professor PA como o professor PB, consideram que os alunos efectuaram aprendizagens com a metodologia implementada, acrescentando o PA que a utilização de uma grande diversidade de instrumentos se ficou a dever à variedade de estratégias implementadas, que vão ao encontro das diferentes formas de os alunos aprenderem.

## 8- Discussão dos Resultados

### 8.1- Discussão de Resultados do Inquérito por Questionário

Os resultados obtidos permitem-nos dizer que, no geral, os alunos de ambas as turmas revelam-se concordantes na maioria dos itens. De qualquer forma, no que respeita a diferenças e semelhanças de respostas encontradas nas duas turmas, podemos considerar os aspectos que se apresentam nos Quadros 9 e 10.

**Quadro 7. Diferenças e semelhanças de respostas, encontradas nas duas turmas**

<b>Parte I - Percepções sobre a evolução biológica</b>
<b>Aspectos com que ambas as turmas concordaram</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A evolução da espécie humana deveria estar incluída no programa da disciplina para se melhor compreender a evolução.</li> <li>• A sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico.</li> </ul>
<b>Aspectos que obtiveram maior grau de concordância na Turma 1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A evolução das espécies é baseada em dados e estudos cientificamente provados.</li> <li>• Os alunos já possuíam percepções sobre a evolução das espécies, embora que não fundamentadas cientificamente.</li> <li>• É à luz de teorias evolucionistas que se explica a evolução das espécies na Terra.</li> <li>• As teorias fixistas constituem apenas história no que respeita às ideias em Biologia.</li> </ul>

**Aspectos que obtiveram maior grau de discordância na Turma 1**

- A evolução das espécies é um tema que não sugere controvérsia do ponto de vista científico.

**Aspectos que obtiveram maior grau de concordância na Turma 2**

- As teorias fixistas são importantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia.
- Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções não se devem misturar.
- A evolução biológica está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e Geologia.

**Aspectos que obtiveram maior grau de discordância na Turma 2**

- É à luz das teorias fixistas que se pode explicar a evolução de espécies na Terra.

Com base nos resultados obtidos, e em resposta aos objectivos do inquérito por questionário (Quadro 4), podemos considerar que os alunos de ambas as turmas revelaram possuir percepções correctas sobre a evolução biológica das espécies, na medida em que replicam as perspectivas dadas pelos professores nas aulas de Biologia e Geologia.

Embora se encontre uma pequena variação em alguns resultados, podemos dizer que os alunos se posicionam cientificamente quanto à evolução das espécies. Consideram que a sua explicação deve ser baseada nas teorias evolucionistas, colocando o fixismo como uma perspectiva apenas histórica que integra a história das ideias em Biologia.

Ainda consideram que a evolução humana deveria estar presente no programa para uma maior compressão do tema, o que vai ao encontro de uma percepção científica para o desenvolvimento da espécie humana.

Concordam com o facto da Ciência e religião serem áreas distintas, portanto, não se deverem misturar. Então, de acordo com estas respostas concordantes, seria de esperar que os alunos não tivessem respondido que a evolução das espécies sugere controvérsia do ponto de vista científico. Este posicionamento indica que a percepção dos alunos face à evolução das espécies pode ser a cientificamente correcta, mas a controvérsia “engaja” nas suas representações, por se tratar de uma questão ética, inerente ao seu sistema de valores e crenças, visto que os alunos afirmaram já possuir uma perspectiva

acerca da evolução das espécies, como vimos na questão dois do questionário. As suas respostas podem ser baseadas em representações sociais, associadas a valores defendidos pela comunidade, como os religiosos.

**Quadro 8. Diferenças e semelhanças de respostas, encontradas nas duas turmas.**

<b>Parte II - O ensino do tema evolução biológica, na sala de aula</b>
<b>Aspectos igualmente concordantes em ambas as turmas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O tempo dedicado à abordagem dos conteúdos é considerado adequado.</li> <li>• O guião do filme é considerado esclarecedor relativamente aos conceitos abordados.</li> <li>• Os debates sobre os filmes e a temática em geral, abordada na sala de aula, serviram para fundamentar conceitos e ideias numa perspectiva mais abrangente, e formar uma opinião sobre a evolução das espécies.</li> <li>• As estratégias na opinião dos alunos foram as mais adequadas para a abordagem deste tema.</li> <li>• A forma como o(a) professoro(a) expos a matéria foi elucidativa.</li> <li>• Os instrumentos de trabalho foram estimulantes.</li> <li>• As aulas permitiram construir conhecimentos aprofundados sobre o tema.</li> </ul>
<b>Aspectos mais concordantes na Turma 1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A visualização de filmes sobre o evolucionismo e criacionismo foi considerada uma prática adequada para a exploração deste tema.</li> <li>• A realização de resumos dos filmes foi uma prática enriquecedora.</li> <li>• As fichas de trabalho fornecidas pelo docente, permitiram consolidar os conhecimentos.</li> <li>• A resolução de exercícios do manual escolar permitiu a consolidação de conceitos.</li> <li>• O método de pergunta resposta foi estimulante na abordagem deste tema.</li> </ul>
<b>Aspectos mais concordantes na Turma 2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• As apresentações de PowerPoint facilitaram as aprendizagens.</li> </ul>

Ambas as turmas revelam-se concordantes com o tempo dedicado à temática, considerando-o adequada.

Os debates após a visualização dos filmes sobre evolucionismo e criacionismo foram considerados essenciais na medida em que ajudaram a consolidar conceitos e

estabelecer diferenças entre perspectivas, e formar opiniões sobre a evolução das espécies.

Concordam com a forma como os professores leccionaram os conteúdos e consideram que os instrumentos utilizados foram estimulantes, portanto as aulas permitiram construir conhecimentos aprofundados sobre o tema.

A Turma 2 revelou-se mais concordante com a utilização de PowerPoints na leccionação da temática, concordam com o facto de os mesmos serem facilitadores da aprendizagem. O que sugere preferência por um ensino mais expositivo.

Os alunos da Turma 2, não destacam os filmes como uma estratégia importante, bem como os resumos que deles resultaram, o que nos sugere que estes alunos, dão preferência a práticas que não envolvam o trabalho do aluno.

Porém, os alunos da Turma 1, revelam-se mais interessados no envolvimento do trabalho individual do aluno, na medida em que privilegiam as fichas de trabalho, exercícios do manual escolar e a realização de resumos, práticas que requerem o envolvimento do aluno.

## **8.2 - Discussão de Resultados do Teste de Aprendizagens**

Parte I – Do fixismo ao evolucionismo

Grupo 1.

No que respeita ao primeiro grupo de questões, o objectivo era saber se os alunos compreendiam as várias teorias que explicam a evolução biológica numa perspectiva histórica e saber distinguir o fixismo das correntes que lhes estão associadas, do evolucionismo. No geral a maioria dos alunos revela confundir o fixismo com as correntes que dele emergem, neste caso, criacionismo e catastrofismo, mas sabem distinguir fixismo de evolucionismo. Verifica-se que muitas vezes os alunos respondem de forma tautológica, o que denuncia que os alunos não revelam possuir argumentação científica adequada para uma resposta totalmente correcta, o que demonstra que os conceitos não estão claros.

Consideramos que os alunos não aplicaram correctamente os conhecimentos, no domínio da compreensão, não evocam correctamente os conceitos e conhecimentos, não elaboram explicações pertinentes e coerentes relativamente às diferenças entre as teorias e correntes que lhes estão subjacentes.

Destaca-se a Turma 2 pela percentagem de respostas correctas. Mas é na Turma 1 que se encontram as respostas mais completas do ponto de vista científico.

#### Grupo 2.

No que respeita ao segundo grupo de questões, cujo objectivo é saber se os alunos distinguem a teoria lamarckista da teoria darwinista, de acordo com os textos, a aplicação dos conhecimentos para a fundamentação de respostas que reportam para conceitos darwinistas, não se revela suficiente, no entanto, os alunos demonstram aplicar mais correctamente os conceitos lamarckistas.

Os alunos distinguem as teorias, mas não relacionam correctamente esses conhecimentos com o exemplo das borboletas *Biston betularia*, limitam-se a comentar exemplos dados nas aulas, revelando, assim, dificuldade em efectuar a transferência e aplicação do conhecimento para outras situações.

Alguns alunos da Turma 2 confundem o darwinismo com o lamarckismo.

Quando se pede para que os alunos reconheçam dados científicos da génica actual, podemos concluir que a maioria dos alunos, de ambas as turmas, conhece os conceitos mas têm dificuldade nas relações entre conceitos e na sua fundamentação.

Consideramos também que os alunos não aplicaram correctamente os conhecimentos, mas no domínio da compreensão revelaram na sua maioria distinguir as teorias. No entanto, uma vez que não evocam correctamente os conceitos e conhecimentos, não elaboram explicações pertinentes e coerentes que permitam a construção de respostas correctas.

Os alunos demonstraram, em suma, compreender os conceitos científicos mas não efectuaram uma aplicação correcta dos mesmos, nem expressaram correctamente as conclusões que retiraram dos textos.

Destaca-se a Turma 1 pela percentagem de respostas correctas neste grupo de perguntas.

#### Grupo 3

Quando se pede que os alunos expliquem a evolução, pretende-se saber se os alunos reconhecem os aspectos históricos que levaram à formulação da teoria da evolução Darwin, quer na questão 3.2.1, quer na questão 3.2.2.

Os alunos revelaram-se vagos, redundantes, e a maioria não explicou os conceitos necessários para uma boa compreensão da resposta. Apenas uma minoria de alunos responde correctamente a estas questões, o que nos leva a concluir que os mesmos não têm presente estes conhecimentos, uma vez que não foi atribuída a devida importância aos trabalhos de Malthus, como sendo estruturantes para a formulação da teoria da selecção natural de Darwin. Pudemos constatar este facto através da observação que foi efectuada das aulas.

Nestas duas questões podemos verificar que os alunos não possuem conhecimentos para explicar como Darwin chegou à sua teoria.

Consideramos que os alunos não aplicaram correctamente os conhecimentos; enunciaram os conceitos sobre a teoria da evolução de Darwin, mas não os desenvolveram nem fundamentaram de modo a elaborar explicações pertinentes e coerentes.

A maioria dos alunos demonstrou conhecer os conceitos científicos mas não efectuou uma aplicação correcta dos mesmos.

#### Grupo 4

As respostas correctas nesta questão foram baixas. Uma minoria de respostas estão correctas, os alunos conseguem justificar e fundamentar os conceitos, no entanto na sua maior parte as respostas revelam-se incompletas.

Os alunos conhecem e compreendem os argumentos que apoiam o evolucionismo, distinguem os mecanismos de evolução, extrapolam para a realidade quotidiana os aspectos mais relevantes da evolução, nomeadamente no domínio da genética, no entanto, revelam dificuldades na fundamentação de respostas.

Porém, nem todos os alunos possuem as mesmas percepções sobre evolução biológica, mas os que conseguem efectuar respostas completas efectuam a aplicação de conhecimentos e aprendizagens correctamente, no que concerne à compreensão dos mecanismos de selecção natural como aspecto determinante da evolução e os argumentos que apoiam o evolucionismo.

Em suma, os alunos demonstram compreender os conceitos científicos em termos superficiais, pois na aplicação de conhecimentos e expressão de conclusões mostram-se pouco consistentes.



## Parte II – A evolução como um facto

## Grupo 1.

As respostas a esta questão revelam uma argumentação e fundamentação insuficiente acerca da evolução biológica, na medida em que a maioria dos alunos apenas responde com alguns conceitos básicos, sem estabelecer qualquer articulação entre os mesmos. Este factor leva-nos a pensar que os alunos conseguem entender a evolução, concordam com os mecanismos que a suportam, mas não conseguem construir uma resposta que transmita as suas aprendizagens de forma coerente e cientificamente correcta, porque não estabelecem a articulação entre os conceitos e as percepções que possuem sobre a evolução biológica.

## Grupo 2.

Os alunos revelam conhecer os mecanismos de evolução e distinguir os argumentos que apoiaram o evolucionismo no âmbito da teoria sintética da evolução.

Destaca-se a Turma 1 pela percentagem de respostas correctas.

## Grupo 3.

Os alunos aqui fundamentam de forma insuficiente os argumentos paleontológicos, uma vez que a maioria dos alunos para além de não relacionarem os conceitos, apresentam-nos de forma errónea. Isso demonstra que os alunos não conseguem aplicar os conhecimentos, neste caso, os relacionados com os argumentos paleontológicos. Podemos inferir que os alunos conhecem os argumentos que apoiam o evolucionismo mas não os reportam para exemplos e situações diferentes daquelas que são apresentadas no manual.

A maioria dos alunos, especialmente da Turma 1, reconhece questões investigáveis cientificamente.

## Grupo 4

A maioria dos alunos distingue de forma correcta os argumentos que apoiam o evolucionismo, aplicando correctamente os conhecimentos.

Destaca-se a Turma 2 pela percentagem de respostas correctas.

### Grupo 5

A maioria dos alunos distingue de forma adequada os argumentos que apoiam o evolucionismo, aplicando correctamente o conhecimento.

### Grupo 6

A maioria dos alunos compreendem os argumentos que apoiam o evolucionismo, aplicando correctamente o conhecimento. Revelam compreender os argumentos de anatomia comparada que apoiam o evolucionismo, utilizando o conhecimento em novas situações.

### Grupo 7

A maioria dos alunos distingue de forma correcta os argumentos que apoiam o evolucionismo, nomeadamente os argumentos bioquímicos, aplicando correctamente o conhecimento.

Destacam-se a Turma 1 pela percentagem de respostas correctas.

### Grupo 8

A maioria dos alunos conhece os argumentos que apoiam o evolucionismo, nomeadamente a selecção natural, utilizando de forma adequada o conhecimento.

Destaca-se a Turma 2 pela percentagem de respostas correctas.

No geral, os alunos demonstram possuir conhecimentos e compreender os factos associados às teorias evolucionistas e fixistas, no âmbito do desenvolvimento da história das ideias em Biologia.

São as questões de escolha múltipla que apresentam um maior número de respostas correctas, o que demonstra que os alunos não estão habituados a escrever e fundamentar conceitos, ideias, opiniões, nem extrapolar para exemplos concretos da realidade esses conhecimentos, apesar de terem realizado questões de desenvolvimento aplicadas semanalmente como treino para provas de carácter externo, como foi verificado na observação de aulas.

Nas respostas de pergunta aberta, os alunos reproduzem o que foi leccionado nas aulas, mas para situações que não foram exploradas na sala de aula, os alunos não conseguem aplicar concretamente os conceitos e fundamentá-los, nem expressam os conhecimentos. Esta situação revela que os alunos, na sua maioria, não conseguem

extrapolar os conhecimentos para exemplos desconhecidos, que lhes são diferentes daqueles que foram apresentados no programa da disciplina, no manual escolar e nas fichas de trabalho.

### **8.3 - Discussão de Resultados das Entrevistas**

As aprendizagens e conhecimentos que os alunos revelam ter efectuado relativamente à evolução biológica vão ao encontro do que se pretende no programa curricular: dominar os conteúdos, teorias e correntes; saber como se efectuou a evolução do conhecimento científico desde o fixismo até ao evolucionismo; e transmitir conhecimentos, embora os alunos tenham revelado uma lacuna na fundamentação, transferência e articulação de conceitos.

Os conhecimentos que os alunos reportam são aqueles que lhes foram transmitidos nas aulas pelos professores. Neste caso, a Turma 1 destaca-se por saber melhor transmitir, de forma mais cuidada e fundamentada os conhecimentos adquiridos. O que vai ao encontro do que já referimos sobre os resultados do teste de aprendizagem.

Relativamente às percepções que os alunos revelam possuir quanto à evolução biológica, e ao que se julga ser controverso pela maioria das pessoas, Ciência e religião, podemos inferir que os alunos integram o evolucionismo no seu sistema de valores e conseguem distinguir o que é um facto daquilo que não é julgado como um facto. Não misturam perspectivas científicas com religiosas e explicam a evolução da espécie humana através de perspectivas evolucionistas. Porém, aceitam existir controvérsia entre Ciência e religião, e admitem que a evolução biológica é controversa do ponto de vista científico, embora não saibam fundamentar esta aceção, o que demonstra que os alunos reportam mais uma vez o que lhes foi transmitido, de forma acrítica. Estes resultados são aliás concordantes com os que foram obtidos no inquérito por questionário. Destaca-se neste sentido a Turma 2 que admite que seria controverso tratar o tema evolução humana nas aulas, embora considerem interessante e importante a sua integração.

Os alunos demonstram, em grande parte, ter as mesmas percepções acerca da evolução biológica que os seus professores.

Estabelecendo uma comparação entre os resultados do questionário e os das entrevistas, podemos considerar que os alunos da Turma 2 preferem instrumentos cujo envolvimento directo e activo no trabalho seja reduzido. O que sustenta esta consideração são as evidências que se encontram na análise de conteúdo das entrevistas do Apêndice 9, para a categoria E- Instrumentos, indicador E1-PowerPoints, tendo como unidade de contexto a designação B1 e B2, em que um aluno refere por exemplo que “...é mais fácil olhar para um PowerPoint resumido do que para uma página cheia de texto.” UC<sup>5</sup>- B2. Também no indicador E2-Filmes, um aluno da UC-B1, diz o seguinte: “Não foram fundamentais mas ajudaram na consolidação da matéria”. Outro aluno da B2 refere para o indicador E3-Resumos que “como sabíamos que tínhamos de fazer os resumos e era para avaliação, sabíamos que tínhamos de estar atentos,...”. Ainda no indicador E3-Resumos, os alunos da Turma 2, UC- B1, referem que “os resumos dos vídeos e mesmo os vídeos foram dispensáveis, não foram importantes para a aprendizagem” e “os PowerPoints foram mais importantes”.

Sendo o método mais apreciado pelos professores visto a sua utilização ter estado presente em todas as aulas observadas, podemos considerar que os professores escolheram métodos como apresentação em PowerPoints que preferencialmente resumem a matéria, na sua perspectiva facilitam a aquisição de conhecimentos e a sua extrapolação para exemplos práticos de fácil acesso visual, mesmo que seja este associado a um método expositivo.

Para além de terem privilegiado métodos mais expositivos, estes professores optaram por métodos que conduzissem os alunos à aprendizagem. Sobressai uma enorme preocupação dos professores no sentido de levar à aprendizagem para uma vertente mais externa da avaliação, utilizando uma diversidade de estratégias mais consonantes com esse factor. A questão da avaliação é aqui introduzida como referência à importância que a mesma tem no perfil destes alunos, quase instrumentalizados para uma avaliação externa e respectiva obtenção de resultados.

Todos estes métodos e estratégias que foram citados implicam o envolvimento do aluno na construção da sua aprendizagem, quando se referem a resumos dos filmes que contemplam as diferentes perspectivas entre evolucionismo e criacionismo, debates em

---

<sup>5</sup> UC- Unidade de contexto

torno do assunto, fichas de trabalho que constituíram trabalho de casa, o que obriga o aluno a envolver-se mais no trabalho individual, estas fichas geraram o debate pois a sua correcção foi sempre efectuada na aula. Verificou-se uma aposta no trabalho cooperativo e colaborativo, na medida em que os debates foram efectuados em grupo e os resumos por vezes provinham de perspectivas que surgiam depois de efectuados os debates. Métodos como os de pergunta/resposta, que promovem a transmissão oral do conhecimento e o diálogo entre os alunos, na discussão de conceitos e perspectivas, e remetem para a aplicação dos mesmos em exercícios, são considerados pelos professores PA e PB importantes para o desenvolvimento de competências no domínio da interacção entre os alunos.

Os alunos dizem-se satisfeitos com as estratégias e metodologia implementadas em sala de aula pelos professores na leccionação da temática evolução biológica, acrescentariam apenas uma visita de estudo e a um museu científico e conferências, cuja temática seria a evolução. Revelam preferência pelo ensino informal, como complemento da matéria.

A metodologia revelou-se conducente às aprendizagens programadas para uma finalidade, a avaliação externa, o que talvez não tivesse permitido desenvolver competências no que concerne à transferência e articulação de conhecimentos, uma vez que requerem perícia e tempo.

#### **8.4 - Triangulação de Resultados**

**Quadro 9. Triangulação de resultados do inquérito por questionário, entrevistas, teste de aprendizagens e observação de aulas.**

Questionário	Entrevistas	Teste de Aprendizagens		Questionário	Entrevistas
Percepções sobre a evolução biológica		Do Fixismo ao evolucionismo	A evolução como um facto	O ensino do tema “evolução biológica”, na sala de aula	
Explicam a evolução das espécies, incluindo a espécie humana à luz do evolucionismo, embora considerem existir controvérsia do ponto de vista científico (nomeadamente a Turma 1).	Revelam não misturar perspectivas científicas com perspectivas religiosas e explicam a evolução das espécies através das teorias evolucionistas.  Aceitam que a evolução biológica é controversa do ponto de vista científico (nomeadamente a Turma 2, o que vai de encontro à concepção do professor B).	Distinguem fixismo de evolucionismo, mas confundem as correntes que derivam do fixismo.  Aplicam mais correctamente os princípios lamarckistas relativamente aos darwinistas, alguns alunos da Turma 2 confundem as teorias.  A maioria dos alunos de ambas as turmas reproduzem apenas os exemplos fornecidos nas aulas e não aplicam o	Compreendem os conceitos básicos e mecanismos envolvidos na explicação da evolução biológica das espécies, mas não estabelecem articulação entre os mesmos, de modo a construir uma resposta coerente do ponto de vista científico.  Distinguem os mecanismos da evolução, os argumentos que explicam o evolucionismo, nomeadamente a teoria sintética da	Consideram as metodologias, instrumentos e estratégias utilizadas pelos professores, as mais adequadas e conducentes de aprendizagens.  As aulas permitiram construir conhecimentos aprofundados sobre o tema.  A forma como os professores leccionaram o tema foi a mais adequada para os alunos.  A Turma 1, considera	Os PowerPoints são o método de explicação mais apreciado pelos alunos da Turma 2.  Consideram os filmes enriquecedores, complementares da matéria, mas seriam dispensáveis nomeadamente os resumos resultantes da visualização dos mesmos.  A Turma 1, considera também a utilização de PowerPoints importantes mas não descoram os outros
Consideram a evolução das espécies baseada em factos e dados cientificamente	A Turma 1, considera importante a abordagem do criacionismo na sala de aula, como				

<p>provados. Explicam os factos através dos mecanismos da evolução explicados nas aulas</p>	<p>perspectiva histórica. Não influencia a veracidade do evolucionismo e as percepções que dele possam derivar</p>	<p>conhecimento a outras situações. Não aplicam os conhecimentos no domínio da compreensão, não elaboram explicações pertinentes do ponto de vista científico.</p>	<p>evolução. No entanto não os reportam para situações diferentes das que lhes foram fornecidas em sala de aula.</p>	<p>preferir métodos que envolvam o aluno na construção do conhecimento. A Turma 2, revelam preferir métodos mais expositivos que não envolvam na sua maioria o trabalho do aluno.</p>	<p>instrumentos de trabalho. Consideram importante, métodos que conduzam ao desenvolvimento do trabalho autónomo dos alunos, o que se faz notar na expressão escrita, no teste de aprendizagens.</p>
<p>Reconhecem que a sociedade e os valores condicionam a Ciência e desenvolvimento científico</p>	<p>A Turma 2, considera que se devem abordar ambas as teorias na sala de aula mas não se deve dar a hipótese de escolha</p>	<p>Limitam-se a reproduzir o que lhes foi ensinado nas aulas. Porém, destaca-se a Turma 1 na articulação de respostas.</p>	<p>Possuem maior facilidade nas questões de escolha múltipla, relativamente às questões de resposta aberta.</p>		<p>Acrescentariam apenas uma visita de estudo a um museu científico, como complemento da matéria leccionada.</p>
<p>Consideram o fixismo apenas factos históricos que fazem parte do desenvolvimento do pensamento científico</p>		<p>Os alunos não conhecem os factos históricos, os dados e os trabalhos, que foram estruturantes para a formulação e fundamentação da teoria da evolução de</p>			<p>Os professores também consideram os PowerPoints o método mais ilustrativo e facilitador da transmissão de conhecimentos.</p>
<p>Consideram que Ciência e religião são áreas distintas com finalidades diferentes,</p>	<p>Consideram que a Ciência e religião são controversas, dos dois pontos de vistas</p>				<p>Revelam uma preocupação no</p>

<p>não se devem misturar.</p>	<p>(nomeadamente a Turma 2).</p>	<p>Darwin, como por exemplo o trabalho de Malthus (confirmação obtida com a observação de aulas).</p> <p>Distinguem os mecanismos de evolução que apoiam o evolucionismo.</p> <p>Aplicam correctamente os conhecimentos e percepções quanto ao mecanismo de selecção natural extrapolam para a realidade aspectos mais relevantes da evolução, no domínio da Genética, mas possuem dificuldades na articulação científica dos factos e fundamentação de</p>			<p>sentido da escolha dos métodos e instrumentos que melhor conduzam os alunos à aquisição dos conhecimentos e aprendizagens, de modo a assegurar bons resultados na avaliação externa.</p> <p>Consideram que os métodos e estratégias escolhidas permitem aos alunos construir a sua própria aprendizagem.</p> <p>Consideram importante a diversidade de estratégias de modo a chegar a todos os alunos.</p>
-------------------------------	----------------------------------	---	--	--	---



		<p>respostas.</p> <p>Revelam compreender os conceitos científicos embora a aplicação dos mesmos e a expressão de conclusões seja inconsistente do ponto de vista científico.</p>			
<p><b>Observação de aulas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos mais centrados no professor (expositivo – utilização massiva de PowerPoints);</li> <li>- Métodos que permitem o envolvimento directo dos alunos na construção da aprendizagem;</li> <li>- Averiguação de conhecimentos prévios;</li> <li>- Estratégias cuidadosamente seleccionadas, que conduzem à mudança conceptual do aluno através de troca de ideias, debates e diálogos entre pares e grupos (destaca-se a Turma 1 pelo envolvimento no trabalho e respostas cientificamente correctas);</li> <li>- Recursos didácticos variados, com utilização maioritária de PowerPoint, um instrumento considerado pelos alunos e professores, fundamental do ensino;</li> <li>- Ensino expositivo, que aponta para a aquisição de competências e conhecimentos sobre os conteúdos, proporcionando condições para o envolvimento do aluno na construção da sua aprendizagem.</li> </ul>					

**Quadro 10. Resultado da triangulação de resultados**

**Antes da abordagem do tema em sala de aula**

- Resultados da aplicação da pergunta exploratória.

**Que conhecimentos e aprendizagens os alunos possuem antes da abordagem do tema evolução biológica em sala de aula?**

- Evolução é o desenvolvimento dos seres vivos a partir de um ancestral comum (conhecimentos do 7.º ano de escolaridade na disciplina de Ciências naturais;
- Aceitam teorias paralelas às que são aceites cientificamente.

**Que percepções, os alunos possuem sobre a evolução das espécies?**

- Percepções de origem religiosa, provenientes do senso comum.

**Abordagem do tema em sala de aula**

- Resultados da observação de aulas e entrevistas a alunos e professores.

**- O conhecimento científico e didáctico do professor.**

**Que tipo de ensino ?**

- Expositivo;
- Privilegia uma pedagogia virada para competências e conteúdos, e preparação para a avaliação externa;
- Escolha de estratégias adequadas ao envolvimento dos alunos no trabalho e mudança conceptual.
- O mais adequado na perspectiva dos alunos e professores.

**Após a abordagem do tema em sala de aula**

- Resultados da aplicação do inquérito por questionário, teste de aprendizagens e entrevistas a alunos.



Mudança conceptual

**Que conhecimentos e aprendizagens foram efectuados após a abordagem do tema em sala de aula?**

- Distinguem fixismo de evolucionismo;
- Confundem as correntes que derivam do fixismo;
- Aplicam correctamente os princípios lamarckistas relativamente aos darwinistas embora compreendam a teoria da evolução de Darwin;
- Não conhecem os dados históricos que ajudaram Darwin na estruturação da sua teoria;
- Distinguem os mecanismos da evolução e os dados e argumentos que apoiam o evolucionismo;
- Compreendem a teoria sintética da evolução, neo-darwinismo e aplicam-na aos diferentes exemplos;
- Compreendem a evolução como um facto.

**Que percepções resultam, após abordagem do tema em sala de aula?**

- Possuem percepções científicas da evolução das espécies;
- Não misturam conceitos científicos com o conhecimento espontâneo proveniente do senso comum;
- Explicam a evolução das espécies à luz do evolucionismo;
- Aceitam que a evolução biológica é controversa do ponto de vista científico, logo admitem a controvérsia entre Ciência e religião, embora por vezes tenham referido o contrário, o que se deve às representações sociais integradas no seu sistema de crenças, difíceis de diluir.

---

## Capítulo III - Conclusões e Limitações do Estudo

*O ensino é uma forma sistemática de transmissão de conhecimentos utilizados pelos humanos para instruir e educar os seus semelhantes, geralmente em locais conhecidos como escolas.*

### 1- Conclusões

O estudo que apresentamos foi norteado por três fases metodológicas distintas. Estas fases contemplaram a utilização de determinados instrumentos de recolha de dados, que nos permitiram estabelecer inferências sobre os resultados obtidos. Podemos agora sistematizar as inferências efectuadas a partir dos resultados obtidos, e chegar a conclusões que nos permitem estabelecer respostas às questões de investigação e ao problema, que estiveram na origem desta investigação.

Pela singularidade que o estudo oferece, não foi nossa pretensão a generalização dos resultados, sendo que os mesmos podem ser debatidos do ponto de vista pedagógico e didáctico. No entanto, esta investigação é apenas uma contribuição para o saber num contexto de supervisão, sobre o ensino da evolução biológica em sala de aula no ensino secundário.

As conclusões que apresentamos são norteadas de acordo com as fases estabelecidas para o estudo.

#### 1.<sup>a</sup> Fase do estudo – Pré-activa ou exploratória.

Nesta fase foi efectuada a análise do programa, da planificação didáctica efectuada pelos professores, da pergunta exploratória (que teve como objectivo antever concepções prévias ou alternativas, que pudessem existir acerca destes conteúdos programáticos) e da entrevista exploratória ao Professor Archer (como complemento a determinados aspectos desta investigação, nomeadamente a problemática da eventual inserção do ensino da “criação” no programa curricular da disciplina de Biologia e Geologia, que podemos ler no Apêndice 11).

Do **programa curricular** que integra o conteúdo - evolução biológica, concluímos que:

- Apela para uma abordagem supérflua da evolução biológica das espécies;
- Pretende apenas que os alunos conheçam e percebam aspectos históricos discutidos nas ideias em Biologia;
- Apela à divergência de opiniões;
- Sugere a existência de controvérsias;
- Não permite um estudo exaustivo dos argumentos que fundamentam o evolucionismo.
- Não contempla o exemplo da evolução da espécie humana.

As conclusões retiradas da análise do programa, vão ao encontro do que alguns evolucionistas afirmam, ou seja, a ênfase recai, não na história evolutiva dos seres vivos, embora esta continue a ser focada, mas na história das teorias evolucionistas. O destaque vai para a abordagem do evolucionismo em oposição ao fixismo e para o confronto entre o lamarckismo, o darwinismo e o neo-darwinismo (Abreu, 2007). O evolucionismo é tratado de modo superficial, incompleto e mesmo desadequado, não constando um único conteúdo (nem como exemplo) sobre a evolução humana. As orientações programáticas recomendam, até, que se evite a abordagem pormenorizada e exaustiva das teorias da evolução e dos argumentos que as sustentam (Gaspar, 2007; Levy, Abreu, Carrapiço, & Pina; 2008, Ruse, 2009).

Focados nesta perspectiva simplista do programa curricular da disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano de escolaridade e na abordagem meramente histórica desta temática no mesmo, considerámos pertinente o depoimento de um cientista, outrora padre jesuíta, de modo a perceber que implicações poderão vir a ter estas questões, a nível curricular, num futuro que se poderá antever próximo. Neste sentido, surgiu a entrevista exploratória que naturalmente nos surpreendeu, pelas respostas concretas e exactas quanto ao aspecto antagónico do conteúdo. O professor Archer considera que Ciência e religião não se devem tocar, são áreas distintas; a Ciência não precisa de Deus, nem o deve abordar, assim como a religião não deve invadir o espaço da Ciência. No entanto, quando se fala em cristianismo criacionista, a tese de que Deus criou o homem e todas as coisas que o rodeiam, não existe choque com a Ciência, pois Deus existe no íntimo de cada um de nós, mas quando se fala em “intelligent design”

defendido pelo cristianismo, entramos na espiral evolutiva do tempo onde se encontram duas realidades distintas, uma filosófica e religiosa, outra científica, e neste sentido existem duas direcções que se sobrepõem em discordância (Apêndice 11).

Sobre a inclusão do ensino da “criação” a par com o da evolução nas aulas de Ciências, o professor Archer considera que a principal razão para que tal venha algum dia a acontecer, se deve ao facto de ser difícil explicar que toda a maravilha dos seres vivos provenha por acaso, sem um “intelligent design”, de tipo religioso ou não. Mas sobre este ponto, o professor considera ainda, não existir problema se se propuser um criacionismo evolutivo e não um criacionismo fixista, que iria contra uma imensa mole de investigação séria, sobretudo a partir de Pio XII (Apêndice 11). Isto sugere de imediato perspectivas não muito lógicas do ponto de vista científico, no que respeita a uma possível inclusão desta controvérsia no programa curricular da disciplina de Biologia e Geologia.

Da **análise da planificação didáctica** (a médio prazo) elaborada pelos professores, concluímos que:

- Desta fazem parte competências que vão ao encontro do estabelecido no programa;
- Não constam os recursos que serão utilizados para operacionalizar as estratégias;
- As estratégias são as recomendadas no programa, embora sejam apresentadas na planificação de forma abreviada;
- O tempo estabelecido para leccionar o tema é considerado insuficiente, o que está de acordo com o proposto por Salgado e Silva (2009). Estes autores referem que se deve dar tempo para que os alunos voltem a equilibrar o seu sistema de ideias de modo a construir conceitos e efectuar formulações coerentes acerca dos assuntos visados, o que terá naturalmente que ver com o tempo de mudança conceptual.

Da **análise da planificação didáctica**, sendo que esta é considerada uma descrição de intenções de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos, podemos inferir que está construída de forma elementar e sucinta, com especial ênfase nas competências pedagógicas (procedimentais e atitudinais), formuladas a diversos níveis de

generalidade e que assumem diferentes designações conforme a perspectiva teórica dominante (a behaviorista, a cognitivista e construtivista).

Da planificação fazem também parte as metodologias que englobam as estratégias, que devem ser entendidas como a forma de organizar os meios (o processo de ensino e de aprendizagem) de modo a alcançar os objectivos ou competências definidas. As estratégias podem ter diversos níveis de generalidade, assumindo, nessa situação, diversas designações (modelos de ensino, métodos de ensino, técnicas de ensino). As estratégias correspondem, aqui, ao conjunto das acções do professor orientadas por um plano de acção onde se organiza a utilização de determinados métodos e meios a fim de concretizar os objectivos propostos. O conjunto de estratégias, de acordo com determinadas orientações educativas e princípios teóricos de actuação pedagógica, originam os modelos de ensino. Neste caso, é notório neste plano de intenções que os modelos adaptados possuam aspectos ligados às teorias comportamentalistas misturados com aspectos defendidos pelas teorias cognitivistas e construtivistas.

Da **pergunta exploratória** efectuada aos alunos no início da unidade programática, de modo a conhecer as concepções prévias e alternativas que os alunos possuíam sobre a temática, concluímos o seguinte:

- Antes da abordagem do tema em sala de aula, os alunos não possuíam conhecimentos científicos adequados que permitissem explicar ao pormenor a evolução das espécies. Os alunos apenas referem a existência de um ancestral comum, conceitos que foram leccionados no 7.º ano de escolaridade, no âmbito da disciplina de Ciências naturais.
- Relativamente às percepções e concepções face a esta temática, os estudantes revelaram já possuir concepções pré-formadas sobre a temática, embora não tenham referido qualquer tipo de “criação” das espécies com origem divina, mas patentearam argumentos provenientes do senso comum, no que respeita à possibilidade de existirem perspectivas paralelas à científica, nomeadamente de índole religiosa, que lhes permitiram explicar algumas ideias acerca da temática e colocar a hipótese da sua abordagem em sala de aula, como perspectiva histórica e filosófica, em alternativa. Esta situação converge naturalmente para as representações que cada indivíduo constrói da realidade que o rodeia.

Da Ciência, como realidade envolvente do mundo em que vivemos, podemos obter diferentes representações, quer sejam correctas ou incorrectas. Estas representações

resultam de concepções induzidas por transmissão social, pelo ensino informal, que se transformam em concepções alternativas, que não coincidem com as aceites pela comunidade científica, mas fazem sentido e são úteis para aqueles que as possuem, na medida em que são adequadas à realização ou resolução das suas tarefas diárias. Estas concepções consistem em ideias subjacentes ao que pensam, dizem, escrevem e representam, os alunos. Neste sentido, a educação e a socialização têm como objectivos prioritários a assimilação das crenças partilhadas pelos grupos existentes no contexto cultural e social em que os indivíduos, neste caso, os alunos, se integram para que sejam perpetuadas determinadas visões alternativas às científicas, numa perspectiva mais filosófica da realidade que nos acerca. É no ensino formal que essas concepções, provenientes do conhecimento espontâneo ou implícito, podem vir a ser desmontadas, dando lugar ao conhecimento científico ou explícito, com a sua aplicação nas actividades diárias dos sujeitos.

A **2.ª fase do estudo** será mais adiante integrada na resposta à questão de investigação 1, uma vez que a observação de aulas e a análise dos recursos didácticos foi complementar das conclusões a este nível.

Na **3.ª fase do estudo** foram apurados os resultados dos inquéritos por questionário, entrevistas a alunos e professores e do teste de aprendizagens, e efectuada a triangulação de resultados.

Depois de discutidos e cruzados todos os resultados, provenientes dos diferentes instrumentos de recolha de dados, podemos dar resposta às questões de investigação, objectivo central desta investigação e respectivo problema que medeia esta investigação.

***Questão de investigação 1-** Como é tratado pelos professores o ensino da evolução biológica na sala de aula?*

Com base na observação de aulas, na análise dos recursos didácticos utilizados, nos resultados do inquérito por questionário e entrevistas aos professores e alunos, podemos inferir sobre os modelos e métodos de ensino utilizados nestas salas de aulas e permite-

nos, também, argumentar quanto às opções metodológicas efectuadas pelos professores e às reacções dos alunos face à temática.

Neste sentido, passamos a caracterizar o ensino efectuado pelos professores nas duas salas de aulas envolvidas no estudo. As estratégias de ensino privilegiadas pelos professores (que utilizaram metodologias idênticas nas diferentes salas de aula, das diferentes turmas, uma vez que a preparação de aulas foi sempre efectuada previamente e em conjunto) para a operacionalização e concretização do seu ensino, basearam-se em métodos mais expositivos, centrados no professor, com recurso massivo a PowerPoints explicativos, ilustrativos da matéria, e pouco exaustivos, tornando-se assim um recurso estimulante para a aprendizagem. Este método de ensino foi considerado por muitos dos alunos o mais eficaz para a aquisição de conhecimentos e concretização de aprendizagens.

Observou-se uma preocupação, por parte dos professores, com o papel do aluno no processo de ensino e de aprendizagem, o que levou ao envolvimento do aluno na consecução de actividades e na construção da sua própria aprendizagem, através da opção por estratégias de algum modo promotoras de mudança conceptual. Nesta perspectiva, foi notório o ensino baseado na mudança conceptual, considerado por Ausubel, veículo para a aprendizagem. Tendo como ponto de partida os conhecimentos prévios ou concepções que os alunos já possuem acerca de determinado tema, provenientes do conhecimento espontâneo ou tácito, implícito ao sujeito, adquirido por aprendizagem informal, através da interacção social.

De modo a conduzir nesse processo, foi comum a utilização de técnicas de debate e discussão de ideias e conceitos, diálogos entre pares e grupos, técnica de questionamento - pergunta e resposta directa, (destaca-se a Turma 1 pelo envolvimento no trabalho e respostas cientificamente correctas), levando, neste sentido, à exploração do seu próprio pensamento, com apelo à aprendizagem por meio da cooperação e socialização entre os sujeitos, tal como Vygotsky considerou, os outros também possuem um papel importante na construção das aprendizagens e desenvolvimento do aluno. Estas técnicas podem gerar conflito cognitivo e conduzir o aluno à reestruturação das suas estruturas cognitivas, desmontando ideias e hábitos comuns de pensar, de modo a afastar as concepções prévias e alternativas provenientes de conhecimentos já adquiridos, antes das abordagens formais do ensino. Devem, neste sentido, os professores levar os alunos a aprender a aprender, conduzindo o processo de ensino e de



aprendizagem para esta perspectiva, respeitando os estilos de aprendizagem de cada aluno.

Os professores utilizaram também, em grande medida, técnicas de memorização, que apelam à observação de comportamentos acerca do que foi aprendido, como por exemplo nas muitas resoluções de fichas, exercícios do manual escolar e resumos dos filmes, que foram efectuados nas aulas e ao apelo à repetição e reprodução dos conceitos e conhecimentos transmitidos pelos professores, sempre com a tónica no desenvolvimento de aprendizagens e competências para a realização de provas externas e internas de avaliação. O treino de respostas foi bastante trabalhado nestas aulas, no sentido da procura do saber para futura prestação de provas, neste sentido, esta é considerada uma perspectiva comportamentalista, centrada no comportamento observável.

Depois desta descrição sumária, podemos considerar que as metodologias utilizadas pelos professores em sala de aula basearam-se em pressupostos tanto comportamentalistas ou behavioristas como cognitivistas e construtivistas, na medida em que integraram muitas vezes a memorização de conceitos, a resolução de exercícios por repetição, o ensino individualizado, as demonstrações por imitação e memorização.

Podemos concluir que, em ambas as turmas, sujeitas a uma abordagem metodológica focalizada nas competências essenciais do currículo, e específicas da disciplina, para esta unidade programática, em que a tónica do ensino se coloca na preparação dos alunos para a avaliação externa e interna, os métodos aplicados foram na sua maioria semelhantes em ambas as turmas, na sequência das aulas observadas.

A nosso ver, nem todas as estratégias permitiram o sucesso, uma vez que os alunos demonstraram um domínio incompleto dos conteúdos. Demonstraram conhecer os conceitos mas não os conseguiram aplicar nem transferir para situações novas que foram sugeridas.

A metodologia utilizada foi, no entanto, considerada pelos professores e alunos como sendo conducente às aprendizagens, porém, consideramos que os professores precisariam de mais tempo para efectuar o ensino desta temática, de modo a trabalhar mais com os alunos e confrontá-los com situações reais de aplicação de aprendizagens.

No sentido de efectuar uma distinção entre as turmas, no que respeita a preferências metodológicas, podemos afirmar que todos os alunos revelaram sentir-se satisfeitos com a metodologia implementada. A Turma 1 preferiu os debates, os resumos dos filmes, e os PowerPoints, já a Turma 2 preferiu os PowerPoints e debates aos resumos e

visualização de filmes, porque na sua aceção os resumos requerem sempre uma atenção permanente na aula. Neste sentido, a Turma 1 prefere métodos mais relacionados com o envolvimento activo do aluno no trabalho e aquisição de conhecimentos, enquanto a Turma 2 revelou-se mais satisfeita com métodos mais expositivos, preferindo os PowerPoints, argumentando quanto ao seu carácter prático no resumo das matérias.

Neste sentido, seria de esperar que a Turma 1 possuísse uma argumentação mais elaborada dos factos científicos, tal como pudemos verificar com o teste de aprendizagens e entrevistas aos alunos.

Podemos ainda concluir que os professores tiveram um papel preponderante nas opções metodológicas do ensino. O seu conhecimento sobre a matéria a ser ensinada é vasto e cientificamente construído, embora o traduzam apenas e em conformidade com o programa curricular; revelaram possuir um conhecimento curricular e didáctico profundo sobre a matéria; Este último, configura-se, no principal eixo da formação dos saberes do professor, segundo Schulman, pois interliga de forma consciente o saber científico e os saberes didácticos.

### ***Questão de investigação 2 - Que aprendizagens são efectuadas pelos alunos sobre o tema evolução biológica?***

Com base nos resultados do inquérito por questionário, teste de aprendizagens e entrevistas aos professores e alunos, pudemos inferir sobre as aprendizagens efectuadas pelos alunos nesta temática, após a leccionação do tema evolução biológica.

Tal como já foi referido anteriormente foi colocada antes do início da matéria uma questão exploratória que serviu não só como organizador prévio, mas também para conhecer as concepções que os alunos detinham sobre o tema. Desta forma, os alunos revelaram já possuir uma concepção acerca da evolução biológica antes da sua abordagem em sala de aula, intimamente ligada à aprendizagem informal do senso comum, em estado híbrido com os poucos conhecimentos de cariz científico adquiridos em meio formal, em anos curriculares anteriores. No entanto, estas concepções revelaram-se pouco fundamentadas e incoerentes no que concerne à explicação dos factos científicos, os alunos utilizaram conceitos como: a existência de um ancestral

comum; e conhecimentos provenientes do contacto com o conhecimento espontâneo adquirido através de experiências provenientes do senso comum, por meio de aprendizagem informal. Este foi um resultado considerado normal, uma vez que, nesta fase, os alunos não possuíam ainda os conhecimentos necessários para fundamentar qualquer resposta nesse sentido, que possa ter sido fornecido pelo ensino formal. A única abordagem foi efectuada no 7.º ano de escolaridade no tema “A Terra conta a sua história”.

A mesma questão foi colocada nas entrevistas tanto a alunos como a professores, e as respostas dos alunos seguiram a mesma linha das respostas dadas pelos professores. Os alunos limitaram-se, pelo que nos foi dado a perceber, a reproduzir o conhecimento que lhes foi transmitido nas aulas, pelos professores.

Destacaram-se pela positiva os alunos da Turma 1, uma vez que revelaram saber aplicar mais correctamente os conhecimentos que efectuaram nas aulas. Revelaram também ter efectuado aprendizagens do foro científico, mas não souberam explicar as razões pelas quais as aceitam. Relativamente à Turma 2, conseguiram fundamentar e argumentar melhor os conhecimentos efectuados.

Os alunos, no teste de aprendizagem, revelaram possuir dificuldades no reconhecimento de processos que conduziram autores como Charles Darwin à formulação da sua teoria e o processo de transferência de conhecimento que está por detrás de toda a história da Ciência. Facto este que se prende com a não abordagem desta problemática na sala de aula. Ou seja, não se verificou uma focagem detalhada, por parte dos professores, nos processos que levaram à construção do conhecimento científico contextualizado e conseqüente formulação de teorias e conceitos relevantes no desenvolvimento da teoria da evolução de Darwin, bem como nos mecanismos da evolução que explicam o evolucionismo na actualidade. As perspectivas meramente históricas, mas importantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia, permitem ao aluno perceber como aconteceram os factos e o desenvolvimento científico ao longo dos tempos e ao mesmo tempo permitem também perceber o caminho sinuoso e incerto que as teorias e processos percorrem ao longo do tempo, da natureza provisória que tem a explicação científica e da interdependência social e política da evolução científico-tecnológica. Neste sentido, e segundo Cid (2004), a história da Ciência possui um papel de destaque no processo metacognitivo, ao ajudar os alunos a reflectir sobre os seus próprios processos de pensamento e suas concepções.

Ainda, através dos resultados obtidos por meio do teste de aprendizagem, podemos inferir que os alunos distinguem fixismo de evolucionismo mas confundem as correntes que derivam do fixismo, aplicam correctamente os princípios lamarckistas mas não os darwinistas, embora compreendam a teoria da evolução de Darwin (facto que vai ao encontro de estudos já efectuados nesta temática), não conhecem os dados históricos que ajudaram Darwin na estruturação da sua teoria, distinguem os mecanismos da evolução e os dados e argumentos que apoiam o evolucionismo, compreendem a teoria sintética da evolução e aplicam-na aos diferentes exemplos, e compreendem a evolução como um facto. Aparentemente os alunos efectuaram conhecimentos sobre a temática, mas em termos de aprendizagens não podemos considerar que as mesmas tenham sido muito aprofundadas cientificamente, uma vez que os alunos continuam a integrar conhecimentos espontâneos, após abordagem formal, no seu sistema de crenças, quando respondem que a evolução das espécies oferece controvérsia. Destaca-se, neste sentido, a Turma 2, que revela possuir as mesmas concepções que o seu professor relativamente a este facto.

De entre os conhecimentos efectuados, podemos afirmar que os alunos na sua maioria argumentam melhor com base na teoria lamarckista, o que vai ao encontro do que refere Oliveira (1991), relativamente às concepções alternativas na evolução biológica, quando afirma que os alunos têm uma tendência intuitiva para explicar a evolução através da herança dos caracteres adquiridos, bem como relacionar concepções criacionistas com a evolução das espécies.

Não foi verificada nas entrevistas, nem no teste de aprendizagens, uma exploração muito aprofundada do tema, que possa extrapolar os conhecimentos e aprendizagens para um nível mais científico. Os alunos revelam reconhecer aspectos científicos mas não os sabem aplicar em situações práticas, o que torna as aprendizagens efectuadas pouco coerentes do ponto de vista científico e pedagógico. Mas, no entanto, os alunos reproduzem os conhecimentos fornecidos nas aulas e tentam explicar a realidade que os cerca com base nos mesmos, ainda que pouco fundamentados cientificamente.

Relativamente às **percepções** que os alunos efectuaram sobre a evolução biológica, após o ensino formal, podemos dizer que se revelaram concordantes com o facto de o evolucionismo consistir na explicação mais aceite e correcta para a evolução das espécies, nomeadamente a espécie humana, mas consideraram existir controvérsia entre Ciência e religião, bem como o criacionismo e evolucionismo, o que sugere que não

foram desmistificados estes conceitos nas aulas, o que pudemos confirmar com a observação de aulas. Os professores abordaram o tema numa perspectiva histórica, tal como indica no programa, como se existisse a controvérsia, evitando tratar a evolução humana, por considerarem ser um tema controverso, tal como afirma o professor B em entrevista. No entanto, foi transmitido aos alunos o carácter científico do evolucionismo, ainda que não muito aprofundado, considerando que é este que devemos aceitar no nosso sistema de valores enquanto cientistas e estudantes da disciplina de Biologia e Geologia.

Por vezes o conhecimento do professor e o seu sistema de crenças, carregado de experiência sensível e social, é um obstáculo para o ensino da Ciência. Cabe ao profissional deste campo efectuar uma separação e uma consciencialização dos factos adquiridos por conhecimento científico daqueles que foram adquiridos por conhecimento espontâneo do senso comum. Cabe ao professor a actualização científica e profissional, uma vez que é de todo importante para o processo de ensino e de aprendizagem.

Podemos concluir que, na maioria das vezes, as concepções e perspectivas dos alunos são as mesmas que as dos seus professores. Os alunos reproduzem ideias, argumentam, através das explicações que lhes são fornecidas em sala de aula, o que torna o conhecimento e perspectivas científicas do professor, bem como a sua formação e desenvolvimento profissional, muito importante do ponto de vista didáctico e pedagógico.

Mas, por vezes, as perspectivas científicas dos professores não são consensuais com as perspectivas da comunidade científica, devido a um conhecimento que se pode dizer tácito, em contextos específicos, relativo às crenças e teorias implícitas, o que se pode tornar perigoso para as aprendizagens dos alunos (Neto, 1995). Nesta acepção, para os professores, o desprendimento destas crenças e convicções é uma tarefa difícil, uma vez que, enquanto profissional do ensino da Ciência, é da sua responsabilidade leccionar apenas as perspectivas e teorias que conduzem ao conhecimento científico. Neste sentido, as perspectivas da Ciência curricular que os professores ensinam, em situações de ensino e aprendizagem, terão sempre de ser diferentes das perspectivas dos alunos, que correspondem a percepções mais ou menos imediatas, mais ou menos espontâneas, anteriores às aquisições escolares que os mesmos têm da realidade científica e tecnológica que os cerca. Só depois do contacto com as perspectivas científicas os

alunos adquirem ou readquirem através das aprendizagens, e compreendem a Ciência da comunidade científica. Pode-se dizer, de forma genérica, que o conhecimento espontâneo ou tácito, é substituído pelo conhecimento científico adquirido na escolarização científica, mas, porém, as representações sociais, ligadas ao seu sistema de crenças são extremamente difíceis de alterar, podendo existir um paralelo entre concepções e representações na maneira de explicar os factos, sem que haja qualquer mistura entre conceitos científicos e representações sociais provenientes do senso comum. E esta situação foi evidenciada na análise dos resultados provenientes das várias questões, colocadas nas entrevistas aos alunos e aos professores, após a abordagem do tema em sala de aula. Pudemos assim inferir que as perspectivas dos professores influenciam fortemente as dos seus alunos. Estes reproduzem ideias, argumentam, através das explicações que lhes são fornecidas em sala de aula, o que torna o conhecimento e representações científicas do professor, bem como a sua formação e crenças, muito importantes como base de reflexão para a construção do seu conhecimento didáctico e para a sua capacidade de ajudar a aprender.

Após ter sido efectuada uma breve descrição do que consideramos ser as conclusões desta investigação, consideramos que, uma vez que o problema a que nos propusemos responder, *Como é efectuado o ensino da evolução biológica em sala de aula com alunos do ensino secundário na disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, e que aprendizagens resultam dessa abordagem?*, tem como base as questões de investigação já respondidas, consideramos as conclusões auferidas a resposta ao problema levantado nesta investigação.

Em suma, podemos afirmar que as metodologias adoptadas por estes professores foram conducentes de aprendizagem, ainda que pouco sustentadas do ponto de vista científico.

Relativamente às metodologias podemos dizer que:

- Os recursos e instrumentos de trabalho mais utilizados pelos professores em sala de aula foram os seguintes: apresentações em *powerpoint*, fichas de trabalho, resolução de exercícios do manual escolar, visualização de filmes, debates e resumos sobre os mesmos;

- Os alunos consideraram as estratégias e instrumentos aplicados em sala de aula para o ensino do tema *evolução biológica* adequados à sua aprendizagem. Os alunos tenderam assim a concordar de forma muito próxima com o estilo e forma de ensino dos seus professores. No geral, os alunos inquiridos valorizaram as aulas leccionadas através de apresentações em *powerpoint*, dizendo que são facilitadores de aprendizagens, uma vez que possuem suporte visual, embora também refiram que as fichas de trabalho, os resumos efectuados sobre os filmes visualizados e os debates em sala de aula foram importantes para consolidar conhecimentos. Destacamos ainda a elevada concordância dos alunos em relação às metodologias de ensino utilizadas pelos seus professores, em especial os da Turma 2;

- Alguns dos alunos referiram em entrevista, que os vídeos e a preparação dos resumos sobre temáticas como o evolucionismo e o criacionismo não lhes foram favoráveis, revelando assim simpatia por práticas lectivas que não envolvam participação e envolvimento activo do aluno em sala de aula;

- Segundo as falas dos professores em entrevista, a metodologia que serviu para tratar o tema em questão foi variada e permitiu abranger todos os alunos. Ainda que tenha sido essa a intenção, uma boa parte dos alunos mostrou ter tido contacto sobretudo com métodos mais expositivos, manifestando até menos apreço pelos métodos que implicam maior dinamismo por parte do aluno;

- Os docentes, na verdade, confirmaram este posicionamento, sendo por isso que escolheram preferencialmente métodos mais directivos, que resumem a matéria, pois, na sua perspectiva, facilitam a aquisição de conhecimentos e a sua extrapolação para exemplos práticos de fácil acesso visual, mesmo que seja este associado a um método expositivo;

- Os professores utilizaram também, em grande medida, técnicas de memorização que apelam à observação de comportamentos acerca do que foi aprendido, como foi notório nos tipos de fichas escolhidas e na resolução de exercícios do manual escolar que foram efectuados nas aulas e no apelo à repetição e reprodução dos conhecimentos transmitidos, sempre com a tónica no desenvolvimento de aprendizagens e competências para a realização de provas externas e internas de avaliação;

- A metodologia utilizada foi, no entanto, considerada por professores e alunos como sendo adequada, o que torna ainda mais complexa qualquer mudança no sentido da maior autonomia dos alunos na aprendizagem, do desenvolvimento de capacidades de pensamento de nível elevado, de criatividade e resolução de problemas, como se

pretende numa sociedade implicada na preparação para o futuro dos seus jovens cidadãos.

Relativamente às aprendizagens realizadas podemos dizer que:

- O que os alunos revelaram ter aprendido, em geral, relativamente à evolução biológica vai ao encontro do que se pretende no programa curricular: dominar os conteúdos, teorias e correntes; saber como se efectuou a evolução do conhecimento científico desde o fixismo até ao evolucionismo. Apesar disso, os estudantes mostraram lacunas ao nível da fundamentação, transferência e articulação de conceitos, demonstrando assim um domínio incompleto dos conteúdos e dificuldade em dar-lhes funcionalidade, não os conseguindo aplicar para situações novas que foram sugeridas no teste.

- Sobre o entendimento relativamente ao conceito *evolução biológica*, podemos dizer que genericamente os estudantes desenvolveram a percepção de o evolucionismo consistir na explicação mais aceite em termos científicos para a evolução das espécies, nomeadamente a espécie humana, mas mantiveram alguma inconsistência no seu posicionamento entre criacionismo e evolucionismo;

- Pela observação das aulas, foi possível constatar que os professores abordaram o tema numa perspectiva histórica, mas alimentando a questão da controvérsia e evitando tratar a evolução humana, tal como indica no programa, por considerarem ser um tema polémico, como afirmaram posteriormente em entrevista;

- Pudemos assim inferir que as perspectivas dos professores influenciam fortemente as dos seus alunos. Estes reproduzem ideias, argumentam, através das explicações que lhes são fornecidas em sala de aula, o que torna o conhecimento e representações científicas do professor, bem como a sua formação e crenças, muito importantes como base de reflexão para a construção do seu conhecimento didáctico e para a sua capacidade de ajudar a aprender;

- É ainda de salientar que, acordo com os dados analisados, a unidade temática em estudo foi aquela onde os alunos obtiveram melhores resultados na avaliação sumativa, o que parece indicar que os alunos se encontram formatados para um ensino mais expositivo e que as práticas de preparação para exame estarão enraizadas no ensino das turmas em questão, situação confirmada pela observação de aulas efectuada nestas turmas.



Deste modo, consideramos esta cultura da memorização e treino para os exames, está instalada, nomeadamente a nível do ensino secundário, acabando por ter reflexos perniciosos e desviantes, favorecendo os alunos que melhor se adaptam a este sistema e desfavorecendo o desenvolvimento de competências não medíveis através de testes de papel e lápis, fundamentais para o exercício da cidadania nas sociedades democráticas, sobretudo em tempos de instabilidade e desesperança.

## **2- Limitações do estudo**

Apesar de consideramos ter respondido às questões que foram inicialmente colocadas e ter assim dilucidado a problemática instalada nas nossas inquietações, consideramos que a subjectividade pode ter estado presente em diversos aspectos menos controlados e relacionados com os instrumentos de recolha de dados, nomeadamente o teste de aprendizagem, pela variação de respostas encontradas, e a necessidade de decidir quanto à sua correcção.

Relativamente ao inquérito por questionário, o facto de se pretender conhecer as percepções dos alunos quando à evolução biológica já sugere subjectividade.

Também a validação do inquérito por questionário oferece alguma subjectividade, os valores de Alfa, que determinam, uma boa estimativa da fiabilidade do teste, foram baixos para a parte I, e razoáveis para a parte II, o que se prende com o número reduzido de respondentes.

## **3- Sugestões**

Como sugestão para futuras investigações, consideramos:

1. Que concepções possuem os professores de Biologia e Geologia sobre o ensino e a aprendizagem da evolução biológica ?
2. Até que ponto as crenças e o conhecimento espontâneo do professor influenciam a aprendizagem dos alunos ?

3. O que deverá mudar nas práticas dos professores de Biologia e Geologia para que sejam efectuadas pelos alunos aprendizagens profundas e funcionais do ponto de vista científico?



---

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

- Abreu, H. (2007). *O ensino da evolução no presente - uma análise crítica*. Retirado de <http://cfc.ul.pt/> em 21 de Agosto de 2010.
- Alarcão, I. (1996). *Formação reflexiva de professores. Estratégias de supervisão*. Porto: Porto Editora.
- Alarcão, I., & Roldão, M. C. (2008). *Supervisão. Um contexto de desenvolvimento profissional de professores*. Mangualde: Pedago.
- Alarcão, I. & Tavares, J. (2003). *Supervisão da prática pedagógica. Uma perspectiva de desenvolvimento e aprendizagem* (2.<sup>a</sup> ed.). Coimbra: Almedina.
- Alarcão, I., & Tavares, J. (2005). *Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem*. Coimbra: Almedina.
- Almeida, J. F. (1994). *Introdução à Sociologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Almeida, L. B. (2009). *A educação dos genes. Uma viagem às origens biológicas do comportamento humano*. Lisboa: Gradiva.
- Altet, M. (2000). *Análise das práticas dos professores e das situações pedagógicas*. Porto: Porto Editora.
- Amorim, C., & Leyser, V. (2009). A evolução biológica e seu ensino nos encontros nacionais de pesquisa em educação em ciências. *Atas do VII encontro nacional de pesquisa em educação e Ciências (ENPEC)*. Florianópolis: Abrapec. Retirado de <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/1152.pdf> em 25 de Maio de 2011.
- Archer, L. (2008). Como surgiu o Homem? *Revista Cenáculo*, 186, 155-165.
- Arruda, Â. (2002). Teorias das representações sociais e teorias do género. *Cadernos de Pesquisa*, 117, 127-147.
- Arteaga, Y., & Tapia, F. (2009). Conocimientos y creencias de docentes de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias, Número Extra VIII Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 3010-3013. Barcelona.
- Avelar, T. (2009). *Evolução a duas vozes. Darwin e a evolução*. Lisboa: Bertrand Editora.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Barros, S., Losada, C., & Tiburzi, M. (2011). Intercambio - Interpretando la evolución de los seres vivos. In M. Caruncho (Ed.). *Didáctica de las ciencias experimentales - Alambique*. 67, 88-95.

- Bell, J. (2002). *Como realizar um projecto de investigação. Um guia para a pesquisa em Ciências sociais e da educação*. Lisboa: Gradiva.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2010). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto editora.
- Bruner, J. (2000). *A cultura da educação*. (1.<sup>a</sup> ed.). Lisboa: Edições 70.
- Cachapuz, A. (1995). O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. In A. Carvalho (Eds.). *Novas metodologias em educação*, pp. 349-385. Porto: Porto Editora.
- Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em Ciência e ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de la Biología y Geología. In P. Cañal, (Ed). *Didáctica de la Biología y la Geología*, pp. 29-48. Vol. II. Barcelona: Graó.
- Chaves, S. (1993). *Evolução de ideias e ideias de evolução: a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de biologia do ensino secundário*. Campinas: FE, UNICAMP.
- Chernicharo, P., & Trivelato, S. (2009). Modos de comunicação em uma aula de Biologia do ensino médio. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 660-666. Barcelona.
- Cid, M. (2004). *Da aprendizagem dos alunos à construção do conhecimento dos professores de Biologia. Um estudo no âmbito da Genética*. Tese de doutoramento. Évora: Universidade de Évora.
- D'Orey, J. L. (2008). *Gestão curricular local: Fundamento para aquisição, desenvolvimento e valorização de competências em Ciências naturais no ensino básico - A promoção da literacia científica no concelho de Alandroal*. Tese de doutoramento. Évora: Universidade de Évora.
- Dawkins, R. (2009). *O espectáculo da vida. A prova da evolução*. Alfragide: Casa das Letras.
- Dubar, C. (1997). *A socialização. Construção das identidades sociais e profissionais*. Porto: Porto Editora.
- Fernandes, D. (1991). *Notas sobre os paradigmas de investigação em educação*. Retirado de <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi2/Fernandes.pdf> em 30 de Janeiro de 2011.

- Fernandes, D. (2008). *Avaliação das aprendizagens: Desafios às teorias, práticas e Políticas*. Lisboa: Texto Editores.
- Fialho, I. (2005). *Os desafios da literacia científica na formação inicial de professores de Biologia e Geologia. Concepções e práticas de professores estagiários*. Tese de doutoramento. Évora: Universidade de Évora.
- Foddy, W. (1996). *Como perguntar. Teoria e prática da construção de perguntas em entrevistas e questionários*. Oeiras: Celta Editora.
- Fonseca, J. (2002). A Natureza de uma disciplina de didáctica: O caso específico da didáctica das Ciências. *Revista de Educação*, XI (1), 61-77.
- Fontes, A., & Freixo, O. (2004). *Vygotsky e a aprendizagem cooperativa*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação das competências em Ciências*. Porto: Asa Editores.
- García, C. M. (1999). *Formação de professores para uma mudança educativa*. Porto: Porto Editora.
- García, S., Tiburzi, M., & Martinez-Losada, C. (2009). Evaluación de actividades dirigidas al estudio de la evolución en educación secundaria, *VIII congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 322-327.
- Gaspar, A. (2007). *Evolução e criacionismo, uma relação impossível*. Vila Nova de Famalicão: Edições Quasi.
- Gastal, M., Goedert, D., Caixeta, F., & Soares, M. (2009). Progresso, adaptação e teleologia em evolução: o que aprendemos, o que entendemos e o que ensinamos?. *VII encontro nacional de pesquisa em educação e Ciências (ENPEC)*. Florianópolis: Abrapec. Retirado de <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/index.html> em 25 de Maio de 2011.
- GAVE, (2004). *Programme for international student assessment - Conceitos fundamentais em jogo na avaliação*. Lisboa: Ministério da Educação.
- GAVE, (2006). *Competências científicas dos alunos portugueses*. Lisboa: Ministério da Educação.
- GAVE, (2006). *Ministério da educação*. Retirado de <http://www.gave.min-edu.pt/np3/134.html> em 28 de Dezembro de 2010.
- González, G., & Meinardi, B. (2009). El pensamiento finalista como obstáculo epistemológico para la enseñanza del modelo darwiniano. *Enseñanza de las*

- ciencias, Número Extra VIII Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 1274-1276. Barcelona.
- Grbich, C. (1999). *Qualitative research in health*. London: Sage.
- Hill, M. M., & Hill, A. (2009). *Investigação por questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Hume, D. (2000). *O tratado da natureza humana*. São Paulo: UNESP.
- Ketele, J., & Roegiers, X. (1993). *Metodologia de recolha de dados. Fundamentos dos métodos de observações, de questionários, de entrevistas e de estudo de documentos*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Krueger, R., & King, J. (1998). *Involving Community Members in Focus Groups. (Focus Group Kit, 5)*. Thousand Oaks: Sage.
- Lakatos, M., & Marconi, M. (1995). *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Edições Atlas.
- Lebrun, M. (2002). *Teorias e métodos pedagógicos para ensinar e aprender*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Lederman, N. G. (2006). Nature of science: Past, present, and future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.). *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lee, O. & Porter, A. (1993). A teacher's bounded rationality in middle school science. *Teaching and teacher education*, 9 (4), 397-409.
- Leontiev, A., Luria, A., & Vygotsky, L. (2005). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Lisboa: Ícone Editora.
- Lepeltier, T. (2009). *A heresia de Darwin: O eterno retorno do criacionismo*. Lisboa: Texto Editores.
- Levy, A., Abreu, H., Carrapiço, F., & Pina, M. (2008). *Evolução, história e factos*. Lisboa: Esfera do Caos.
- Levy, A., Carrapiço, F., Abreu, H., & Pina, M. (2009). *Evolução, conceitos e debates*. Lisboa: Esfera do Caos.
- Lima, J., & Pacheco, J. (2006). *Fazer investigação. Contributos para a elaboração de dissertações e teses*. Porto: Porto Editora.
- Lucas, S., & Vasconcelos, C. (2005). Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7.º ano de escolaridade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4.
- Maroco, J. (2010). *Análise Estatística com utilização do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Matias, Ó., & Martins, P. (2008). *Biologia 11*. Porto: Areal Editores.



- Meglhioratti, F. (2004). *História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da Ciência pelos professores de Biologia*. Tese de mestrado. Bauru: Faculdade de Ciências, UNESP.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. In P. Cañal, (Ed). *Biología Y Geología. Investigación, innovación y buenas prácticas. Formación del profesorado*, pp. 9-29. Vol. III. Barcelona: Graó.
- Mendes, A., Rebelo, D., & Pinheiro, E. (2003). *Programa de Biologia e Geologia - 11º ou 12º anos*. Lisboa: Ministério da Educação - Departamento do Ensino Secundário.
- Mintzes, J., Wandersee, J., & Novak, J. (1998). *Ensinando Ciência para a compreensão*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Morgan, D. (1997). *Focus group as qualitative research* (2.<sup>a</sup> ed.). Newbury Park: CA: Sage.
- Nascimento, M. (2002). *A construção da identidade profissional na formação inicial de professores*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Neto, A. J. & Almeida, M. I. (1990). Conhecimento, lógica de organização e rendimento escolar, *O professor*, 12 (3), 40-51.
- Neto, A. (1995). *Contributos para uma nova didáctica da resolução de problemas. Um estudo de orientação metacognitiva em aulas de física do ensino secundário*. Tese de Doutoramento. Évora: Universidade de Évora (Tese de Doutoramento policopiada).
- Nóvoa, A. (1991). *Ciências da educação em Portugal. Situação actual e perspectivas*. Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.
- Oliveira, M. (1991). *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pacheco, J. (1998). *A avaliação da aprendizagem*. In L.S. Almeida e J. Tavares (orgs.). *Conhecer, aprender, avaliar*. Porto: Porto Editora.
- Perrenoud, P. (1993). Compétences, habitus et savoirs professionnels. *The European Journal of Teacher Education*, 17 (1-2), 45-48.
- Pinto, J., & Santos, L. (2006). *Modelos de avaliação das aprendizagens*. Lisboa: Universidade Aberta.
- PISA. (s.d.). *Itens liberados de Ciências*. Retirado de INEP: [http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens\\_liberados\\_Ciencias.pdf](http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdf) em 28 de Dezembro de 2010.

- Ponte, J. (1994). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*, 3 (1), 3-18.
- Praia, J. (2003). *Relatório da disciplina de epistemologia da Ciência: Um contributo para uma fundamentação em educação em Ciência*. Porto: Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Praia, J. & Cachapuz, F. (1994). Para uma reflexão em torno das concepções epistemológicas dos professores de Ciências no ensino básico (3º Ciclo) e secundário: Um estudo empírico. *Revista Portuguesa de Educação*, 7 (1 e 2), 37-47.
- Printhall, N. & Collins, W. (1994). *Psicologia do adolescente. Uma abordagem desenvolvimentista*. (2.ª ed.) (Tradução de Cristina Vieira). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (Obra original publicada em Inglês em 1988).
- Programa de Biologia e Geologia do Ensino Secundário. Retirado de <http://www.dgicd.min-edu.pt/> em 28 de Fevereiro de 2010.
- Programa de Ciências naturais do Ensino Básico - Retirado de <http://www.dgicd.min-edu.pt/> em 28 de Fevereiro de 2010.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1998). *Manual de Investigação em Ciências sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Razera, J., & Nardi, R. (2001). Assuntos controvertidos no ensino de Ciências: A ética na prática docente. *Pro-Posições*, 12, 1, (34).
- Roche, J. (1999). Que faut-il entendre par professionnalisation? *Éducation permanente*, 140 (3), 35-50.
- Ruse, M. (2009). *Pode um darwinista ser cristão? As relações entre Ciência e religião*. Lisboa: Livre.
- Sá, M. H. (2000). *Investigação em didáctica e formação de professores*. Porto: Porto Editora.
- Salgado, M., & Silva, M. (2009). Enseñanza de las ciencias. Concepções de evolução entre alunos do sétimo ano do ensino fundamental em uma escola brasileira. *Número extra VIII Congresso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 2524-2528, Barcelona.
- Schön, D. (1991). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. Londres: Ashgate.
- Serrano, C., Neto, A. & Reis, A. (2007). “Hechos, mitos y creencias sobre la electricidad atmosférica desde una perspectiva didáctica”, *Alambique*, 54, 81-92.

- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge Growth. *Teaching. Educational Researcher*, 15, 2, 4-14.
- Silva, A., Duarte, A., Sá, I., & Simão, A. (2004). *Aprendizagem auto-regulada pelo estudante. Perspectivas psicológicas e educacionais*. Porto: Porto Editora.
- Silva, C., Lavagnini, T., & Oliveira, R. (2009). "O homem veio do macaco?" O que pensam os alunos da 3ª série do ensino médio sobre evolução humana. *Enseñanza de las ciencias, Número extra VIII Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp.1453-1456. Barcelona.
- Silva, C., Lavagnini, T., & Oliveira, R. (2009). Proposta de uma estratégia didáctica para o ensino de evolução biológica no ensino médio. *VII Enpec - Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências*. Florianópolis.
- Silva, P., & Krasilchik, M. (2009). Bioética, formação em valores e doutrinação: visão de licenciados de ciências e Biologia. *Enseñanza de las ciencias, Número Extra VIII Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 974-980. Barcelona.
- Sousa, A. (2009). *Investigação em educação* (2ª ed.). Lisboa: Livros Horizonte.
- Stake, R. (2007). *Investigación con estudios de casos* (4.ª ed.) (Tradução de Ángel Gallardo). Madrid: Ediciones Morata. (Obra original publicada em Inglês em 1995).
- Tavares, J., & Leandro, S. A. (1998). *Conhecer, aprender e avaliar*. Porto: Porto Editora.
- Trindade, V. M. (2007). *Práticas de formação. Métodos e técnicas de observação, orientação e avaliação (em supervisão)*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Tuckman, B. (2000). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Yin, R. (1989). *Case study research: Design and methods*. Newbury Park: Sage Publications.
- Vallejo, P. (1979). *Manual de avaliação escolar*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Vaughn, S. (1996). *Focus group interviews in education and psychology*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Venâncio, I. M., & Otero, A. G. (2002). *Eficácia e qualidade na escola*. Porto: Asa Editores.
- Vieira, A. (2009). *A evolução do darwinismo*. Lisboa: Fim de Século.

- Wallace, J. & Louden, W. (1992). Science teaching and teachers`knowledge: Prospect for reform of elementary classrooms. *Science Education*, 76(5), 507-521.
- Ward, H., Roden, J., Hewlett, C., & Foreman, J. (2010). *Ensino de Ciências*. Porto Alegre:Artmed.



---

## **APÊNDICES**

---





## Apêndice 1

### CARTA AO DIRECTOR DA ESCOLA

Ex<sup>mo</sup>Sr. Director da Escola X

Eu, Sónia de Jesus Elias Correia, licenciada em Ensino de Biologia e Geologia, pela Universidade de Évora, encontro-me a frequentar o Mestrado em Ciências da Educação – Supervisão Pedagógica da mesma Universidade.

No âmbito do plano curricular previsto, o presente ano lectivo destina-se à realização de uma dissertação, a qual será orientada pela Professora Doutora Marília Cid.

O tema que estará na base deste trabalho será “O ensino da evolução biológica em contexto de sala de aula. Uma abordagem com alunos do 11.º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia”, em duas turmas do 11.º ano de escolaridade na disciplina de Biologia e Geologia, tendo como principais objectivos: conhecer as estratégias que são utilizadas para o ensino da Teoria da evolução na sala de aula; conhecer até que ponto os alunos resolvem a problemática entre evolução e criacionismo e como integram essas ideias na construção das aprendizagens; e, contribuir para a definição de estratégias que possibilitem a eficácia do ensino da evolução no ensino secundário e o desenvolvimento do pensamento biológico.

É minha intenção desenvolver este estudo na escola que V.Ex.<sup>a</sup> dirige. Com esse intuito foram estabelecidos contactos com os professores da disciplina de Biologia e Geologia, com o objectivo de desenvolver o estudo nas suas turmas de 11.º ano de escolaridade. Os professores manifestaram total disponibilidade. A metodologia deste trabalho de investigação consistirá na observação de aulas e aplicação de questionários a alunos. Irá ser necessário gravar algumas aulas através de material audiovisual. Comprometo-me, no entanto, a preservar os direitos de imagem e à sua não divulgação.

Venho assim, por este meio, solicitar a autorização de V.Ex.<sup>a</sup> para proceder à minha investigação nesta escola, garantindo a confidencialidade dos dados da escola, dos professores envolvidos e dos alunos participantes, tanto na dissertação como em qualquer artigo publicado que decorra do estudo.

Na expectativa de uma resposta favorável, subscrevo-me com os melhores cumprimentos.

Lisboa, 29 de Setembro de 2010.

A Professora Investigadora

---





## Apêndice 2

### AUTORIZAÇÃO

Ex.<sup>mo(a)</sup> Sr.<sup>(a)</sup> Encarregado(a) de Educação

No presente ano lectivo encontro-me a frequentar o curso de Mestrado em Ciências da Educação – Supervisão Pedagógica, da Universidade de Évora. No âmbito da dissertação de Mestrado, realizarei uma investigação que tem como principais objectivos: conhecer as estratégias que são utilizadas para o ensino da evolução biológica na sala de aula; conhecer até que ponto os alunos resolvem a problemática entre evolução e criacionismo e como integram essas ideias na construção das aprendizagens; contribuir para a definição de estratégias que possibilitem a eficácia do ensino da evolução no ensino secundário e o desenvolvimento do pensamento biológico. A investigação será desenvolvida ao longo do 1.º e 2.º períodos, na Escola X, tendo já sido autorizada pela respectiva Direcção. Todo este trabalho será realizado em colaboração com o(a) professor(a) titular da turma o (a) Professor(a). Para o desenvolvimento desta investigação será necessário proceder à realização de inquéritos por questionário e entrevistas, para conhecer a opinião dos alunos relativamente ao assunto em estudo. Para o efeito, solicito a sua autorização para entrevistar (com gravação áudio) o seu educando, bem como para fotocopiar algumas produções escritas realizadas no âmbito desta investigação. Algumas aulas irão ser gravadas com material audiovisual, mas sem comprometer em momento algum a identidade dos alunos, apenas se pretende o testemunho áudio das aulas em observação.

Os tópicos serão leccionados da forma habitual, de acordo com o Programa de Biologia e Geologia do 11.º ano.

Saliento ainda que todo o material recolhido servirá apenas como instrumento de trabalho, sendo garantido o anonimato do(a) aluno(a), da turma e da escola.

Com os melhores cumprimentos.

Eu, \_\_\_\_\_ Encarregado(a) de Educação do(a) aluno(a) \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_ da turma 4 do 11.º ano, autorizo a Professora Sónia Correia a entrevistar e gravar em áudio, a recolher produções escritas do meu educando, bem como a recolher respostas a inquéritos por questionário, no âmbito da investigação que me foi dada a conhecer.

(Assinatura do Encarregado de Educação)



### Apêndice 3

## GRELHA PARA OBSERVAÇÃO DE AULAS

**Objectivo:** Conhecer a abordagem efectuada em sala de aula relativamente ao tema evolução biológica.

<b>Objectivos:</b>			
<b>Sessões</b>	<b>Estratégias</b>	<b>Instrumentos/Materiais utilizados</b>	<b>Outras observações pertinentes</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			
<b>5</b>			
<b>6</b>			
<b>7</b>			
<b>8</b>			
<b>9</b>			
<b>10</b>			



## Apêndice 4

# INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO DO ESTUDO PILOTO

### DADOS PESSOAIS:

Nome: \_\_\_\_\_

1. Sexo (assinale com um X)    1.1. Masculino     1.2. Feminino     2. Idade

Este questionário destina-se ao estudo das perspectivas dos alunos relativamente às temáticas *evolucionismo* e *criacionismo* estudadas na escola e à forma como decorreu o ensino das mesmas.

- O tratamento deste questionário será efectuado de uma forma global, sendo sujeito a uma análise individualizada apenas para efeitos de investigação, o que significa que o seu anonimato será respeitado.

- Não há respostas certas ou erradas relativamente a qualquer dos itens, pretendendo-se apenas a sua opinião pessoal e sincera.

### INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO:

- Encontra, em cada bloco, um conjunto de afirmações e, ao lado, uma escala que estabelece a correspondência:

**Nem concordo nem discordo** - Se está indeciso ou não pretende responder.

**Discordo totalmente** - Se em nenhum caso a afirmação merece a sua concordância.

**Discordo** - Se está em desacordo mas não em todas as circunstâncias.

**Concordo** - Se está de acordo mas não em todas as circunstâncias.

**Concordo totalmente** - Se a afirmação merece a sua concordância em todas as circunstâncias.

**Discordo  
totalmente**

**Discordo**

**Nem  
concordo  
nem  
discordo**

**Concordo**

**Concordo  
Totalmente**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

- Leia cuidadosamente cada afirmação.

- Ao responder, faça uma cruz no quadrado que melhor indicar a sua opinião.
- Por favor, não deixe nenhuma resposta em branco.

**Parte I**

<b>Perspectivas sobre a evolução biológica</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1- A <i>evolução dos seres vivos</i> é baseada em dados e estudos cientificamente provados.					
2- Antes da abordagem dos conteúdos sobre a <i>evolução dos seres vivos</i> em sala de aula já tinha uma ideia formulada a respeito desta temática.					
3- A <i>evolução dos seres vivos</i> é um tema controverso do ponto de vista religioso e nada controverso do ponto de vista científico.					
4- É à luz de teorias Evolucionistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.					
5- É à luz de teorias fixistas como o criacionismo que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.					
6- A temática <i>evolução da espécie humana</i> deveria estar incluída no programa da disciplina para melhor se compreender a evolução dos seres vivos.					
7- Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções, não se devem misturar.					
8- A <i>evolução biológica</i> está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e Geologia.					
9- A sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico.					
10- Depois de tratado o tema em sala de aula, a minha posição relativamente à <i>evolução dos seres vivos</i> manteve-se inalterada.					

**Discordo totalmente**

**Discordo**

**Nem concordo nem discordo**

**Concordo**

**Concordo Totalmente**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

- Leia cuidadosamente cada afirmação.

- Ao responder, faça uma cruz no quadrado que melhor indicar a sua opinião.
- Por favor, não deixe nenhuma resposta em branco.

### Parte II

Metodologia aplicada em sala de aula	1	2	3	4	5
1- O tempo dedicado ao tema <i>evolução biológica</i> foi adequado.					
2- A visualização de filmes relacionados com o evolucionismo e criacionismo foi uma prática adequada para a exploração deste tema.					
3- A realização de resumos, relativamente aos filmes observados, foi enriquecedora.					
4- Os debates, após visualização de filmes, serviram para fundamentar ideias e conceitos.					
5- As fichas de trabalho realizadas permitiram consolidar conhecimentos.					
6- As apresentações em PowerPoint facilitaram a aprendizagem.					
7- O método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema.					
8- A forma como a professora expôs a matéria foi elucidativa.					
9- Os instrumentos de trabalho utilizados foram estimulantes.					
10- As aulas permitiram construir um conhecimento aprofundado sobre o tema.					
11- As estratégias desenvolvidas em sala de aula não foram as mais adequadas para compreensão deste tema.					
12- O debate em sala de aula foi insuficiente para formar uma opinião fundamentada.					

Obrigada pela sua colaboração!



## Apêndice 5

### INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

Este inquérito, por questionário, é parte integrante de um projecto de investigação desenvolvido para a obtenção do grau de mestre em Ciências da Educação, na especialidade de Supervisão Pedagógica, na Universidade de Évora e destina-se ao estudo das representações dos alunos relativamente à *evolução das espécies*, tema estudado no ensino secundário, e à forma como decorreu o ensino do mesmo.

- Não há respostas certas ou erradas relativamente a qualquer dos itens, pretendendo-se apenas a sua opinião pessoal e sincera.

- O tratamento deste questionário será efectuado de uma forma global, pelo que o seu anonimato será respeitado.

#### DADOS DE ENQUADRAMENTO

Nos dados de enquadramento e caracterização coloque um X nos espaços para o efeito ou responda por extenso ao que lhe é perguntado.

**1. Sexo** (assinale com um X)

**1.1.** Masculino \_\_\_\_\_ **1.2.** Feminino \_\_\_\_\_

**2. Idade** \_\_\_\_\_

**3.** Gosta da disciplina de Biologia e Geologia? (assinale com um X)

Sim\_\_\_\_ Não\_\_\_\_

**4.** Gostou do tema evolução biológica? (assinale com um X)

Sim\_\_\_\_ Não\_\_\_\_

Porquê? \_\_\_\_\_

#### INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO:

- Encontra, em cada bloco, um conjunto de afirmações e, ao lado, uma escala que estabelece a correspondência seguinte:

**Nem concordo nem discordo** - Se está indeciso ou não pretende responder.

**Discordo totalmente** - Se em nenhum caso a afirmação merece a sua concordância.

**Discordo** - Se está em desacordo mas não em todas as circunstâncias.

**Concordo** - Se está de acordo mas não em todas as circunstâncias.

**Concordo totalmente** - Se a afirmação merece a sua concordância em todas as circunstâncias.

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

- Leia cuidadosamente cada afirmação.

- Ao responder, faça uma cruz no quadrado que melhor indicar a sua opinião.

- Por favor, não deixe nenhuma resposta em branco.

### Parte I

**Objectivo:** Compreender as percepções dos alunos acerca da evolução biológica.

<b>Percepções sobre a evolução biológica</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1- A <i>evolução das espécies</i> é baseada em dados e estudos cientificamente provados.					
2- Antes da abordagem dos conteúdos sobre a <i>evolução das espécies</i> em sala de aula já tinha uma ideia formulada a respeito desta temática.					
3- As teorias fixistas são importantes do ponto de vista da história das ideias em Biologia.					
4- É à luz de teorias Evolucionistas que se pode explicar a evolução das espécies na Terra.					
5- A temática <i>evolução da espécie humana</i> deveria estar incluída no programa da disciplina para melhor se compreender a evolução dos seres vivos.					
6- As teorias fixistas constituem apenas história no que respeita às ideias em Biologia.					
7- A <i>evolução das espécies</i> é um tema que não sugere controvérsia do ponto de vista científico.					

8- Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com as suas finalidades e funções.					
9- A <i>evolução biológica</i> está cientificamente provada, é esta que se deve considerar no ensino da Biologia e da Geologia.					
10- A sociedade e os seus valores condicionam a Ciência e o desenvolvimento científico.					
11- Ciência e religião são áreas diferentes, não se devem misturar.					
12- É à luz de teorias fixistas que se pode explicar a <i>evolução das espécies</i> na Terra.					

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Nem concordo nem discordo</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

- Leia cuidadosamente cada afirmação.
- Ao responder, faça uma cruz no quadrado que melhor indicar a sua opinião.
- Por favor, não deixe nenhuma resposta em branco.

## Parte II

**Objectivo:** Avaliar a opinião dos alunos sobre a metodologia de ensino utilizada em sala de aula no ensino do tema “evolução biológica”.

<b>O ensino do tema “evolução biológica”, na sala de aula</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1- O tempo dedicado ao tema <i>evolução biológica</i> foi adequado.					
2- A visualização de filmes relacionados com o evolucionismo e criacionismo foi uma prática adequada para a exploração deste tema.					
3- O guião do filme visualizado foi bastante esclarecedor relativamente aos conceitos abordados.					
4- A realização de resumos, relativamente aos filmes observados, foi enriquecedora.					
5- Os debates, após visualização de filmes, serviram para fundamentar ideias e conceitos.					



6- As fichas de trabalho fornecidas pelo docente permitiram consolidar conhecimentos.					
7- A resolução de exercícios do manual escolar foi uma ajuda na consolidação de conceitos.					
8- As apresentações em PowerPoint facilitaram a aprendizagem.					
9- O método de pergunta/resposta, utilizado nas aulas, foi estimulante para tratar este tema.					
10- As estratégias desenvolvidas em sala de aula foram as mais adequadas para a compreensão deste tema.					
11- A forma como a professora expôs a matéria foi elucidativa.					
12- No geral, os instrumentos de trabalho utilizados foram estimulantes.					
13- As aulas permitiram construir um conhecimento aprofundado sobre o tema.					
14- O debate em sala de aula foi suficiente para formar uma opinião fundamentada sobre a <i>evolução das espécies</i> na Terra.					

Obrigada pela sua colaboração!



## Apêndice 6

### TESTE DE AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS

Este teste destina-se ao estudo dos conhecimentos e perspectivas dos alunos relativamente ao tema *evolução biológica* e pretende obter informação sobre os conhecimentos e a aplicação dos conhecimentos dos alunos acerca da temática

- O tratamento dos dados obtidos neste teste será efectuado de uma forma global, o que significa que o seu anonimato será respeitado.
- É de toda a conveniência que responda com o máximo de rigor e honestidade.

**Todas as respostas deverão ser efectuadas na folha de resposta em anexo.**

#### I

#### Do Fixismo ao evolucionismo

O estudo da enorme diversidade de espécies de seres vivos existentes na Terra, e também das espécies preservadas no registo fóssil, conduziu ao desenvolvimento de duas correntes de pensamento capazes de explicar a diversidade da vida actual e passada: o Fixismo e o evolucionismo.

*Extraído do manual escolar da Porto Editora.*

1. **Leia** atentamente os extractos e responda às questões seguintes:

#### Extracto A

“Deus disse: Que a Terra produza verduras, erva com semente, árvores frutíferas que dêem fruto sobre a Terra, segundo as suas espécies, e contendo semente”...  
...”Que a Terra produza seres vivos, segundo as suas espécies, animais domésticos, répteis e animais ferozes, segundo as suas espécies”...

“Criação do Mundo”, Génesis

#### Extracto B

«Devemos, no estado actual do conhecimento actual, assumir a criação de uma ou mais formas do mesmo modo que os filósofos assumem a existência de um poder de atracção sem qualquer explicação. Mas rejeito totalmente, sendo na minha opinião completamente desnecessário, qualquer edição de “novos poderes e atributos e forças;” ou “qualquer” princípio de melhoramento”(...) Não daria absolutamente nada pela teoria da selecção natural se necessitasse de edições milagrosas em qualquer ponto da linhagem de descendência.»

Charles Darwin, carta de 11 de Outubro de 1859, para Lyell.

#### Extracto C

“(...) na História da Terra terão ocorrido catástrofes que destruíram as formas vivas, sendo estas mais tarde substituídas por outras vindas de outras regiões.”

Cuvier

1.1 Considerando a informação contida nos extractos A, B e C, **classifique** os textos quanto ao seu conteúdo do ponto de vista Fixista ou Evolucionista.

1.1.1 **Justifique** a classificação efectuada.

2. No século passado, em Manchester, cidade inglesa, os troncos das árvores dos arredores da cidade eram cobertos por borboletas da espécie *Biston betularia* de cor clara. Com o decorrer dos anos veio a instalação de complexos industriais, e a poluição (fumos e fuligem) enegreceu os troncos das árvores; actualmente os troncos das árvores apresentam um grande número de borboletas escuras, e as borboletas claras estão muito reduzidas.

2.1 **Leia as** duas explicações abaixo sobre a mudança das borboletas.

**Explicação I**

As borboletas de cor escura foram favorecidas porque não poderiam ser visualizadas facilmente e comidas pelos predadores, passando a reproduzir-se e a constituir a maior parte da população de borboletas.

**Explicação II**

As borboletas de cor clara necessitaram de adquirir a cor escura para se confundir com os troncos e proteger-se dos predadores, transmitindo aos descendentes esta característica, e desta maneira ocorreu a mudança de cor das borboletas.

2.1.1 A explicação I é considerada darwinista. **Dê** uma explicação que justifique a afirmação.

2.1.2 A explicação II é considerada lamarckista. **Dê** uma explicação que justifique a afirmação.

2.2 **Explique** porque é possível afirmar que a coloração das borboletas é um carácter determinado geneticamente.

3. “Quando começou os apontamentos, Darwin já concluíra que ocorreria evolução. O que ele queria saber era como é que ocorreria: qual era o mecanismo através do qual uma espécie ancestral se transformara nas espécies actuais.

A sua procura de um mecanismo concreto empiricamente verificável diferenciou-o dos Evolucionistas anteriores, como Erasmus Darwin e Lamarck, os quais haviam defendido a evolução mas cujos mecanismos eram vagos.”

*In Avelar, Et. al.*

3.1 **Explique** a Teoria da evolução Darwin.

3.2 Para fundamentar a ideia do mecanismo de selecção natural, Darwin utilizou dados determinantes dos estudos de Thomas Malthus.

O gráfico 1 descreve um fenómeno que deu a Darwin a ideia do mecanismo de selecção natural, como aspecto determinante da evolução.

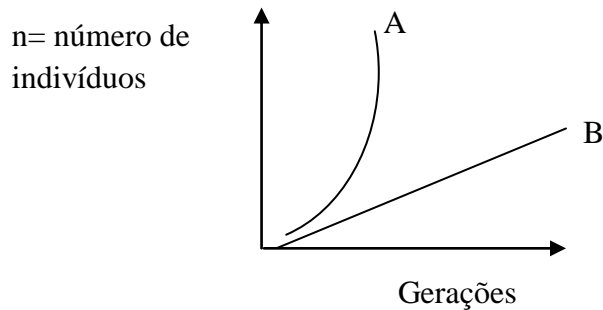


Gráfico 1. Crescimento de indivíduos numa população relativamente aos recursos disponíveis no meio.

3.2.1 **Explique** o que representam as linhas A e B apresentadas no gráfico 1.

3.2.2 **Explique** como Darwin aplicou os dados de Malthus para a fundamentar o mecanismo de selecção natural.

4. Em 1939, um investigador da indústria farmacêutica suíça descobriu que o DDT (diclorodifenol-tricloro-etano) era muito eficiente como insecticida.

Durante a Segunda Guerra Mundial existiam duas doenças graves que afectavam os soldados e em que intervinham insectos: a malária (transmitida por mosquitos) e a febre tifóide (transmitida por piolhos).

Durante a Segunda Guerra Mundial, o DDT foi utilizado pelas tropas e, depois da guerra, o seu uso generalizou-se, tendo tido grande incremento. Verificou-se, então, que alguns insectos se tornaram resistentes.

Investigações posteriores vieram mostrar que as aves que se alimentavam de insectos ou de substâncias contaminadas com DDT estavam também a desaparecer e que este produto se armazenava no tecido adiposo dos organismos, nomeadamente mamíferos, causando graves danos. Mesmo depois de proibida a utilização de DDT, e durante muitos anos, os solos, a água e muitos organismos sofreram o efeito devastador deste produto.

**Encare a situação em que os insectos, nomeadamente os mosquitos, se tornam resistentes ao DDT e responda às questões.**

4.1 **Explique** em que medida ocorre evolução numa população de mosquitos de uma dada região que se torna resistente ao DDT.

4.2 **Sugira** uma explicação para a evolução registada:

4.2.1 de acordo com o Neodarwinismo.

## II

### A evolução como um facto

“Vista à luz da evolução, a Biologia é talvez a Ciência intelectualmente mais satisfatória e inspiradora. Sem essa luz torna-se um amontoado de factos diversos, alguns deles interessantes ou curiosos, mas sem que constitua um todo global com sentido.

“Nada em Biologia faz sentido excepto à luz da evolução.”

*Theodosius Dobzhansky*, in evolução, História e Argumentos.

1. **Explique**, o que é para si a evolução.

2. A teoria Evolucionista, proposta por Darwin, foi enriquecida a partir de novos conhecimentos científicos, dando origem à Teoria Sintética da evolução.

2.1 Segundo essa teoria, **refira** os principais factores Evolucionistas.

3. Actualmente, a maioria dos cavalos tem uma silhueta aerodinâmica e pode correr com rapidez.

Os cientistas têm encontrado esqueletos fósseis de animais semelhantes aos cavalos. Eles consideram-nos os ancestrais dos cavalos actuais. Os cientistas conseguiram também determinar o período em que essas espécies fósseis viveram.

A Tabela 1 apresenta informações sobre três desses fósseis e sobre o cavalo actual.



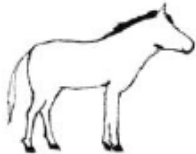
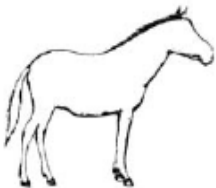




Nome	HYRACOTHERIUM	MESOHIPPUS	MERYCHIPPUS	EQUUS (cavalo actual)
Reconstrução da silhueta (à mesma escala)				
Período de existência	De há 55 a 50 milhões de anos atrás	De há 39 a 31 milhões de anos atrás	De há 19 a 11 milhões de anos atrás	De há 2 milhões de anos atrás até ao presente
Esqueleto da pata (à mesma escala)				

Tabela 1. evolução do cavalo

3.1 Quais são as informações apresentadas na Tabela que nos indicam que os cavalos actuais evoluíram, ao longo do tempo, a partir dos três fósseis aí representados?

**Justifique** pormenorizadamente a sua resposta.

3.2 Que outras investigações podem os cientistas fazer para descobrirem como evoluíram os cavalos ao longo do tempo? **Faça** um círculo em torno de “Sim” ou de “Não”, na folha de resposta, para cada investigação.

Esta investigação pode ajudar a descobrir como é que os cavalos evoluíram ao longo do tempo?	Sim ou Não?
Comparar o número de cavalos que existiram em diferentes épocas.	Sim / Não
Procurar os esqueletos dos ancestrais do cavalo que viveram de há 50 a 40 milhões de anos atrás.	Sim / Não

4. Existe, actualmente, um grande número de factos que constituem argumentos favoráveis à ideia de evolução.

4.1. A cada termo que corresponde à natureza dos factos evidenciados nas afirmações seguintes, **faça** corresponder um dos factos.

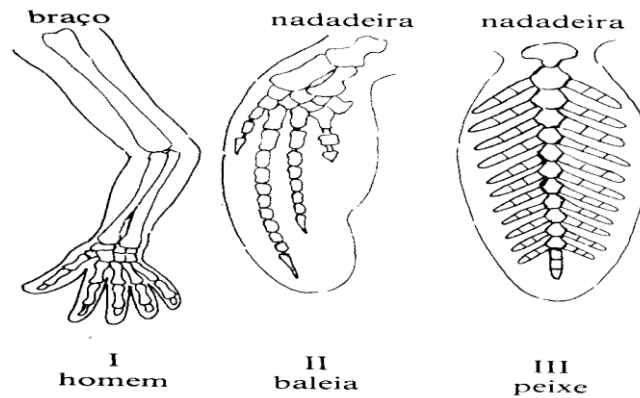
<b>Natureza dos factos</b>	<b>Factos</b>
(I) Paleontológica	(A) Os músculos auriculares, muito desenvolvidos no coelho, encontram-se atrofiados no Homem.
(II) Bioquímica	(B) Num determinado estágio de desenvolvimento, o embrião humano, tal como o dos répteis, apresenta fossetas branquiais.
(III) Anatómica	(C) O ADN do porco híbrido, numa elevada percentagem, com o do carneiro.
(IV) Embriológica	(D) O registo fóssil de <i>Ichthyostega</i> mostra tratar-se de um peixe com pulmões primitivos.
(V) Citológica	(E) Excluindo os procariontes, todos os seres vivos possuem mitocôndrias.

5. Quando a semelhança entre estruturas animais não é sinal de parentesco, mas conseguida pela acção da selecção natural sobre espécies de origens diferentes, fala-se em:

- (A) convergência adaptativa.
- (B) isolamento reprodutivo.
- (C) irradiação adaptativa.
- (D) isolamento geográfico.
- (E) alopatria.

(Assinale com **um x a opção** que considera **correcta**)

6. A anatomia comparada tem fornecido dados que apoiam o evolucionismo, revelando a existência de órgãos homólogos, análogos e vestigiais. **Observe** o esquema 2.



Esquema 2. Dados de Anatomia Comparada.

6.1 Podemos afirmar que:

- (A) I e II são órgãos homólogos.
- (B) II e III são órgãos análogos.
- (C) I e III são órgãos homólogos.
- (D) II e III são órgãos homólogos.
- (E) I, II e III apresentam a mesma origem embrionária.

(Assinale com **um x a(s) opção(ões)** que considera **correcta(s)** )

6.2 Com referência à analogia que se verifica entre certas estruturas orgânicas, como, por exemplo, a asa de um insecto e a de uma ave, podemos afirmar que essa analogia:

- (A) indica claramente relações evolutivas entre os dois seres, conseqüentes de adaptações às mesmas condições ambientais.
- (B) indica relações evolutivas, porém não resultantes de influência ambiental
- (C) não indica relações evolutivas entre os dois seres, nem é resultante de condições ambientais semelhantes.
- (D) não indica relações evolutivas; são estruturas que evoluíram independentemente e resultaram de adaptações funcionais às mesmas condições ambientais.
- (E) indica relações evolutivas, conseqüentes de um mesmo conteúdo génico.

(Assinale com **um x a opção** que considera **correcta**)

6.3. **Explique** em que medida a anatomia comparada pode fornecer dados a favor da evolução.



7. Os geneticistas conseguiram extrair o ADN de partes de osso que não estavam fossilizadas de um homem de Neanderthal, morto há mais de 30 mil anos. Comparando este ADN com o de um homem moderno eles concluíram que nós não somos descendentes do Neanderthal e sim que ele é um parente próximo; ou seja, temos um ascendente em comum.

7.1 Isso é um tipo de prova:

- (A) anatómica
- (B) comparativa
- (C) paleontológica
- (D) embriológica
- (E) bioquímica

(Assinale com **um x a opção** que considera **correcta**)

8. Em certo tipo de insecto, o gene que determina a cor escura é dominante em relação ao que determina a cor clara. Cinquenta casais de animais heterozigóticos para esse gene foram libertados num deserto. Depois de alguns anos, encontrou-se uma população na qual a proporção de indivíduos era de 3 claros para 1 escuro.

8.1 Pelos resultados, é possível concluir que houve:

- (A) mutação.
- (B) imigração.
- (C) dominância.
- (D) selecção natural.
- (E) transmissão de caracteres adquiridos.

(Assinale com **um x a opção** que considera **correcta**)

Obrigada pela sua colaboração!



## Apêndice 7

### PROPOSTA DE CORRECÇÃO DO TESTE DE APRENDIZAGENS, DOMÍNIO DE ANÁLISE, PROCESSOS CIENTÍFICOS E OBJECTIVOS

PARTE I – DO FIXISMO AO EVOLUCIONISMO			
Domínio da análise	Processos Científicos Testados	Questão/Objectivo	Resposta
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar conclusões válidas</li> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 1.1</b> Compreender as diferentes teorias para a explicação da evolução biológica</p> <p>-Distinguir teorias fixistas de teorias Evolucionistas</p>	<p><b>Código 1-CERTO</b> <u>Extracto A</u> – Fixismo, poderá referir apenas criacionismo; <u>Extracto B</u> – evolucionismo; <u>Extracto C</u> – Fixismo, poderá referir apenas Catastrofismo; <b>Código 0- ERRADO</b> Se uma, duas ou três das opções estiverem erradas.</p>
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar conclusões válidas</li> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 1.1.1</b> Compreender as diferentes teorias para a explicação da evolução biológica</p> <p>-Distinguir teorias fixistas de teorias Evolucionistas</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> <b>Fixismo</b>, defende que as espécies são fixas e imutáveis, não sofrem evolução. <b>criacionismo</b>, corrente Fixista, defende que as espécies foram originadas por um acto de criação divina à luz da perfeição, logo são espécies fixas e imutáveis, por serem perfeitas não admite evolução. <b>Catastrofismo</b>, corrente que tenta conciliar os dados revelados pelos estudos paleontológicos da época com ideias fixistas, fenómenos naturais como dilúvios e glaciações foram teriam ocorrido em determinados locais da Terra conduzindo à destruição dos seres vivos, posteriormente, estas áreas teriam sido repovoadas por seres vivos que migravam de outros locais, o que explicaria os diferentes conteúdos fossilíferos em extractos diferentes, sem que tenha havido evolução das formas comuns. <b>evolucionismo</b> é a corrente que defende a evolução dos seres vivos a partir de um ancestral comum, com mudanças e adaptações ao longo do tempo geológico. Serão contabilizadas as respostas que mencionarem e relacionarem as correntes fixistas com o Fixismo. <b>Código 0- ERRADO</b> Se duas ou três das justificações estiverem erradas.</p>
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar conclusões válidas</li> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 2.1.1</b> -Distinguir o lamarckismo do darwinismo</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> darwinismo: As duas espécies de borboletas já existiam no meio, as brancas eram predominantes em relação às de cor preta que face ao meio eram facilmente predadas, quando o meio mudou, por <b>selecção natural</b>, as <b>borboletas de cor escura foram favorecidas</b> relativamente às de cor clara uma vez que estavam melhor <b>adaptadas às mudanças do meio ambiente</b>. Estas borboletas reproduziram-se e as características beneficiadas pela selecção natural provocada pelo meio foram transmitidas à descendência, o que levou ao domínio e subsistência da espécie neste meio ambiente. <b>Código 0- ERRADO</b> Se a resposta não contemplar as ideias principais. - <b>Selecção natural</b>; - As <b>borboletas de cor escura foram favorecidas</b> relativamente às de cor clara uma vez que estavam melhor <b>adaptadas às mudanças do meio ambiente</b>.</p> <p><b>Código 1 - CERTO</b></p>

<p><b>Conhecimento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar conclusões válidas</li> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 2.1.2</b> -Distinguir o lamarckismo do darwinismo</p>	<p>lamarckismo: com a <b>mudança das condições ambientais</b>, as borboletas tiveram <b>necessidade de se adaptar ao novo meio</b> e consequentemente a sua cor para que conseguissem escapar aos predadores uma vez que ficariam visíveis sendo os troncos escuros devido a poluição industrial. Esta característica que lhes permitia a sobrevivência ao meio depois de muito usada era <b>transmitida aos seus descendentes</b>. A <b>mudança do ambiente</b> e as <b>necessidades dos indivíduos se adaptarem ao mesmo</b> são neste caso as causas responsáveis para a evolução dos seres vivos. Se apenas referirem as leis sem fundamentarem ou se derem outros exemplos que não o da borboleta, está incompleto. <b>Código 0- ERRADO</b> Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
<p><b>Competências</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 2.2</b> Reconhecer dados científicos da genética actual.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Hoje sabe-se que coloração corporal da borboleta <i>Biston betularia</i> faz parte do código genético da espécie, que se manifesta de acordo com a recombinação genica ao acaso, após fecundação. Depende da informação genética transmitida cada indivíduo pelos seus progenitores. <b>Código 0- ERRADO</b> Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
<p><b>Conhecimento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento epistemológico o científico</li> </ul>	<p><b>Q 3.1</b> -Explicar a Teoria da evolução Darwin;</p>	<p><b>Código 1 – CERTO Os alunos terão de referir:</b> - As espécies evoluem a partir do mesmo ancestral; - Seleção natural só o mais apto sobrevivia; - Ao fim de muito tempo as modificações são visíveis devido a acumulação de características <b>Código 0- ERRADO</b> Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
<p><b>Conhecimento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento epistemológico e científico</li> </ul>	<p><b>Q 3.2.1</b> - Reconhecer aspectos históricos que levaram á formulação da Teoria da evolução Darwin;</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> As respostas devem referir as ideias: A- Crescimento da população – progressão geométrica; B- Produção de alimentos pela natureza – progressão aritmética. <b>Código 0- ERRADO</b> Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
<p><b>Conhecimento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento epistemológico e científico</li> </ul>	<p><b>Q 3.2.2</b> - Reconhecer aspectos históricos que levaram á formulação da Teoria da evolução Darwin;</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Darwin utilizou os dados de Malthus para fundamentar o mecanismo de selecção natural na medida em que afirmou que as populações embora tendam a crescer geometricamente mas nem todos os animais de uma população se reproduzem, a falta de alimento e os condicionantes do meio como a chuva o frio a seca, luta pelo espaço, acasalamento e alimento, pragas condicionam o seu desenvolvimento, reprodução e consequentemente a sua sobrevivência, <b>Código 0- ERRADO</b> Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
<p><b>Competências (resolução de problemas)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar conclusões válidas</li> </ul> <p><b>Conhecimento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 4.1</b> Compreender o mecanismo de selecção natural como aspecto determinante da evolução.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Pode-se dizer que isso resultou da existência prévia de <b>dois tipos de insectos: os sensíveis ao DDT, numerosos de início, e os resistentes, pouco abundantes</b>, uma variação intra-específica. A aplicação do insecticida favoreceu os poucos insectos resistentes, que sobreviveram e se reproduziram, fazendo que ao longo de algumas gerações, novamente aumentasse a população desses insectos. Evidentemente, a “resistência ao insecticida” corresponde a um carácter determinado pela existência de genes que conferem a alguns insectos a capacidade de resistir a certa droga produzida pelo homem. Os insectos sensíveis, desprovidos de tais genes, acabam morrendo. Os resistentes transmitem os genes aos seus descendentes. E, assim, a população de insectos como um todo se adapta ao ambiente que foi pulverizado</p>

			<p>com DDT.</p> <p>A variação intra-específica leva a uma selecção feita pelo meio, sobrevivendo ao meio os indivíduos mais aptos, podemos neste caso dizer que existe evolução.</p> <p><b>Código 0- ERRADO</b></p> <p>Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 4.2.1</b></p> <p>Compreender o mecanismo de selecção natural como aspecto determinante da evolução.</p> <p>Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p> <p>- Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p> <p>Compreender os mecanismos da evolução.</p> <p>- Distinguir os mecanismos de e evolução.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b></p> <p>Os alunos deverão articular as ideias de: Variação intra-específica, mutações, recombinações genéticas e selecção natural.</p> <p><b>Código 0- ERRADO</b></p> <p>Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
<b>PARTE II – A EVOLUÇÃO COMO UM FACTO</b>			
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 1.</b></p> <p>Compreender a evolução como um facto.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b></p> <p>Alteração do fundo genético, tornar as espécies mais aptas e adaptadas ao meio, é o conceito chave em biologia. Relacionar, mutações, selecção natural e recombinação genética.</p> <p><b>Código 0- ERRADO</b></p> <p>Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 2.1</b></p> <p>Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p> <p>- Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo</p> <p>Compreender os mecanismos da evolução.</p> <p>- Distinguir os mecanismos de e evolução</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b></p> <p>Citológicos; Bioquímicos e genéticos (mutações e recombinação genica)</p> <p><b>Código 0- ERRADO</b></p> <p>Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
Competências (resolução de problemas) Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar conclusões válidas</li> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 3.1</b></p> <p>Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p> <p>- Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b></p> <p>Ao longo da evolução desta espécie verifica-se um <b>aumento das dimensões corporais e uma redução do número de dedos</b>, verificando-se a fusão dos mesmos dando origem a um único dedo, o que leva a crer que foi uma adaptação por <b>pressão selectiva do meio</b> para tornar o cavalo mais ágil para a corrida.</p> <p><b>Código 0- ERRADO</b></p> <p>Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>

Competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reconhecer questões investigáveis cientificamente</li> </ul>	<p><b>Q 3.2</b> Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo. - Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Têm de ter todas correctas <b>Código 0- ERRADO</b> Se duas ou três das justificações estiverem erradas.</p> <table border="1" data-bbox="837 347 1396 526"> <tr> <td data-bbox="837 347 1284 414">Esta investigação pode ajudar a descobrir como é que os cavalos evoluíram ao longo do tempo?</td> <td data-bbox="1300 347 1396 414">Sim ou Não?</td> </tr> <tr> <td data-bbox="837 414 1284 459">Comparar o número de cavalos que existiram em diferentes épocas.</td> <td data-bbox="1300 414 1396 459">Sim / Não</td> </tr> <tr> <td data-bbox="837 459 1284 526">Procurar os esqueletos dos ancestrais do cavalo que viveram de há 50 a 40 milhões de anos atrás.</td> <td data-bbox="1300 459 1396 526">Sim / Não</td> </tr> </table>	Esta investigação pode ajudar a descobrir como é que os cavalos evoluíram ao longo do tempo?	Sim ou Não?	Comparar o número de cavalos que existiram em diferentes épocas.	Sim / Não	Procurar os esqueletos dos ancestrais do cavalo que viveram de há 50 a 40 milhões de anos atrás.	Sim / Não
Esta investigação pode ajudar a descobrir como é que os cavalos evoluíram ao longo do tempo?	Sim ou Não?								
Comparar o número de cavalos que existiram em diferentes épocas.	Sim / Não								
Procurar os esqueletos dos ancestrais do cavalo que viveram de há 50 a 40 milhões de anos atrás.	Sim / Não								
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 4.1</b> Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo. - Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> (I) D; (II) C; (III) A; (IV) B; (V) <b>Código 0- ERRADO</b> Se duas ou três das justificações estiverem erradas.</p>						
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 5.</b> Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo. - Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Opção A <b>Código 0- ERRADO</b> Se a opção não for a correcta.</p>						
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 6.1</b> Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo. - Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Opção A e B <b>Código 0- ERRADO</b> Se a opção não for a correcta.</p>						
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 6.2</b> Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo. - Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Opção D <b>Código 0- ERRADO</b> Se a opção não for a correcta.</p>						
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 6.3</b> Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo. - Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> A resposta deverá referir como é que a anatomia comparada constitui um alicerce do evolucionismo: com base na comparação estrutural e anatómica dos seres vivos a partir de órgãos análogos, homólogos e vestigiais. Os <b>órgãos homólogos</b> revelam uma origem em comum, a sua função diverge com a adaptação ao meio por selecção natural ou <b>pressão selectiva do meio</b>, o que determina a sobrevivência dos seres vivos. Exemplos, o braço do homem e a barbatana da baleia.</p>						

		evolucionismo.	<p>Os <b>órgãos análogos</b> revelam relações filogenéticas diferentes entre os seres vivos, com convergência para a mesma função por <b>pressão selectiva do meio</b>, o que lhes permite uma adaptação ao meio. Exemplo: asa da borboleta e da ave.</p> <p>A existência de <b>órgãos vestigiais</b>, órgãos atrofiados sem função fisiológica específica em determinados grupos de seres vivos e a sua existência funcional em outros grupos, revela que no passado os mesmos terão sido úteis a um ancestral comum. Quanto sujeitos a <b>pressões selectivas do meio</b> estes órgãos foram conduzidos a caminhos diferentes.</p> <p><b>Código 0- ERRADO</b> Se a resposta não contemplar as ideias principais.</p>
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 7.1</b> Compreender os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo. - Distinguir os diferentes argumentos que apoiaram o evolucionismo.</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Opção E <b>Código 0- ERRADO</b> Se a opção não for a correcta.</p>
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do conhecimento científico</li> </ul>	<p><b>Q 8.1</b> Compreender os mecanismos da evolução. - Distinguir os mecanismos de evolução</p>	<p><b>Código 1 - CERTO</b> Opção D <b>Código 0- ERRADO</b> Se a opção não for a correcta.</p>



## Apêndice 8

### GUIÃO DE ENTREVISTA

#### **Objectivos:**

- *Conhecer os conhecimentos e aprendizagens que os alunos efectuaram na unidade programática evolução biológica;*
- *Conhecer as concepções dos alunos e professores acerca do tema evolução biológica;*
- *Conhecer opiniões dos alunos e professores face à metodologia implementada em sala de aula;*
- *Estabelecer a relação entre a metodologia implementada para a leccionação da unidade evolução biológica e as aprendizagens que foram efectuadas.*

#### Questões para alunos:

Questão 1- O que entendem por evolução biológica das espécies?

Questão 2- De acordo com o que foi leccionado nas aulas, como explica a evolução das espécies, incluindo a espécie humana?

Questão 3- Consideram importante a discussão entre evolucionismo e criacionismo na sala de aula?

Questão 4- Existe controvérsia entre Ciência e religião?

Questão 5- Que recursos didácticos foram utilizados nesta abordagem?

Questão 6- Se fosse professor que estratégias utilizaria para abordar este tema, de modo a levar os alunos a efectuar aprendizagens?

#### Questões para professores:

Questão 1- O que entendem por evolução biológica das espécies?

Questão 2- Considera importante contemplar a evolução Humana no programa da disciplina de Biologia e Geologia?

Questão 3- Considera importante a discussão entre evolucionismo e criacionismo na sala de aula?

Questão 4- Existe controvérsia entre Ciência e religião?

Questão 5- Que metodologias utilizou para abordar este tema?



## Apêndice 9

### ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS ENTREVISTAS AOS ALUNOS, EM *FOCUS GROUP*

Categorias	Indicadores	Unidades de registo	UC
<b>1- O que entendem por evolução biológica das espécies?</b>			
A- Evolução biológica das espécies	A1-Desenvolvimento de uma ou mais espécies ao longo do tempo	“É o desenvolvimento das espécies ao longo do tempo.” “Desenvolvimento de novas espécies.”	A1;B1
	A2-Transformação das espécies em outras espécies ao longo do tempo	“Aquisição de novas características.”	B1
	A3-Aparecimento de novas espécies e extinção de outras espécies	“Surtem novas espécies devido à especiação de alguns seres vivos.” “Devido a catástrofes e alteração do ambiente.” “Se houver evolução divergente, a espécie que deu origem às duas espécies que estão a divergir vai desaparecer porque as outras duas estão a aumentar.”	A2
			A2
			A2
	A4-Pressões do meio	“Adaptação das espécies ao ambiente.” “Aquisição e perda de características de forma a que a adaptação ao meio possibilite a capacidade de sobrevivência.” “Resposta às pressões do meio de modo a espécies a serem mais bem sucedidas ou não.”	A2 B1 B1
	A5-Transformações a nível genético	“Alteração do código genético.”	A2
	A6-Micro desenvolvimento	“É um micro-micro desenvolvimento.”	A1
A7-Processo natural	“Ocorre naturalmente ao longo do tempo, sem intervenção divina.”	A1	
A8-Existem várias teorias explicativas	“Existem várias teorias explicativas para tal.” “Umas são aceites cientificamente, outras são apenas históricas.” “O Neodarwinismo é a teoria mais aceite.” “O Fixismo não é evolução, as espécies não são imutáveis.”	B2 B2 B2 B2	
<b>2- De acordo com o que foi leccionado nas aulas, como explica a evolução das espécies, incluindo a espécie humana?</b>			
B- Evolução das espécies	B1-Alterações a nível do DNA – mutações (Neodarwinismo)	“É uma acumulação de mutações genéticas que podem originar uma nova espécie.”	A1
		“Dependendo do ambiente, os indivíduos com essas mutações genéticas podem ser favorecidos ou não.”	A1
“Quando falamos de mutações e selecção natural, falamos de Neodarwinismo.”		A1	
“O Neodarwinismo responde ao que faltava explicar no darwinismo, os mecanismos de selecção natural, por recombinações genéticas.”		B2	
B2-Variabilidade genética		“Variabilidade genética dentro de uma mesma espécie.”	A1;
		“Ao longo do tempo as características vão ser tão diferente que se pode considerar uma espécie diferente por evolução divergente.”	A2
		“A variabilidade intra-específica depende das mutações genéticas que ocorrem e da recombinação genética.”	A2
		“Os indivíduos dentro de uma determinada espécie, como os primatas, que continham características fundamentais que os tornava mais aptos, por reprodução selectiva sobreviveram, reproduziram-se e deram origem a uma nova espécie capaz de andar por Terra e se proteger.”	B1;B2 B1
		“Devido a recombinações e mutações genéticas.”	B1
		“Todas as mudanças nas gerações, somadas, acabam por ter impacto.”	B2
“Há certezas de algumas coisas, mas preferem não aprofundar.”	A1; A2		



		<p>“O problema é que diz respeito à espécie humana, há questões éticas envolvidas.”</p> <p>“Podia ser introduzida no programa, sem qualquer problema.”</p> <p>“Depende do ponto de vista de cada um.”</p> <p>“Deve ter sido abordada, algures no meio do programa.”</p> <p>“Um primata teve mais necessidade de descer das árvores e por ser presa para outros animais desenvolveu características como o andar erecto e a inteligência como um recurso à força para sobreviver ao meio, aos predadores que eram muito rápidos.”</p>	<p>A2</p> <p>B1</p>
--	--	--	---------------------

<b>3- Consideram importante a discussão entre evolucionismo e criacionismo na sala de aula?</b>			
C- Criacionismo e evolucionismo na sala de aula	CI-A abordagem possível na sala de aula	<p>“Sim, consideramos importante.”</p> <p>“O criacionismo inclui a não mutação das espécies então não se pode considerar na sala de aula.”</p> <p>“Não existe possibilidade de falar em evolução Criacionista.”</p> <p>“Só faz sentido enquanto perspectiva histórica nas ideias em Biologia.”</p> <p>“criacionismo não é Ciência.”</p> <p>“Foram dadas as duas ideias na aula, uma delas como perspectiva histórica, não houve grande oposição ao evolucionismo.”</p> <p>“Mas nós acreditamos no evolucionismo.”</p> <p>“Aceitamos o criacionismo como perspectiva histórica, porque haviam pessoas que acreditaram nessas teorias.”</p> <p>“Vimos um filme sobre criacionismo em que o senhor estava convicto do que dizia.”</p> <p>“Nada mudou nas nossas ideias depois de termos visto este filme.”</p> <p>“O vídeo Criacionista apontou falhas à evolução, mas viemos a ver que essas falhas já não eram assim tão relevantes nos dias de hoje.”</p> <p>“Não há necessidade de estar a conjecturar a veracidade de uma e de outra.”</p> <p>“Se a Biologia contempla-se a filosofia, não seria tão directa.”</p> <p>“Não há necessidade de discussão, podemos dar as duas coisas sem discussão, depende do ponto de vista.”</p> <p>“Não faz mal conhecermos as perspectivas históricas, nomeadamente o criacionismo”</p> <p>“Não pode ser dada a hipótese de escolha na sala de aula.”</p> <p>“Deve-se explicar as perspectivas históricas, mas debater com o mesmo pé de igualdade não.”</p> <p>“Posso acreditar que foi Deus que criou o mundo e as espécies e aceitar a selecção natural e responder correctamente do ponto de vista científico às questões dos testes.”</p>	<p>A1;A2</p> <p>A1</p> <p>A1;</p> <p>A2</p> <p>A1</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>B1</p> <p>B1;B2</p> <p>B1</p> <p>B1;</p> <p>B2</p> <p>B1;B2</p> <p>B2</p>
<b>4- Existe controvérsia entre Ciência e religião?</b>			
D- Ciência e religião	D1-Controvérsia	<p>“Não existe controvérsia, embora a religião tenha sido e seja ainda um obstáculo para a Ciência.”</p> <p>“Ambas se influenciam, há uma relação de cumplicidade, a religião evita que a Ciência avance depressa demais porque se isso acontecesse não a conseguíamos parar.”</p> <p>“A religião é uma coisa e a Ciência é outra.”</p> <p>“Tem que se ter em conta que a religião influenciou a Ciência e o pensamento científico ao longo dos anos, é isso que nos é apresentado no programa.”</p> <p>“Existe controvérsia, porque a religião só aceita uma maneira de ver as coisas.”</p>	<p>A1;A2</p> <p>A1</p> <p>A2;B2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>B1;B2</p>

		<p>“É controverso dos dois pontos de vistas.”</p> <p>“A religião já constituiu um maior entrave para a Ciência.”</p> <p>“A evolução Humana por exemplo, não vem nos programas porque é controverso, a ética vem sempre ao de cima.”</p> <p>“Os religiosos e cientistas têm ambas certezas do que dizem, embora um seja conhecimento científico e o outro não.”</p> <p>“Cada um tem de ter a oportunidade e capacidade de moldar a sua capacidade de pensar.”</p> <p>“Não são a mesma coisa, não se podem confundir.”</p>	<p>B1</p> <p>B1;B2</p> <p>B1</p> <p>B2</p>
<b>5- Que instrumentos foram utilizados nesta abordagem?</b>			
E- Instrumentos	E1-PowerPoints	<p>“Explicativos, constituintes de aprendizagem.”</p> <p>“Reflectores de aprendizagem, ilustrativos.”</p> <p>“É mais fácil aprender com suporte visual.”</p> <p>“Nas aulas dos professores mais antigos, era só debitar matéria sem suporte visual.”</p> <p>“Facilitadores da aprendizagem, é mais fácil olhar para um PowerPoint resumido do que para uma página cheia de texto.”</p> <p>“Com os PowerPoints torna-se mais interessante, e às vezes aparecem vídeos nos PowerPoints que fazem a ponte entre os conceitos.”</p>	<p>A1</p> <p>A2</p> <p>B1</p> <p>B1</p> <p>B2</p> <p>B2</p>
	E2-Filmes	<p>“Deu para ver as argumentações contra o evolucionismo.”</p> <p>“O vídeo Criacionista não nos balançou contra o evolucionismo.”</p> <p>“Importantes para consolidar ideias e ver as diferenças entre as duas perspectivas.”</p> <p>“Não foram fundamentais mas ajudaram na consolidação da matéria.”</p> <p>“Ao ver os vídeos, como sabíamos que tínhamos de fazer os resumos e era para avaliação, sabíamos que tínhamos de estar atentos, constituíram um bom elemento de aprendizagem.”</p> <p>“A observação de vídeos do BBC vida selvagem não foi nada construtivo, podia ter sido o tempo melhor aproveitado para fazer outras coisas.”</p>	<p>A1</p> <p>A1</p> <p>A2;B1;B2</p> <p>B1</p> <p>B2</p> <p>B1; B2</p>
	E3-Resumos	<p>“Foram constituintes de aprendizagem.”</p> <p>“Ajudou-nos a integrar conhecimentos.”</p> <p>“Ajudou-nos a compreender melhor o que vimos nos vídeos, serviu para consolidar conhecimentos.”</p> <p>“Fizeram-nos perceber os filmes e consolidar conhecimentos.”</p> <p>“Os resumos dos vídeos e mesmo os vídeos foram dispensáveis, não foram importantes para a aprendizagem.”</p> <p>“Os PowerPoints foram mais importantes.”</p> <p>“Com os resumos consolidámos a matéria, e separámos as duas visões, científica da não científica.”</p>	<p>A1</p> <p>A1</p> <p>A1</p> <p>A2</p> <p>B1</p> <p>B1</p> <p>B1</p>
	E4-Fichas de trabalho	<p>“Eram trabalho de casa, mas eram sempre corrigidas na aula, havia feed-back, serviram para consolidar conhecimentos.”</p> <p>“Havia diálogo, discussão sobre a correcção das fichas que iam para casa como trabalho de casa.”</p> <p>“Ajudaram-nos imenso a verificar os erros do nosso pensamento.”</p> <p>“Ajudaram-nos a adquirir conhecimentos e a estudar para os testes.”</p> <p>“Debatidas e corrigidas nas aulas, serviram para consolidar e explorar conhecimentos.”</p>	<p>A1</p> <p>A2</p> <p>B1</p> <p>B1</p> <p>B2</p>
<b>6- Se fosse professor que estratégias utilizaria para abordar este tema, de modo a levar os alunos a efectuar aprendizagens?</b>			
		“Tudo o que a professora fez.”	A1

F- Estratégias apontadas pelos alunos para melhoria das práticas	F1-As que foram utilizadas na aula	<p>“A metodologia foi conducente de aprendizagem, não mudaríamos nada. Aprendemos bastante.”</p> <p>“Não se pode mudar a perfeição.”</p> <p>“As aulas foram elucidativas e esclarecedoras.”</p> <p>“A nossa ideia sobre o evolucionismo ficou melhor fundamentada e a abordagem do criacionismo não mudou em nada a nossa visão científica do evolucionismo.”</p> <p>“A metodologia utilizada nas aulas contribuiu para a nossa aprendizagem. As pessoas tornam-se mais atentas com suporte visual. Daríamos as aulas da mesma maneira que o professor.”</p> <p>“O vídeo – a viagem perdida de Darwin foi muito importante porque vimos como é que ele chegou á sua teoria.”</p> <p>“Todos os instrumentos foram eficazes para as aprendizagens.”</p> <p>“Já tínhamos uma ideia sobre o tema, mas agora, com a abordagem aprofundámos mais as ideias.”</p> <p>“As crenças ficam um bocado de lado nas aulas de Biologia. Pode haver um equilíbrio entre as duas ideias.”</p>	<p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>A2</p> <p>B1;B2</p> <p>B2</p> <p>B2</p> <p>B2</p> <p>B2</p>
	G2-Visita de estudo a um museu científico, sobre evolução, ou conferências	<p>“Visita de estudo a um museu relacionado com a evolução.”</p> <p>“Visita de estudo a um museu científico, conferências, exposição sobre Charles Darwin.”</p> <p>“Se levássemos os alunos a um museu Criacionista iríamos estar a confundir os alunos, não era uma boa prática.”</p>	<p>A1</p> <p>B2</p> <p>B2</p>



## Apêndice 10

### ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS ENTREVISTAS AOS PROFESSORES

Categories	Indicadores	Unidades de registo	UC
<b>1- O que entendem por evolução biológica das espécies?</b>			
A- Evolução biológica das espécies	A1-Mudanças dos seres vivos ao longo do tempo	<p>“Mudanças ao nível genético que correspondem a mudanças no fenótipo.”</p> <p>“Pode haver extinção e aparecimento de novas espécies.”</p> <p>“Em termos científicos, é o estudo da vida, desde o momento em que houve vida no planeta, desde a célula inicial até á vida actual.”</p>	<p>PA</p> <p>PA</p> <p>PB</p>
<b>2- Considera importante contemplar a evolução humana no programa da disciplina de Biologia e Geologia?</b>			
B-Evolução humana	B1-Evolução humana no programa	<p>“Sim, considero muito importante a sua contemplação no programa.”</p> <p>“Acaba-se sempre por falar na evolução Humana como exemplo.”</p> <p>“Seria um ponto mais controverso, e nesse caso poderíamos abordar os problemas entre Ciência e religião.”</p> <p>“ Os alunos muitas vezes tentam levar a discussão para esse lado.”</p> <p>“Muitas das concepções alternativas sobre a evolução são sobre a evolução Humana.”</p> <p>“É mais fácil os alunos aceitarem a evolução por exemplo de invertebrados marinhos do que o homem a partir dos símios.”</p> <p>“A evolução Humana foi citada quando foi solicitado pelos alunos, tirando isso, gera muita discussão, é muito controverso em termos éticos.”</p> <p>“Cientificamente não levanto grandes dúvidas daquilo que hoje está cientificamente provado.”</p>	<p>PA</p> <p>PA</p> <p>PA</p> <p>PB</p> <p>PB</p> <p>PB</p> <p>PB</p> <p>PB</p>
<b>3- Considera importante a discussão entre evolucionismo e criacionismo na sala de aula?</b>			
C- Criacionismo e evolucionismo na sala de aula	C1-A abordagem possível na sala de aula	<p>“Considero muito importante.”</p> <p>“Aliás, considero importante que se aborde todos os pontos de vista sobre determinado assunto.”</p> <p>“Sim, o criacionismo é sempre um ponto de partida importante para a leccionação da evolução.”</p> <p>“Se se abordar o criacionismo é mais fácil para os alunos compreenderem o conceito que está cientificamente correcto se conhecerem aquele que está errado.”</p>	<p>PA</p> <p>PA</p> <p>PB</p> <p>PB</p>
	C2-Criacionismo não é Ciência	<p>“criacionismo é dogma.”</p> <p>“Correntes Criacionistas podem não ter a ver com Deus, os fenómenos da natureza podem se ter conjugado para formar seres vivos.”</p>	<p>PA</p> <p>PA</p> <p>PA</p>
<b>4- Existe controvérsia entre Ciência e religião?</b>			
D - Ciência e religião	D1-Controvérsia	<p>“Existe bastante, porque ambos são diferentes.”</p> <p>“Existir, existe.”</p> <p>“muitas pessoas que seguem uma linha religiosa põem de parte as ideias científicas.”</p> <p>“Quem é fundamentalista de um lado é difícil aceitar o outro.”</p> <p>“Na sala de aula todos aceitaram as ideias científicas, não senti que algum aluno não aceitasse as ideias científicas por causa da religião.”</p>	<p>PA;</p> <p>PB</p> <p>PB</p> <p>PA;</p> <p>PB</p> <p>PB</p>

5- Que metodologias utilizou para abordar este tema?			
E-Instrumentos	E1-PowerPoints	<p>“Serviram para ilustrar processos.”</p> <p>“Serviram para ilustrar situações cujos alunos tivessem dificuldades em visualizar.”</p> <p>“Serviram para ilustrar coisas mais abstractas, para ser mais fácil para os alunos visualizarem e mesmo para nós explicarmos.”</p>	<p>PA</p> <p>PB</p> <p>PB</p>
	E2-Filmes	<p>“Foram bons para promover o debate na sala de aula.”</p> <p>“São uma forma diferente de transmitir ideias, é uma forma diferente dos alunos ouvirem o que já foi dito nas aulas.”</p>	<p>PA</p> <p>PB</p>
	E3-Fichas de trabalho	<p>“Importantes para promover a discussão de respostas.”</p> <p>“Sistematizar conhecimentos.”</p>	<p>PA</p> <p>PB</p>
	E4-Resumos	<p>“Consolidação de conhecimentos.”</p>	<p>PA;PB</p>
F-Metodologias	F1-Conducentes à aprendizagem	<p>“Considero todos estes instrumentos importantes, porque é a maneira de diversificar as formas para chegar a todos os alunos e essencialmente porque nem todos aprendem da mesma maneira, devemos utilizar estratégias diferentes porque uns alunos aprendem de uma forma e outros de outra.”</p> <p>“Fizeram aprendizagens com a metodologia implementada, foi das unidades que mais sucesso teve, em termos de avaliação, pelo interesse que desperta nos alunos.”</p>	<p>PA</p> <p>PA;PB</p>



## Apêndice 11

### ENTREVISTA EXPLORATÓRIA AO PROFESSOR DOUTOR LUÍS ARCHER

Com o levantar do véu, face à possibilidade de o criacionismo vir a integrar os programas de ciências do ensino básico e secundário e vir a ser ensinado a par do evolucionismo, esta entrevista teve como objectivo recolher a opinião de um especialista reconhecido nesta matéria, com muito pensamento construído em torno da problemática concreta do estudo e que em muito contribuiu para aprofundar e melhorar o nosso conhecimento acerca do tema.

Todas as perguntas foram respondidas pelo Professor Doutor Luís Archer a 10 de Fevereiro de 2010, através de e-mail.

**Pergunta 1:** Parece estar a surgir, na sociedade portuguesa, alguma pressão para que se introduza nas aulas de ciências o ensino da criação a par com o da evolução. Qual o seu ponto de vista relativamente a este assunto? Que resposta deverá dar a escola?

**Resposta:** Não há problema se se propuser um criacionismo evolutivo e não um criacionismo fixista. O criacionismo evolutivo pode ter crença cristã ou não. A Escola deve estar a aberta a ambas as possibilidades. O criacionismo fixista parece-me ir loucamente contra uma imensa mole de investigação séria, sobretudo a partir de Pio XII.

**Pergunta 2:** Se vier a ser consumada a inclusão do criacionismo nos programas das disciplinas de ciências do ensino básico e de Biologia e Geologia do ensino secundário, na sua opinião, que factores ou razões estão na base dessa inclusão?

**Resposta:** A principal razão é ser difícil explicar que toda a maravilha dos seres vivos provenha por acaso, sem um “intelligent design”, de tipo religioso ou não.

**Pergunta 3:** A ciência com as suas teorias evolucionistas entra em confronto com a religião?

**Resposta:** Entra em convergência mas não em conflito, na minha opinião. Ciência e religião são áreas diferentes, cada uma com os seus métodos, processos, lógica e conclusões próprios. A Ciência não deve invadir o espaço que corresponde à religião e à

Filosofia, e estas não devem ocupar o espaço que corresponde à Ciência. Daí provieram dificuldades no passado. A bíblia não é um livro de Ciência, nem esta precisa de Deus nem o deve abordar.

**Pergunta 4:** Como religioso e cientista vê alguma possibilidade de vir a ser superado o choque entre a ciência (que aceita o evolucionismo) e um cristianismo criacionista?

**Resposta:** Entendendo por “cristianismo criacionista” a tese de que Deus criou o homem e todas as coisas pelo seu poder, não há choque com a ciência, pois Deus actua no íntimo de cada ser. Entendendo por “cristianismo creacionista” a teoria de que o Génesis relata o modo concreto como Deus criou o homem e os outros seres, há choque com a ciência e não é fácil superá-lo. Igualmente com o “intelligent design”. Biologia e cristianismo não são duas direcções que se sobreponham em concordismo, nem se cruzem em conflito, nem se conciliem em separatismo. São antes duas realidades que se vivem ao longo da dinâmica da mesma espiral evolutiva.

**Pergunta 5:** Para a maioria da sociedade letrada e intelectual o crescente interesse pelo criacionismo é uma regressão cultural. Estará a ciência em risco? Em especial quando sabemos que estes movimentos estão a aumentar em países que centralizam o pensamento científico, como os Estados Unidos da América.

**Resposta:** Será, em parte, uma regressão cultural, mas escolhe um evangelismo fundamentalista que contradiz todos os longos e profundos estudos dos “géneros literários” e de exegese bíblica que foram fortemente impulsionados sobretudo desde Pio XII. Segundo esses estudos o Génesis não é um livro histórico mas de índole etiológica, usando mitos comuns na literatura congénere. Pretende vincar simbolicamente o “porquê” da criação, enquanto a ciência mostrará o “como”.

**Sugiro esta pergunta:**

Poderá a evolução da tecnologia e da tecnociência levar a um tempo pós-humano? Ou seja, a uma espécie muito mais avançada na evolução?

**É uma boa questão. Ver o artigo que junto noutro anexo.**

Luís Archer

## *Artigo*

### *Como surgiu o Homem?*

*Luís Archer sj\**

Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) foi um homem extraordinário. Ele conta como, já entre os cinco e os sete anos de idade, se sentiu marcado na fronte por uma poderosa estrela de dupla face que lhe iluminava duas exigências: o **Absoluto** e o **tangível**<sup>6</sup>. A necessidade do tangível fez, de Teilhard, geólogo e paleontólogo. A paixão pelo Absoluto, fê-lo sacerdote jesuíta.

Foi profissional em ambas as áreas (o melhor modo de evitar mal-entendidos entre elas), unidas por ele como se fossem uma só – a tangibilidade do Absoluto. Foi, assim, um adorador da matéria (!), da natureza e da ciência, não em si mesmas, mas no motor que impulsiona todas elas – o Cristo cósmico.

### **Introdução**

Como terá surgido o Homem? Criado por Deus ou pela matéria? Subitamente ou por evolução lenta?

Estas são questões antigas que têm sido objecto de uma diversidade de respostas, tanto científicas como filosóficas e teológicas.

Charles R. Darwin (1809-1882) é bem conhecido pela sua actividade nesta área. No entanto, a ideia do evolucionismo biológico é muito anterior a esse cientista. Já seu avô (Erasmus Darwin, 1731- 1802), que foi médico, naturalista e poeta, discutiu e

---

\* Professor catedrático jubilado de genética molecular, FCT/UNL.

<sup>6</sup> P. Teilhard de Chardin, *Mon Univers* (1918) cit. in Claude Cuénot, *Teilhard de Chardin*, Ed. Du Seuil, Paris, 1962, p. 25.



escreveu sobre diversos aspectos, predominantemente teóricos, das teorias da evolução. O naturalista francês Lamarck (1744-1829) também estabeleceu várias leis da evolução, baseadas sobretudo na adaptabilidade dos seres vivos pelo uso e não uso dos órgãos e na hereditariedade dos caracteres adquiridos.

Charles Darwin conseguiu ser mais ouvido e discutido, pelo longo relato que fez de todas as suas viagens científicas e pela discussão recorrente dos resultados. Para ele, o princípio que rege a evolução não é interno (como para Lamarck) mas externo. Inspirado na leitura do *Ensaio sobre a população* de Malthus, Darwin defendeu a teoria da selecção natural e da sobrevivência do mais forte na luta pela vida. As formas actuais seriam fruto dessa selecção natural.

Ele próprio afirmou ter perdido gradualmente a fé à medida que progredia na elaboração da sua posição científica e a aplicou à origem do homem. Julgava que a sua teoria evolucionista negava Deus. Mas não é verdade. Nem o darwinismo tem sido geralmente considerado contrário a uma visão teísta do evolucionismo<sup>7</sup>.

Além das alterações que Darwin foi fazendo à sua teoria, surgiram posteriormente várias correntes neo-darwinistas, e a partir das primeiras décadas do séc. XX, a simbiogénese. Segundo esta teoria, a evolução não se processou em forma de árvore que se vai ramificando lentamente ao longo do tempo através de alterações do material genético, mas em forma de rede que se estabelece pela transferência de genes de umas espécies para outras, entre as que vivem no mesmo tempo. A simbiogénese inclui actualmente várias formas de desenvolvimento.

### O “como” e o “porquê”

As várias teorias **científicas** de evolução procuram encontrar o modo “**como**” os acontecimentos se processaram para o evoluir das espécies. As várias teorias **teológicas** procuram encontrar o “**porquê**” dessa evolução, ou seja, a força que causou esse evoluir.

Essa distinção entre como e porquê é importante. O conceito de “intelligent design” (surgido em 1987), por exemplo, julga que certos aspectos da origem do universo e dos seres vivos se explicam melhor admitindo a existência de uma causa

---

<sup>7</sup> Roque Cabral SJ – Darwin e a revelação. *Brotéria* 152 (2001): 191-194.

inteligente do que pela selecção natural darwiniana. Este conceito pretendeu ser baseado nas ciências. Mas o consenso da comunidade científica negou-o. E a Academia das Ciências dos EUA afirmou que esse tipo de intervenção sobrenatural na origem da vida não faz parte da ciência, por não poder ser experimentalmente testado, não dar origem a predições nem a hipóteses controláveis<sup>8</sup>.

Por outro lado, o “intelligent design” também não satisfaz os teólogos católicos pois o consideram como atribuindo a Deus apenas uma causa segunda e não a causa primeira.

O “intelligent design” aparece a muitos como uma perigosa conciliação entre criacionismo e evolucionismo.

Mais radical é a posição de criacionistas convictos que se distanciam de Darwin, como Michael J. Behe<sup>9</sup>, ou os que procuram interpretar a Bíblia em termos informacionais<sup>10</sup> e dar-lhe toda a prioridade que deve ter, como palavra de Deus, em comparação com a ciência, palavra do homem<sup>11</sup>.

### **Deus não cria por fora**

A nossa época apresenta uma forte componente mecanicista com a Genética Molecular, a Engenharia Genética e a Sociobiologia. No entanto, há uma poderosa corrente filosófica tendente a superar a dicotomia entre mecanicismo e vitalismo, os quais deixariam de ser duas alternativas em luta, para se tornarem dois níveis ou métodos complementares na compreensão do fenómeno vital, em síntese de certo modo análoga

à de Bohr, em física quântica, entre a teoria ondulatória e a corpuscular.

A vida, hoje, é inteligível em termos de "informação", "projecto", "estruturado estruturante", e admite-se que toda a evolução cósmica do átomo de hidrogénio até à

---

<sup>8</sup> National Academy of Sciences, 1999. Science and Creationism. A view from the National Academy of Sciences, second edition (<http://www.nap.edu/books/0309064066/html/25.html>).

<sup>9</sup> Michael J. Behe, *Darwin's Black Box*, Touchstone, Rockefeller Center, New York, N.Y., 1996.

<sup>10</sup> Werner Gitt, *In the Beginning was Information*, CLV, 1997.

<sup>11</sup> Werner Gitt, *Did God use Evolution?*, CLV, 1993

mente consciente terá sido um processo gradual, contínuo, radicado nas capacidades agregativas de átomos e moléculas, sem ser fatal nem de alta probabilidade, e cheio de tentativas fracassadas ao longo duma improvisação inovativa. A sua inteligibilidade depende da inteligibilidade da própria matéria. Os princípios formais de cada nível vital não podem ser concebidos como entidades estaticamente descontínuas e estranhas ao dinamismo da matéria inanimada, antes têm de surgir, de algum modo, do seu próprio seio. E, no entanto, dão-se saltos qualitativos que implicam um transcender-se. À definição essencial de um ser vivo terá então de pertencer não só a identidade do que ele é, mas também a zona de inovação em que ele próprio operará o deixar de ser-esse para ser-outro.

Poderá perguntar-se se, ao concluirmos por uma dinâmica imanente da matéria que exclui um princípio exterior ao processo, estamos implicitamente a rejeitar uma explicação teísta.

Excluímos, sem dúvida, qualquer representação da criação divina concebida como intervindo de fora, por uma acção exercida em certos momentos críticos da história do universo para o surgir do primeiro representante de cada espécie de seres vivos. Esta representação era coerente com o fixismo, mas já não é inteligível numa visão evolucionista, em termos do conceito dinâmico da realidade como devir, que tentámos caracterizar ao nível biológico.

Não parece tão evidente como para os antigos que o crescer e multiplicar-se dentro da mesma espécie seja o simples fluir quantitativo da mesma perfeição qualitativa. Quando uma célula, ao crescer, faz mais das suas proteínas, o que se passa não é uma dilatação ou multiplicação das proteínas que já possuía, mas antes uma síntese nova (controlada, sim, pelo mesmo molde específico) em que aminoácidos isolados reagem de modo a constituir uma proteína. Esta é qualitativamente diferente do conjunto dos aminoácidos que a originaram, apesar de não ser qualitativamente diferente das proteínas anteriormente formadas. Uma proteína, rigorosamente falando, não é uma colecção de aminoácidos, mas sim uma cadeia de resíduos de ex-aminoácidos, cadeia que tem um

significado biológico, ou seja apresenta propriedades e desempenha novas funções que superam qualitativamente as dos aminoácidos como tais. Houve, portanto, aqui (como

em todos os outros fenómenos do metabolismo celular) um salto qualitativo do menos para o mais, um devir para o qual se terá de encontrar causa adequada.

Enquanto se julgava que este devir metabólico era exclusivo e específico de cada grau de imanência biológica, ele ficava suficientemente explicado pelo princípio formal de cada ser vivo. Uma vez, porém, que esses mesmos processos se podem realizar *in vitro* (como se verifica), o problema fica de novo em busca de solução.

O que dissemos até aqui sugere que o ponto de partida para a explicação causal do devir biológico qualitativo foi transferido, pelo progresso da ciência, do nível dos graus de vida para o do metabolismo habitual de qualquer ser vivo, ou seja, dos reinos da natureza para a estrutura molecular da vida e da matéria.

Sendo assim, a acção criadora de Deus não pode ser concebida como uma intervenção que se substitui às causas segundas sempre que há um devir do menos para o mais. Isso corresponderia ao absurdo de constantemente humilhar Deus ao nível das causas segundas, e de destituir estas duma eficiência construtiva do processo. O metabolismo dos seres vivos não seria seu, mas ser-lhes-ia imposto de fora. As sínteses *in vitro* não seriam causadas por quem as planeou e realizou. E a perspectiva da evolução da matéria inicial a caminho da vida ficaria completamente distorcida.

Outras soluções, como por exemplo as que se inspiram nas "rationes seminales" de Santo Agostinho, ao serem transpostas para o nível molecular que estamos a discutir, ainda se tornam mais inaceitáveis do que no plano para que foram propostas. As "rationes seminales" seriam estruturas criptobiológicas (mas contendo vida em *acto*) existentes na matéria inanimada. O problema é afinal desviado, negando o próprio devir biológico em nome duma entidade que, no estado actual da biologia molecular, se sabe que não existe.

Abrir uma excepção para a origem do primeiro homem, não parece justificado. Apesar de a nossa espécie se revelar como a única capaz de pensamento abstracto, de autodeterminação consciente e de progresso deliberado, a exaustiva análise bioquímica e molecular não acusa, entre o homem e os símios superiores, diferenças maiores do que as que se encontram, a vários níveis da escala vegetal ou animal, entre espécies próximas. Sob esse ponto de vista, o homem encontra-se na linha da evolução geral da biosfera sem nada que o distancie particularmente das suas outras ramificações.

Consequentemente, careceria de coerência biológica (e até bíblica) a tentativa de explicar o surgir do homem por um sistema conceptual globalmente alheio à sua inserção na história biológica do planeta.

Poderíamos ainda buscar refúgio numa representação (inspirada na Encíclica “*Humani generis*”) em que quanto ao corpo, o primeiro homem tivesse sido originado pela evolução mas, quanto à alma, tivesse sido objecto duma acção criadora de Deus concebida como especial e independente. Mas esta representação vai contra a unidade substancial do homem e não resiste a uma análise filosófica ou teológica séria<sup>12</sup>.

### **Uma solução**

Pelo contrário, já será possível construir uma representação de Deus inteligível em termos do devir biológico que foi até aqui descrito, se distinguirmos, em cada ser, entre a sua **essência**, e aquela **realidade existencial** que causa a sua própria evolução; e se identificarmos esta última com a acção criadora de Deus. Retomando em toda a sua pureza, o conceito metafísico de criação, que se exprime pela total e radical dependência de Deus por parte de todo o existente, e aplicando-o, como faz Karl Rahner<sup>13</sup>, a um devir em imanência, a acção transcendental e criadora de Deus faz então parte da realidade existencial de cada ser vivo, ainda que não da sua essência (o que seria panteísmo). Porque essa acção criadora pertence à realidade existencial de cada ser vivo, podemos dizer que é **ele** que cria, num processo em que causa aquilo que é mais do que a sua própria essência, e portanto se auto-supera a si próprio. Mas porque essa sua realidade existencial é acção de Deus, é Deus que cria através dessa causa segunda. Nesse sentido, podemos dizer que é a própria matéria que evolui a caminho da vida, não por força da sua essência, mas por força da acção de Deus que faz parte da sua realidade existencial.

Aplicando este princípio à procriação humana actual, diríamos que os pais são

---

<sup>12</sup> Círculo de Discípulos do Papa Bento XVI, *Criação e Evolução – uma Jornada com o Papa Bento XVI em Castel Gandolfo*, Traduções UC Editora, 2007.

<sup>13</sup> Karl Rahner e Paul Overhage, *El problema de la Hominización*, Ed.Cristandad, Madrid, 1973 ou, no original alemão *Das Problem der Hominisation*, Herder, Freiburg, 1961.

causa dos seus filhos tomados na sua globalidade de corpo e espírito, e portanto produzem não só o seu corpo mas também a sua alma. Mas o que torna possível esta auto-superação dos pais na gestação duma nova vida é a acção transcendental de Deus que faz parte da sua realidade existencial, ainda que não da sua essência.

Exactamente o mesmo se aplica ao surgir do primeiro ser humano. Não é uma parte dele que é produto da evolução, e a outra, resultante da criação imediata de Deus. É o homem todo que é totalmente criado por Deus e pela evolução, mas a níveis diferentes.

Terá sido o próprio símio que evoluiu para o homem total (corpo e alma), porque a acção transcendental de Deus, que impulsionou esse evoluir, faz parte da realidade existencial do próprio animal, ainda que sem se confundir com a sua essência. E foi Deus que criou o homem total, porque as mutações que o originaram e as alterações cerebrais que determinam o seu comportamento específico ocorreram na força de Deus, que possibilita o devir do menos para o mais.

Na medida em que o surgir do primeiro homem é um passo de muito especial importância na evolução da matéria, a qual é um momento em ordem ao espírito, podemos considerar que a criação do homem corresponde, terminativamente, a um acto criador especial e único. Mas porque, em si mesmo, esse acto não faz excepção ao processo imanente da criação, o homem não se afasta em nada (nem pela sua alma) da dependência biológica e bíblica do resto do planeta. É o *homo*, feito do mesmo *humus* de toda a terra em devir. É *Adam*, composto pelos mesmos tipos de macromoléculas de todos os seres da terra (*Adama*)

Sendo assim, interpretar o surgir da vida em termos de evolução química da matéria não corresponde, de modo nenhum, a enfraquecer ou eliminar a acção criadora de Deus, mas só a purificá-la do ressaibo miraculoso duma intervenção inesperada por parte da matéria, e a tomá-la, em toda a linha da suas consequências, verdadeiramente imanente, enquanto presença existencial criadora.

Para fazer valer a imagem genuína de Deus não é necessário nem acertado mitificar a evolução físico-química com um momento de milagre em que as forças naturais desfaleçam, e no meio da sua inacção, surja palpável a acção de Deus. Ele situa-se e radica-se de um modo mais profundo, ainda que talvez menos espectacular,

no universo. É em Deus que vivemos, nos movemos e existimos, e só quando não objectivamos reflexamente esta imanência, exigimos um deus demiurgo que venha visitar miraculosamente a nossa impotência.

É interessante que quando Edward O. Wilson intenta dissolver o fenómeno religioso nos seus parâmetros sociobiológicos, menciona a dado passo o tipo de teologia que temos estado a desenvolver, a que chama *process theology*, e reconhece que ela torna ciência e religião intrinsecamente compatíveis. Mas acrescenta que isto nada tem a ver com a verdadeira religião das danças aborígenes ou com o Concílio de Trento<sup>14</sup>.

É evidente que esta teologia tem pouco a ver com a religião aborígene, nem poderia ser expressa no contexto cultural do Concílio de Trento. Mas pertence hoje a uma teologia altamente respeitada nas Igrejas cristãs, e que parece corresponder às perspectivas dos Papas. De facto, João Paulo II, numa mensagem em que estimula os teólogos a assimilar as modernas teorias científicas para com elas nos fornecerem (como Tomás de Aquino) novas expressões da doutrina teológica, diz exemplificando: “*A perspectiva evolucionista não poderá projectar alguma luz sobre a antropologia teológica, o significado da pessoa humana como imagem de Deus, o problema da Cristologia e até mesmo sobre a evolução doutrinal?*”<sup>15</sup>.

## **Deus e acaso**

Se Deus está por dentro da evolução da forma que tentámos caracterizar, actuando de certo modo como seu motor (para utilizar uma expressão de Teilhard de Chardin) parece de esperar que o processo evolutivo fosse certo e finalizado, sem hesitações, nem retrocessos, nem acasos.

Analisada porém com rigor, a evolução biológica não nos aparece como seguindo essa trajectória linear e certa, antes mostra tentativas, por vezes truncadas, retomadas depois numa direcção diferente, e que atingem graus muito diversos de adaptação ao meio. Os erros, os fracassos e as hesitações da evolução lembram mais

---

<sup>14</sup> Edward O. Wilson, *On Human Nature*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., U.S.A., 1978, pp.171-172

<sup>15</sup> John Paul II, *Message to the Director of the Vatican Observatory on June 1, 1988* in

Russel, R. J., Stoeggere, W.R. and Coyne, G.V. editors, *John Paul II on Science and Religion, Reflections on the New View from Rome*, University of Notre Dame Press, p. M11, 1990.

uma força que improvisa e descobre, mas não tem ainda um plano ou uma imagem clara de onde vai terminar. Constrói o seu caminho à medida que o vai tacteando.

Uma hipótese sobejamente considerada atribui a evolução a alterações várias do do material genético (DNA) – transferências génicas, recombinações ou mutações. Estas alterações não parecem ser orientadas. Os organismos daí resultantes são depois joirados pela selecção natural: sobrevivem os mais bem adaptados ao meio, enquanto os outros (que são a vasta maioria) soçobram.

Do ponto de vista estritamente científico, a evolução não nos aparece, pois, como pré-planeada para uma finalidade a atingir, mas antes como impulsionada por um conjunto de leis de dinâmica interna da matéria, a improvisar inovações que poderiam ter sido diferentes das que de facto foram. Não era previsível dessas leis que a evolução conduzisse necessariamente à produção da mente consciente. A probabilidade desse acontecimento era tão baixa que, ao que se sabe, terá surgido uma só vez em toda a longa história do nosso planeta.

A questão que agora se põe é a de saber se estas indeterminações duma evolução casual são compatíveis com a causalidade divina.

Sem dúvida que não são compatíveis com uma acção criadora de Deus que fosse categorial, vinda de fora, imediata, e não imanente à matéria. Esta representação de Deus é com razão pulverizada pela ciência moderna, que argumenta que a natureza é um *relógio sem relojoeiro*, ou seja, que não há teleologia (com um plano prévio à sua realização) mas somente teleonomia (funcionalidade daquilo que foi, por isso mesmo, seleccionado pela selecção natural). Mas essa representação de Deus é exactamente aquela que rejeitámos por outras razões.

Na concepção que defendemos, a acção criadora de Deus faz verdadeiramente parte da realidade existencial dos seres em evolução. Pertence-lhes, e por isso se deve sujeitar às suas leis e indeterminações. Neste esquema, Deus não interfere com as hesitações do contingente, não se sobrepõe ao encontro fortuito das moléculas, e não perturba a essência das coisas em devir. É um Deus que respeita até ao fim as leis dos seres que criou, e por isso tolera o mal físico e moral, nem tem pressa em separar o trigo do joio.



É um Deus que responsabiliza o átomo, a molécula e o símio, e faz que eles evoluam, pelos seus próprios caminhos, até ao homem. Numa palavra, trata-se duma criação em liberdade, e não em coacção.

Por outro lado, tratando-se de um ser infinito que está fora do tempo e para quem todos os passos da evolução constituem (na nossa linguagem) o presente, já não faz sentido falar dum plano divino anterior à evolução, nem teleonomia se distingue de teleologia. Há portanto finalidade, desde que esta não seja concebida em forma antropomórfica.

Nesta perspectiva, não se pode buscar na criação da vida e do homem um argumento especial a favor da existência de Deus. A Sua acção criadora não tem carácter miraculoso ou espectacular. Não é requerida para a explicação científica dos acontecimentos ainda que o seja para a inteligibilidade filosófica de qualquer existente (o que constitui um problema distinto, que não nos compete analisar agora). A Sua acção é discreta, mas, por outro lado, radical e profunda.

## **Conclusão**

Num passado tristemente caracterizado por receios defensivos da teologia em relação à ciência e de lutas de territorialidade entre evolucionistas e teólogos, que terminavam em conflito aberto ou em isolacionismo fechado, Teilhard entregou-se de corpo e alma à fé no evolucionismo. E foi a partir daí que evoluiu em profeta de um novo Credo: “Creio que o universo é um processo evolutivo. Creio que a evolução tende para o espírito. Creio que o espírito culmina no pessoal. Creio que a consumação do pessoal é o Cristo cósmico”.

Para Teilhard, biologia e cristianismo não são duas direcções que se sobreponham em concordismo, nem se cruzem em conflito, nem se conciliem em separatismo. São antes duas realidades que se vivem ao longo da dinâmica da mesma espiral evolutiva.

---

## **ANEXOS**

---



(O programa curricular refere-se apenas ao tema que se pretende tratar) (Mendes, Rebelo, & Pinheiro, 2003)

### Unidade 7 — EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Como é que a Ciência e a Sociedade têm interpretado a grande diversidade dos seres vivos?

#### RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

##### 2. Mecanismos de evolução

Não há consenso sobre as causas da diversidade dos seres vivos. As teorias evolutivas explicam essa diversidade pela selecção dos organismos mais adaptados, razão pela qual as populações se vão modificando.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
2. Mecanismos de evolução 2.1 evolucionismo vs Fixismo 2.2 Selecção natural, selecção artificial e variabilidade	Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao Fixismo;  Analisar, interpretar e discutir casos/ situações que envolvam mecanismos de	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecimento de que o avanço científicotecnológico é condicionado por contextos (ex. sócio-económicos, religiosos, políticos...), geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais</li> </ul>	Os contributos de diferentes áreas científicas (ex. anatomia, citologia, química, paleontologia...) na fundamentação e consolidação do conceito de evolução. <ul style="list-style-type: none"> <li>As diferenças entre o pensamento de Lamark e Darwin e a utilização do termo neodarwinismo.</li> </ul> A meiose como fonte	O estudo pormenorizado das teorias Evolucionistas.  A abordagem exhaustiva dos argumentos que fundamentam a teoria Evolucionista	Fixismo evolucionismo Selecção natural Selecção artificial	4

	<p>selecção natural e artificial.</p> <p>Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.</p>	<p>Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.</li> </ul>	<p>de variabilidade e, por esse motivo, promotora da evolução.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• As populações como unidades evolutivas.</li> <li>• A existência de fenómenos de evolução convergente e divergente.</li> </ul>			
--	---	---	---	--	--	--

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

O estudo dos modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes e da origem da multicelularidade pode ser perspectivado a partir da interpretação

de imagens, incluindo, também, actividades de discussão, esquematização e sistematização de informação. Organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo: “Como explicar a diversidade dos seres vivos? De que modo esta diversidade

variou ao longo do tempo? Que interpretações têm sido avançadas?” A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e interpretação de dados relativos ao evolucionismo e argumentos que o sustentam, aproveitando para enfatizar os contributos da tecnologia e de outras áreas de saber – Física, Química, Geologia,... – na construção dos conhecimentos científicos.

A ênfase dada às teorias Evolucionistas, no que respeita ao darwinismo e neodarwinismo, deve ter em conta o conceito de selecção natural, implícito nessas teorias, e promover a confrontação desse conceito com o de selecção artificial. Será importante debater assuntos relacionados com a intervenção do homem, tais como, a selecção de espécies com fins económicos, os cruzamentos não aleatórios e a introdução de espécies exóticas em ambientes que as não possuíam naturalmente.

Anexo 2– Planificação didáctica da disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano

Conteúdos programáticos	Competências procedimentais / atitudinais	Metodologias e estratégias	Avaliação	Calendarização (aulas)
<p><b><u>EVOLUÇÃO BIOLÓGICA</u></b>  <b><i>MECANISMOS DE EVOLUÇÃO</i></b>                      evolucionismo vs Fixismo;                      Selecção natural, artificial e variabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao Fixismo.</li> <li>- Analisar, interpretar e discutir casos/ situações que envolvam mecanismos de selecção natural e artificial.</li> <li>- Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.</li> <li>- Valorização do conhecimento da história da Ciência para compreender as perspectivas actuais.</li> <li>- Reconhecimento do carácter provisório dos conhecimentos científicos, bem como da importância epistemológica das hipóteses. Reconhecimento de que o avanço científicotecnológico é condicionado por contextos (ex. sócio-económicos, religiosos, políticos...), geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais.</li> <li>- Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploração de apresentações / acetatos para interpretação de gráficos, Tabelas, esquemas e fotografias (para todos os subtemas).</li> <li>- Realização das actividades do manual dos alunos: “Em que consiste o lamarckismo?”; “Como evoluem as espécies por selecção natural?”; “Em que difere o lamarckismo do darwinismo?”; “Que há de comum nos membros dos vertebrados?”; “Que dados pode fornecer a sequência de aminoácidos das proteínas?” Auto-avaliação – 1 a 3 (pág. 142-145).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação de atitudes/ comportamentos e conhecimentos através do preenchimento de uma grelha de heteroavaliação elaborada pelos professores do grupo 520.</li> <li>- Avaliação formativa através de questões colocadas no início da aula sobre os conteúdos da aula anterior.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">10</p>

	<p>(filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.</li></ul>			
--	--	--	--	--



