

Orientação

AGRADECIMENTOS

Ao longo desta caminhada tive ao meu lado algumas pessoas que de forma efetiva, me encorajaram a seguir em frente, dando-me o seu apoio e a colaboração total. Por este motivo, deixo o meu sincero agradecimento àqueles que, de uma forma ou de outra, me ajudaram na concretização da caminhada desta etapa.

Agradeço à Professora Xana Sá-Pinto, ao Professor Doutor Alexandre Pinto e à Professora Inês Sarmento, os meus orientadores, pelo interesse que demonstraram em orientar este estudo e por todo o apoio que me deram para a sua realização. Obrigada Xana pela tua paciência e persistência.

DEDICATÓRIA

Á estrela mais brilhante do meu céu, obrigada por existires a cada dia que passa. A verdade é que sem ti nada disto teria sido possível.

Á estrela mais brilhante da minha terra, obrigada por me fazeres mais feliz.

RESUMO

O princípio de Malthus, que constata que as populações naturais têm um potencial de crescimento muito superior ao potencial de crescimento dos recursos que as suportam, foi fundamental para que Darwin e Wallace, de forma independente, propusessem a seleção natural como processo capaz de promover a evolução biológica. Este facto sugere que a confrontação do potencial reprodutivo de uma espécie com os limites impostos pelos recursos pode facilitar a compreensão do mecanismo de seleção natural. O crescimento potencial das populações naturais atendendo apenas às características reprodutivas das espécies pode ser traduzido por uma sequência matemática, por uma função definida por essas características. Assim esta temática revela-se potencialmente interessante para a realização de atividades que desenvolvam simultaneamente competências e conhecimentos em duas áreas distintas: a biologia e a matemática. Planeamos, por isso, o desenvolvimento de uma atividade destinada ao quarto ano de escolaridade que, ao longo de três sessões, explora o crescimento populacional e a capacidade de carga do meio numa perspetiva matemática e biológica. O desenvolvimento de competências nos alunos será medido de forma independente nas duas áreas, através da realização de dois pré-testes e dois pós-testes em duas turmas alvo (onde a atividade será aplicada) e duas turmas controlo (onde a atividade não será aplicada). Os resultados obtidos com este trabalho permitir-nos-ão testar se a exploração do princípio de Malthus fomenta a aquisição de competências e conhecimentos na área da biologia e matemática.

Palavras-chave: progressões geométricas, evolução biológica, capacidade de carga, seleção natural, princípio de Malthus.

ABSTRACT

The Malthus principle, which determines that the natural populations have a growth potential above the growth of the resources that support them, was crucial for Darwin and Wallace, who independently have proposed natural selection as a process capable of promoting biological evolution.

This fact suggests that the confrontation of the reproductive potential of a species with the limits imposed by the resources can enable the understanding of the mechanism of natural selection. The growth potential of natural populations taking into account only the reproductive characteristics of the species can be translated by a mathematical sequence and a mathematical function defined by these characteristics. Therefore this issue is potentially attractive to perform activities that develop simultaneously skills and knowledge in two distinct areas: biology and mathematics. Consequently, we plan the development of an activity for students from year four that, over three sessions, explores the growth of population and the carrying capacity of the environment from a mathematical and biological perspective.

The development of skills in the students will be measured independently in two areas, through the completion of two pre-tests and two post-tests in two target groups (where the activity will be applied) and two sample groups (where the activity is not applied). The results obtained in this study will allow us to test whether the exploitation of the Malthus principle encourages the acquisition of skills and knowledge in the areas of biology and mathematics.

Keywords: geometric progressions, biological evolution, carrying capacity, natural selection, Malthus principle.

Índice

1. Introdução.....	10
2. Revisão da literatura.....	12
A evolução e a seleção natural.....	12
A importância do ensino da biologia no primeiro ciclo.....	16
A utilização de padrões como resolução de problemas.....	19
3. Metodologia.....	26
Objetivos e questões orientadoras.....	26
Metodologia investigativa.....	26
Sequência didática.....	28
Participantes no estudo.....	33
Instrumentos de avaliação.....	34
4. Resultados.....	38
5. Discussão dos resultados.....	46
6. Conclusões.....	50
7. Considerações finais.....	52
8. Referências bibliográficas.....	54
9. Anexos.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Frequência dos diferentes tipos de resposta na biologia	38
Gráfico 2	Frequência dos diferentes tipos de resposta na matemática	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Teoria Básica de Malthus	14
Figura 2	Termos relacionados com o conceito padrão	22
Figura 3	Chuvas de ideias da palavra ácaro	29
Figura 4	Visualização do ácaro com recurso à lupa e à micro-câmara	30
Figura 5	Imagens do filme sobre ácaros	31
Figura 6	Discussão em grupo da solução do problema	33
Figura 7	Discussão dos resultados obtidos em grande grupo	33
Figura 8	Gráfico de barras com os resultados obtidos	33
Figura 9	Exemplo de resposta ao critério mais apto mais frequente	39
Figura 10	Exemplo de resposta aos critérios mais apto mais frequente e relaciona com o alimento	39
Figura 11	Exemplo de resposta com os critérios: mais apto mais frequente, relaciona com o alimento, sobrevivência e reprodução diferencial	41
Figura 12	Exemplo de resposta com o critério: sobrevivência diferencial	41
Figura 13	Exemplo de resposta ao critério: equilíbrio	42
Figura 14	Exemplo de resposta ao critério: fixista	42
Figura 15	Recurso a um diagrama em árvore, que se apresenta incompleto, para chegar à resposta	44
Figura 16	Utilização de uma tabela para chegar ao resultado final	44
Figura 17	Solução correta encontrada com recurso a um diagrama em árvore	45
Figura 18	Pesquisa e encontro da resposta correta através de uma tabela	45

1. Introdução

Na introdução será apresentada uma síntese organizativa deste projeto, de forma a enquadrar os principais pontos deste estudo.

O presente trabalho está organizado em sete capítulos:

- (i.) O capítulo 1 constituído pela introdução.
- (ii.) O capítulo 2 que contém uma revisão da literatura, isto é, os fundamentos teóricos que sustentarão e orientarão este estudo de investigação, servindo de suporte teórico e reflexivo para o estudo empírico que se seguirá. Este capítulo dividir-se-á em três subcapítulos. O primeiro aborda a evolução e a seleção natural, o segundo incide sobre a importância do ensino da evolução desde o 1º ciclo e por último faremos uma revisão teórica sobre a utilização de padrões como resolução de problemas.
- (iii.) No capítulo 3 apresenta-se a metodologia que orientou o estudo descrevendo a sequência didática, os participantes no estudo, os instrumentos de avaliação e a metodologia de análise tratamento de dados.
- (iv.) No capítulo 4 faremos a apresentação dos resultados obtidos no estudo.
- (v.) No capítulo 5 é feita a discussão dos resultados.
- (vi.) No capítulo 6 são relatadas as principais conclusões deste trabalho de investigação.
- (vii.) Por fim, no capítulo 7, apresentam-se as considerações finais, onde são elencadas propostas de melhoria do estudo.

Por último, são apresentadas as referências bibliográficas e os anexos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A evolução e a seleção natural

De acordo com a Teoria da evolução as espécies que habitaram e habitam o nosso planeta não foram criadas independentemente, mas descendem umas das outras, ou seja, estão ligadas por uma história evolutiva comum. Um dos processos que promove a transformação das espécies ao longo do tempo, denominado seleção natural, foi proposto por Darwin e Wallace em 1858 e explorado de forma mais aprofundada por Charles Darwin em 1859, no seu livro “A origem das espécies”.

Segundo Daniel Loxton (2009), até à teoria de Darwin vários autores defendiam já que as espécies evoluíam ao longo dos tempos. Entre estes autores encontrava-se Lamarck. Jean-Baptiste Lamarck foi o primeiro cientista a propor uma teoria sistemática da evolução. A sua hipótese explicativa foi publicada em 1809 num livro chamado “Filosofia Zoológica”.

Segundo Lamarck (Martins & Baptista, 2007), o processo evolutivo estaria baseado em duas leis fundamentais:

- lei do uso ou desuso: o uso de determinadas partes do corpo do organismo faz com que estas se desenvolvam e o desuso faz com que atrofiem.
- lei de transmissão de caracteres adquiridos: alterações provocadas em determinadas características do organismo, pelo uso e desuso, são transmitidas aos descendentes. Ou seja, as novas espécies aparecem por evolução, devido à aquisição ou perdas de caracteres.

Para exemplificar as leis Lamarck têm sido utilizados vários exemplos da natureza. Assim, de acordo com a perspetiva Lamarckiana (Silva *et. al.*, 2015):

- as cobras evoluíram a partir de ancestrais que apresentavam pernas e corpos curtos. A perda das pernas e o alongamento do corpo dever-se-ia ao facto de estes terem sido obrigados, por uma modificação ambiental,

a rastejar e passar através de aberturas estreitas, o que os teria tornado ápodes e de corpo alongado.

- as membranas entre os dedos das aves aquáticas teriam resultado do uso durante a natação.

- as aves aquáticas ter-se-iam tornado pernaltas por esticarem as pernas para evitarem molhar as pernas durante a locomoção na água. A cada geração, esse esforço produziria aves com pernas mais altas que transmitiriam essa característica à geração seguinte. Após várias gerações, teriam sido originadas as atuais aves pernaltas.

A primeira assumpção da teoria de Lamarck é: o uso e o desuso provocam alteração nos organismos. Assim, sabemos que os atletas desenvolvem os seus músculos através do uso, enquanto a paralisação das pernas, por exemplo, determina atrofia (Tidon, 2014). O problema da teoria de Lamarck estaria na segunda assumpção: as características adquiridas não são hereditárias, ou seja, não são transmitidas aos seus descendentes. Este facto foi comprovado por uma famosa experiência realizada por Weissman em 1880, que cortou caudas a sucessivas gerações de ratos e estes sempre nasceram com cauda (revisto em Martins, 2007). Pode-se concluir afirmando que a teoria de Lamarck foi um importante marco na história da Biologia mas não foi capaz de explicar convenientemente como se processava a evolução.

De acordo com Abel Henriques (2007), Thomas Malthus, no seu trabalho considerou que a população humana cresce muito mais rapidamente que os meios de subsistência pois a população cresce geometricamente (2^n) e os alimentos crescem aritmeticamente ($2n$). Deste modo, a Terra estaria rapidamente superpovoada pois a sua população duplicaria a cada 25 anos e os homens sofreriam a ação da seleção natural (fome, doenças, miséria, desemprego...) que eliminaria as famílias pobres e de poucos recursos e os indivíduos de classe média, de um modo geral. Este trabalho, em conjunto com observações pessoais e com os dados de geologia e paleontologia que foram sendo recolhidos e divulgados, inspiraram Darwin e Wallace (1858), permitindo-lhes

identificar o processo de seleção natural como o principal motor da evolução. Desde então (simbiótica.org, 2016), a teoria de seleção natural de Darwin e Wallace tornou-se um dos grandes princípios unificadores da Biologia, a par da teoria celular e da dupla hélice do ADN.

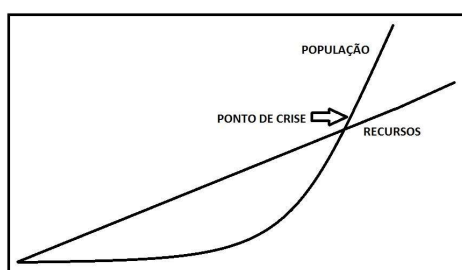


Figura 1- Gráfico ilustrativo do princípio de Malthus.

Retirado de <https://sites.google.com/site/sabendomaiscg/teorias>

De acordo com o Edson Perrone (2013), Charles Darwin era um naturalista inglês que gostava de caçar e colecionar conchas, pássaros, rãs e animais marinhos. Em 1831, Darwin começou a sua viagem à volta do mundo como naturalista do navio inglês Beagle. Durante os cinco anos da sua viagem, Darwin dedica-se a colecionar um grande número de exemplares de fauna de variados lugares do mundo, ao mesmo tempo que anota de uma forma minuciosa as suas observações obtendo uma coleção de dados de zoologia desconhecidos até à data.

Durante a viagem do Beagle, Darwin fez escavações na Patagónia onde encontrou fósseis de mamíferos já extintos, descobriu um fóssil de um animal gigantesco, com a organização esquelética muito semelhante à dos tatus que hoje habitam o continente sul-americano. Nas ilhas Galápagos, Darwin encontrou uma fauna e uma flora altamente particulares, que variavam ligeiramente de ilha para ilha (Feijó e Vala, 2009).

Citando Susana Regadas 2011, quando Darwin regressou da sua viagem dedicou-se a estudar e classificar todo o material recolhido durante a sua viagem, tendo esse trabalho demorado mais de 20 anos. Quando já tem a sua teoria elaborada e se dispõe a dá-la a conhecer,

recebe uma carta de um naturalista chamado Alfred Russel Wallace que continha conclusões fundamentalmente semelhantes às suas. Wallace havia estudado as faunas da Amazônia e das Índias Orientais, chegando à conclusão de que as espécies se modificavam por seleção natural. Darwin ficou atônito com as semelhanças do trabalho de Wallace em relação ao seu próprio trabalho, foi então que escreveu um resumo das suas ideias e publicou juntamente com o trabalho de Wallace. Um ano mais tarde Darwin (1959) publicou o trabalho completo no livro “A origem das espécies” e as anotações de Darwin confirmaram que ele havia começado a construir a sua teoria da evolução cerca de 15 anos antes de ter recebido a carta de Wallace (Feijó e Vala, 2009).

O princípio da seleção natural desenvolvida por Darwin e Wallace (1858) reconhece que os organismos mais bem adaptados ao meio têm maiores probabilidades de sobreviver do que os menos adaptados, deixando um maior número de descendentes que têm também as suas características, as quais se vão assim tornando mais frequentes ao longo das gerações. Os organismos mais bem adaptados são selecionados pelo ambiente. Assim, a teoria de evolução por seleção natural, publicada de forma mais detalhada por Darwin em 1859, na obra “A origem das espécies” pode ser resumida da seguinte forma:

- existe variação entre indivíduos de uma dada população;
- cada população tem tendência para crescer exponencialmente se o meio o permitir, levando à superprodução de descendentes;
- o meio não suporta tantos descendentes logo desencadeia-se uma luta pela sobrevivências entre os membros da população;
- indivíduos com caracteres que lhes confirmam uma vantagem competitiva num dado meio e época sobrevivem mais tempo – sobrevivência do mais apto ou sobrevivência diferencial- e produzem mais descendentes – reprodução diferencial - enquanto os restantes são eliminados, não se reproduzindo;
- por reprodução diferencial, as características da população vão mudando num espaço de tempo mais ou menos alargado.

A importância do ensino da biologia no primeiro ciclo

A evolução biológica é um dos temas centrais da biologia, sendo que diversos investigadores e organizações científicas propõem a exploração deste tema durante todos os anos do ensino obrigatório, (revisto em Sá-Pinto & Campos, 2012). Compreender que, nas populações naturais, nascem, em cada geração mais indivíduos do que os recursos do meio permitem suportar, foi essencial para que Darwin e Wallace (1858) descobrissem e propusessem a seleção natural como processo capaz de promover a evolução.

Uma vez que a evolução é um dos temas central da biologia torna-se importante, na minha opinião, adaptar os currículos para que a evolução passe a fazer parte integrante dos mesmos, porque, tal como referem (Sá-Pinto, Ponce, Fonseca, Oliveira e Campos, 2014) “a melhor forma de aprender biologia é à luz da evolução.” Para além disso, estimar o crescimento de populações naturais é também um excelente contexto para explorar e desenvolver a capacidade de resolução de problemas matemáticos, aplicando divisões e multiplicações, explorando progressões geométricas e escalas métricas e fazendo a organização e o tratamento dos dados, o que se mostra como um bom contexto para projetos transdisciplinares.

A evolução é um conceito central na biologia e é por isso essencial que compreendamos o mundo que nos rodeia e a origem das espécies humanas. Uma vez que todas as espécies resultam de um longo processo de evolução, o conhecimento dos mecanismos de evolução e da história evolutiva de cada espécie permitiu, por exemplo, desenvolver e otimizar a utilização de produtos e metodologias terapêuticas, compreender a evolução e dispersão de agentes patogénicos, diminuir o aparecimento de pragas agrícolas resistentes, identificar genes e moléculas com características importantes para fins medicinais, agrícolas e ambientais (revisto em Sá-Pinto & Campos, 2012). No entanto a evolução biológica e os processos evolutivos continuam a ser desconhecidos ou mal

compreendidos pelo público em geral, existindo muitas concepções errôneas que dificultam o processo de aprendizagem (revisto em Alters & Nelson, 2002; Macfadden, 2008). Tornando-se por isso essencial clarificar o papel e mecanismos de atuação dos diversos processos evolutivos, para que a informação transmitida sobre a História Natural e sistemas biológicos possa ser assimilada e integrada num quadro de conceitos correto (Sá-Pinto & Campos, 2012). De acordo com estas autoras, o programa em vigor para o primeiro ciclo do ensino básico permite explorar vários conceitos e processos fundamentais para a compreensão da evolução como sejam a diversidade intraespecífica, hereditariedade e genealogias, seleção natural, deriva genética e a sistemática. As mesmas investigadoras desenvolveram e testaram um conjunto de atividades educativas sugerindo que, mesmo em idades precoces, os alunos são capazes de compreender os mecanismos evolutivos e aplicar este conhecimento em situações reais. Estas atividades permitem que as crianças “desenvolvam um espírito crítico face à informação e aos problemas que encontram no seu dia-a-dia”, (Sá-Pinto & Campos, 2012, p.6).

De acordo com National Research Council (2012) um princípio fundamental da Biologia é que todos os organismos estão relacionados devido à evolução e que os processos evolucionários levaram a uma enorme diversidade na biosfera. Existe diversidade dentro das espécies como entre as espécies. Como tal aquilo que é aprendido sobre o funcionamento de um gene, de uma célula ou de um organismo é relevante para outros organismos devido às suas interações ecológicas e ligações evolucionárias. A chave para que possamos entender a diversidade na Terra (NRC 2012) são: a evolução e os mecanismos genéticos de herança e variedade. Foram desenvolvidas por um comité, quatro ideias principais que se centram nos princípios fundamentais da biologia e são estas ideias que são essenciais para o entendimento da biologia e vão permitir que os alunos entendam os resultados de possíveis pesquisas.

A primeira ideia defende que as células são a unidade fundamental da vida. A segunda ideia explora as interações do organismo entre si e o seu meio ambiente, ou seja, a forma como os organismos obtêm recursos e como mudam o seu meio ambiente. A terceira ideia está relacionada com a hereditariedade. Explica os mecanismos de descendência genética e descreve as causas ambientais e genéticas da mutação genética e a alteração da expressão genética. Por último, a quarta ideia diz respeito à evolução biológica que explora mudanças nas características dos organismos ao longo do tempo e os fatores que explicam igualmente a unidade e diversidade.

As ideias principais na biologia culminam com o princípio de que a evolução pode explicar como a diversidade dentro das mesmas espécies levou à diversidade entre diferentes espécies através de um processo de descendência com modificações adaptativas.

A Evolução é também responsável pela similaridade das características fundamentais de todas as espécies. Esta seleção natural pode levar à distribuição de características na população que esta ligada e pode alterar com as condições ambientais. Estas adaptações podem levar ao desenvolvimento de espécies separadas em populações separadas. A atividade humana é descrita como um fator, que afeta a biodiversidade num ecossistema e o valor da biodiversidade na resiliência do ecossistema.

Estas quatro ideias, que representam os campos de investigação fundamentais da biologia – estruturas e processos dos organismos, ecologia, hereditariedade e evolução – têm uma longa história e uma sólida fundação baseada na evidência estabelecidas por muitos cientistas de diferentes ramos.

A utilização de padrões como resolução de problemas

O Programa de Matemática do Ensino Básico (PMEB) de 2007 foi elaborado e aperfeiçoado tendo como ponto de partida o reajustamento do Programa de Matemática para o Ensino Básico anterior, datado de 1990. Este aperfeiçoamento permitiu que fossem introduzidas mudanças por forma a melhorar a clareza e o conteúdo do que é apresentado como principais metas para o ensino da Matemática. Como tal, foram redigidas e apresentadas novas Finalidades e Objetivos Gerais do Ensino da Matemática. Para além dos temas matemáticos, foram definidas três capacidades transversais a toda a aprendizagem da Matemática, nomeadamente a Resolução de problemas, o Raciocínio matemático e a Comunicação matemática. Por último, este programa assume que o ensino-aprendizagem se desenvolve em torno de quatro grandes temas matemáticos: Números e Operações, Álgebra, Geometria e Organização e Tratamento de Dados (ME, 2007, p.1). Este programa favoreceu a introdução de elementos de inovação importantes, o que “constitui um fator de possíveis mudanças nas práticas de ensino-aprendizagem na sala de aula e, em consequência, nas aprendizagens matemáticas dos alunos”. (Ponte & Serrazina, 2009, p.6).

Este novo programa prevê a introdução do pensamento algébrico logo no primeiro ciclo, com o reconhecimento de sequências e regularidades. Um dos objetivos associado ao pensamento algébrico passa pelos alunos reconhecerem regularidades e compreenderem relações entre números ou imagens. O outro é realizar autonomamente exploração de regularidades, formulando e testando conjecturas, sendo capazes de as testar e sustentar (PMEB, 2007). Estes objetivos promovem um maior envolvimento dos alunos na elaboração do seu conhecimento.

Este programa defende que os alunos no primeiro ciclo devem procurar estabelecer relações simples entre números, refletindo sobre a exploração de situações relacionadas com regularidades de acontecimentos, formas, desenhos e conjuntos de números. Os alunos podem, ainda, formular por si

próprios “(...) regularidades em sequências de números finitas ou infinitas (estas usualmente chamadas sucessões) e podem também observar padrões de pontos e representá-los tanto geométrica como numericamente, fazendo conexões entre a geometria e a aritmética”. No tópico das Regularidades do primeiro ciclo e o subtópico das Sequências, apresenta como objetivo específico “elaborar sequências de números segundo uma dada lei de formação e investigar regularidades em sequências e em tabelas de números”, propondo como exemplos, “os números pares; começar com um e adicionar três sucessivamente; duplicar o número por dois e adicionar um, obtendo a sequência 2, 5, 11, 23, ...”.

As orientações fornecidas por documentos programáticos nacionais de internacionais preconizam que os professores devem incentivar e ajudar os alunos a investigar, discutir, questionar e provar.

Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999) justificam a introdução de tarefas envolvendo a exploração de padrões com um conjunto de razões, designadamente o facto de contribuírem para o desenvolvimento do raciocínio e para o estabelecimento de conexões entre as diversas áreas da matemática. Como tal, e para poderem iniciar o estudo da álgebra de um modo fortemente intuitivo e informal, desde os primeiros anos de escolaridade, os alunos devem e podem ser encorajados a observar padrões e a representá-los tanto geométrica como numericamente.

Em 2008, a Associação de Professores de Matemática (APM), traduziu um documento do National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), Associação de Professores de Matemática dos Estados Unidos, onde citavam os Princípios e Normas para a Matemática Escolas e onde era defendida a importância de padrões (NCTM, 2008). De facto, o desenvolvimento de competências com padrões é expressivo para a capacidade de:

- resolver problemas;
- compreender conceitos e relações importantes;
- investigar relações entre quantidades num padrão;
- generalizar padrões através do uso de palavras ou variáveis;
- continuar e relacionar padrões;

- compreender o conceito de função.

O Programa de Matemática do Ensino Básico (ME, 2007), prevê a abordagem à temática dos padrões como forma explícita o que não acontecia nos programas dos anos 90, uma vez que é da exploração e descoberta de padrões que emergem conceitos matemáticos com significado para os alunos.

Da ideia de padrões surge imediatamente a ideia dos padrões visuais que podemos encontrar e visualizar, por exemplo, nos azulejos, na tradicional calçada portuguesa ou no artesanato, no entanto em matemática o conceito de padrão engloba muito mais do que isso. Segundo Adrian Paenza (2008), os padrões “tanto podem ser reais como imaginários, visuais ou mentais, estáticos ou dinâmicos, quantitativos ou qualitativos, puramente utilitários ou não. Podem emergir do mundo que nos rodeia, das profundidades do espaço e do tempo ou dos debates internos da mente” (p. 202). Esta interpretação realça a existência de padrões de diversos tipos no universo que nos rodeia, pois é possível identificá-los numa grande variedade de contextos: nos elementos matemáticos, na natureza, na arquitetura, na arte, nos sistemas computacionais, entre outros (Barbosa, 2009).

A natureza multifacetada do conceito de padrão, bem como as diferentes formas de exploração permitem que este possa ser definido de diferentes maneiras. Assim, alguns termos associados à noção, conceito e construção de padrão são apresentados na figura 2.

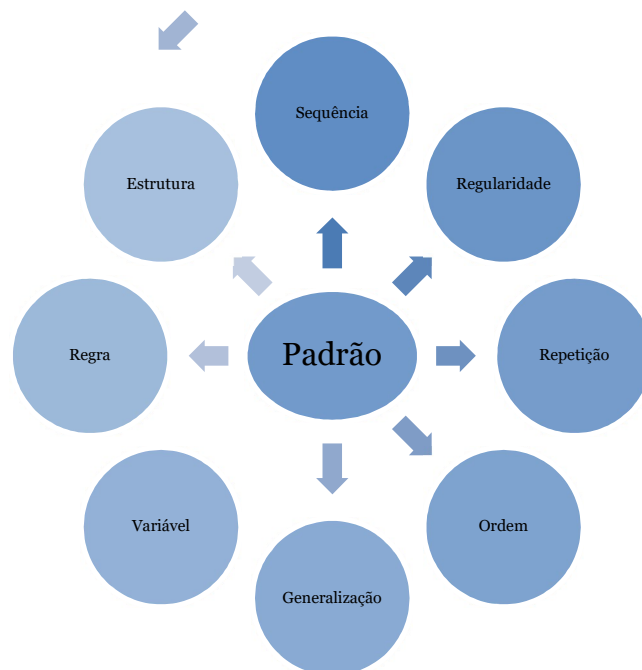


Figura 2 - Termos relacionados com o conceito padrão, adaptado de Vale (2009).

Como também é referido por Howdan (1990), os alunos que desde os primeiros anos de escolaridade são incentivados a explorar padrões em diferentes acontecimentos, formas e conjuntos de números, desenvolvem a disposição para uma visão mais alargada da Matemática e para o estudo da Álgebra. Assim, a exploração de padrões, permite estabelecer conexões entre diversos conceitos que proporciona uma motivação e permite atribuir um significado à matemática que os alunos aprendem. A ideia primordial num padrão envolve repetição, um modo de continuação ou mudança, e este deve ser compreendido na matemática escolar como uma componente transversal e não apenas como só um tema a explorar.

Vale, Palhares, Cabrita e Borralho (2006), referem que quando se tem a pretensão de ajudar os alunos a aprender uma Matemática significativa e / ou a envolver-se na sua própria aprendizagem, proporcionando-lhes um ambiente onde aprender tem algo a ver com a sua realidade e experiências é feito um apelo ao estudo dos padrões no ensino da Matemática. Segundo estes autores, o estudo de padrões vai de encontro a estes aspetos “apoando a aprendizagem dos estudantes para descobrirem relações, encontrarem conexões, fazerem generalizações e também previsões” (p.197).

De acordo com o Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais (ME-DEB, 2001), a competência matemática a ser desenvolvida pelos alunos ao longo da Educação Básica apela fortemente ao trabalho não habitual e exige, por exemplo, “explorar situações problemáticas, procurar regularidades, fazer e testar conjecturas, formular generalizações, (...), discutir com os outros e comunicar descobertas” (p.57). Como tal, uma das finalidades estabelecidas para o ensino da Matemática é o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas e é um objetivo fazer com que os alunos se envolvam em momentos puros de atividade matemática. Assim, de entre diversas estratégias de resolução de problemas destacamos a procura de padrões como uma estratégia a incentivar e desenvolver nos alunos.

A resolução de problemas surge, como uma forma, entre outras, de colocar os alunos numa situação de “fazer Matemática” e ainda contribui para uma maior motivação, permitindo reduzir o insucesso nesta disciplina. A resolução de problemas pode ser o elo de ligação entre a realidade e a sala de aula, permitindo ser trabalhados diferentes conceitos matemáticos ao mesmo tempo, podendo ser introduzidos e consolidados outros.

Na minha opinião, um problema é uma situação que requer uma procura de estratégias. O reconhecimento imediato de técnicas de algoritmos como processos de resolução tornam a questão num mero exercício ou problema oco em termos de desenvolvimento das capacidades cognitivas. Para Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999) um bom problema deverá, comumente, ter três características:

- ser desafiante e interessante a partir de uma perspetiva matemática;
- ser adequado, permitindo criar uma relação entre os conteúdos que os alunos já possuem e o novo conhecimento, para que as capacidades de cada aluno possam ser adaptadas e aplicadas para realizar tarefas;
- ser problemático, a partir de algo que faz sentido e onde o caminho para a solução não está completamente visível.

Para que os alunos consigam resolver problemas, com sucesso e entusiasticamente devem ser usadas estratégias que envolvem processos mentais. Estes processos, também chamados estratégias de resolução de

problemas, estão relacionados com a criatividade e a curiosidade. São processos que implicam algo mais que apenas a aplicação de técnicas que para os alunos não significam nada porque não as entendem. Lembremo-nos que “a resolução de problemas implica que a criança compreenda e represente mentalmente a situação descrita verbalmente e consiga elaborar um procedimento de resolução” (Narciso & Paulus, 2005, p.28), daí a importância do professor utilizar uma estratégia de resolução de problemas recorrendo à exploração de situações do quotidiano e a importância de expressar situações-problema do nosso quotidiano através da linguagem matemática.

Recordando a ideia de Pólya (2003), um problema até pode ser simples, mas se tiver a capacidade de desafiar a curiosidade e as capacidades criadoras dará a oportunidade a quem o resolver de sentir a tensão, durante a resolução e o prazer de encontrar a solução.

A resolução de problemas é uma parte importante no processo ensino-aprendizagem e é considerada uma situação de aprendizagem porque o aluno é confrontado com questões para as quais não tem resposta imediata, mas que provocam uma reflexão no como e porquê com o objetivo de chegar à solução.

O programa de Matemática do Ensino Básico (ME, 2007) considera que a resolução de problemas é algo presente nos diferentes temas matemáticos. É igualmente uma atividade para os alunos aplicarem o seu conhecimento Matemático, que tem como objetivos: compreender problemas em contextos matemáticos e não matemáticos, adaptar à situação as soluções obtidas pelos alunos, vigiar o seu trabalho, reformular estratégias e criar novos problemas. Segundo Narciso e Paulus (2005), é necessário que os alunos sejam capazes de lidar com problemas matemáticos e resolver problemas de vários tipos, como por exemplo, problemas do quotidiano. As situações melhor compreendidas referem-se a situações significativas para as crianças (p.28).

3. METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é apresentar os caminhos construídos e percorridos na e para a realização desta investigação, bem como a descrição de todos os procedimentos utilizados para a recolha e análise dos dados. Deste modo, serão apresentados os objetivos e questões orientadoras, as opções metodológicas, ou seja, o cenário no qual se fez a investigação, os instrumentos e técnicas utilizadas na recolha de informação, assim como a identificação dos participantes do estudo e será também indicada a forma como os dados foram analisados.

Objetivos e questões orientadoras

O estudo por nós apresentado tem como objetivo aprofundar o nosso conhecimento sobre a forma como os alunos do 1ºciclo do ensino básico percebem e aplicam o conceito de seleção natural e como aplicam e associam conceitos de matemática em biologia.

Com este trabalho investigativo pretendemos contribuir para responder a uma questão:

- Será que a exploração do princípio de Malthus facilita a compreensão do processo de seleção natural e o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas matemáticos com progressões geométricas?

Metodologia investigativa

Os objetivos e as questões orientadoras de um estudo determinam a metodologia adotada, que devem ser estruturadas de forma a responder a estas questões.

Neste sentido, relativamente à obtenção e tratamento de dados, adotamos o método misto, com características qualitativas e quantitativas. O cariz qualitativo deste estudo deve-se ao facto de pretendermos obter pistas

que nos permitam “estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo” (Bodgan & Bicklen, 2013, p.49).

De acordo com Bodgan e Bicklen (1994) podemos considerar este estudo qualitativo na medida em que:

- se trata de uma investigação descritiva, em que a recolha de dados incidiu na recolha de imagens e palavras;
- é dada grande importância aos processos realizados pelas crianças;
- o investigador interessa-se pelo significado atribuído às ações.

Este trabalho tem como ponto de partida um trabalho já realizado com o objetivo de testar o ensino da evolução biológica partindo de uma perspetiva interdisciplinar realizado no âmbito de um mestrado em ensino do 1º e 2º ciclos do ensino básico da Escola Superior de Educação do Porto, pela discente Marta Carvalho, pelo que, está presente uma metodologia de investigação – ação. Para a realização deste estudo, e como pressupõe uma investigação – ação, houve uma análise e uma reflexão do trabalho já realizado, ainda que esta investigação-ação seja apenas verificada numa fase inicial. Tal como Coutinho *et. al.* (2009) referem uma das principais vantagens da investigação - ação é “a exploração reflexiva que o professor faz da sua prática, contribuindo dessa forma não só para a resolução de problemas como também para a planificação e introdução de alterações dessa e nessa mesma prática” (p. 360).

Optou-se então, por uma metodologia de natureza mista (qualitativa e quantitativa) (qualitativa porque é o investigador que está no a fazer a investigação e vai alterando a sua presença no decorrer da atividade e quantitativa porque temos interesse no resultado final e por isso existem turmas alvo e controlo) centrada num estudo de caso. Segundo Merriam (1998, citado por Bodgan & Bicklen, 2013) “consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico” (p. 89). Yan (1984, citado por Ponte, 1994) refere que o estudo de caso “estuda uma dada entidade no seu contexto real, tirando todo o partido possível de fontes múltiplas de evidência” (p. 4), pois “visa conhecer em profundidade o seu como e os seus porquês, evidenciando a sua unidade e identidades próprias” (p. 3). Uma vez que “o seu objetivo

fundamental é proporcionar uma melhor compreensão de um caso específico” (Ponte, 1994, p. 11), o estudo de caso necessita de se sustentar numa descrição factual, literal, sistemática e, o mais possível, completa.

Sendo assim, e visto que foi realizada a investigação em mais do que uma turma teremos aqui descrito um estudo multicaso.

Sequência didática

O presente estudo foi desenvolvido ao longo de cinco sessões, sendo a primeira e a última destinadas à recolha de dados através de inquérito por questionário (pré-teste e pós-teste (ver anexo 1)) pois, tal como referem (Pardal e Correia, 1995, p.48) é uma das técnicas de recolha de dados. Para que fosse possível executar o estudo, foram obtidos os devidos consentimentos informados dos pais dos alunos amostrados neste estudo e da direção do agrupamento/colégio (ver anexo 2).

As três sessões intermédias foram destinadas ao desenvolvimento de atividades práticas e tiveram a duração de cerca de 2 horas e 30 minutos cada uma. Estas atividades tinham como objetivo a exploração de conceitos de seleção natural e organização e tratamento de dados.

A primeira sessão preparada foi a sessão de introdução ao tema e a qual se revestia de grande importância pois, na minha opinião, quando conseguimos cativar os alunos para a aula eles mostram uma atitude mais participativa e cooperativa. A motivação dos alunos é um importante desafio com que nos devemos confrontar no contexto educacional, pois tem implicações diretas na qualidade do envolvimento do aluno com o processo de ensino e aprendizagem. Um aluno motivado mostra interesse na procura de novos conhecimentos e oportunidades, revela um envolvimento com o processo de aprendizagem, e torna-se participante nas tarefas com entusiasmo e revela disposição para novos desafios (Alcará e Guimarães, 2007). Foi distribuído aos alunos um caderno individual de registo (ver anexo 3) onde se pedia aos alunos que registassem todas as observações e conclusões das aulas,

bem como estratégias de resolução propostas e usadas para responder aos desafios lançados.

A sessão iniciou-se com uma chuva de ideias que partiu da palavra ácaro e de uma discussão com os alunos sobre a mesma (fig. 3). Foi solicitado aos alunos que registassem no caderno de investigação o que achavam ser um ácaro.

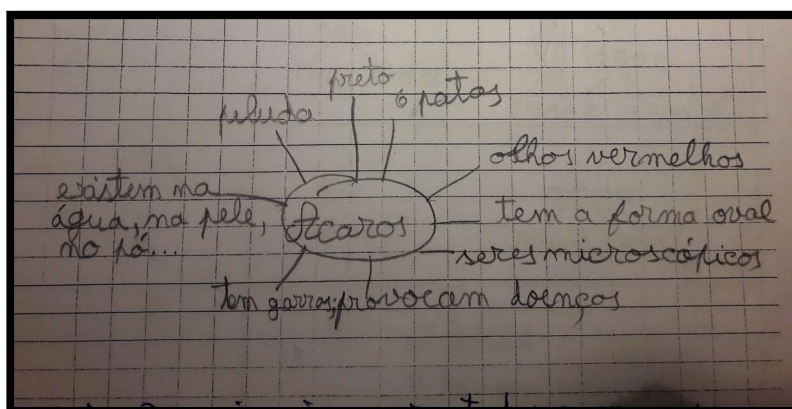


Figura 3- Chuva de ideias da palavra ácaro.

Posteriormente procedeu-se à visualização e discussão de um power point (ver anexo 4) sobre os diferentes tipos de ácaros e as suas funções nos ecossistemas e utilizações para o Homem. Depois de familiarizados com a palavra ácaro foram distribuídos pelos alunos, que estavam organizados em grupos de cinco elementos, uma caixa de Petri com uma folha que continha ácaros. Pretendia-se com esta atividade motivar os alunos para a restante sequência didática, apresenta-los e dar-lhes maior contacto com a espécie modelo. Para tal, os alunos começaram por observar os ácaros a olho nu, depois com lupa de mão e quando já todos tinham tentado encontrar e visualizar os ácaros, a investigadora, com recurso a uma microcâmara com capacidade de ampliação, filmou e projetou a placa de petri e os ácaros no quadro (fig. 4).



Figura 4- Visualização do ácaro com recurso à lupa e à microcâmara.

Com a visualização dos ácaros no quadro iniciou-se uma série de questões sobre os mesmos até à questão fundamental, relativa ao tamanho do ácaro. Assim, foi pedido aos alunos que encontrassem estratégias para determinar o tamanho real dos ácaros, sendo exploradas as diferentes propostas dos alunos. Pretendia-se com esta proposta desenvolver competências de resolução de problemas matemáticos envolvendo escalas e proporções.

Na segunda sessão começou por ser recordado o tema abordado na sessão anterior e de seguida procedeu-se a uma visita virtual ao Grupo de Evolução Experimental do Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes (cE3c), através de um filme que apresenta aos alunos uma equipa de investigação portuguesa, liderada pela investigadora Sara Magalhães. Esta equipa utiliza os ácaros, como modelo de estudo para responder a diversas questões da área da biologia.

No vídeo (vídeo em cd anexo) os alunos são apresentados a todos os investigadores desta equipa, que brevemente informam os alunos sobre os temas que investigam. De seguida o vídeo conduz os alunos pelos diferentes laboratórios do centro, permitindo observar a forma como os investigadores cultivam o alimento dos ácaros e as instalações onde realizam as suas experiências (fig.5).

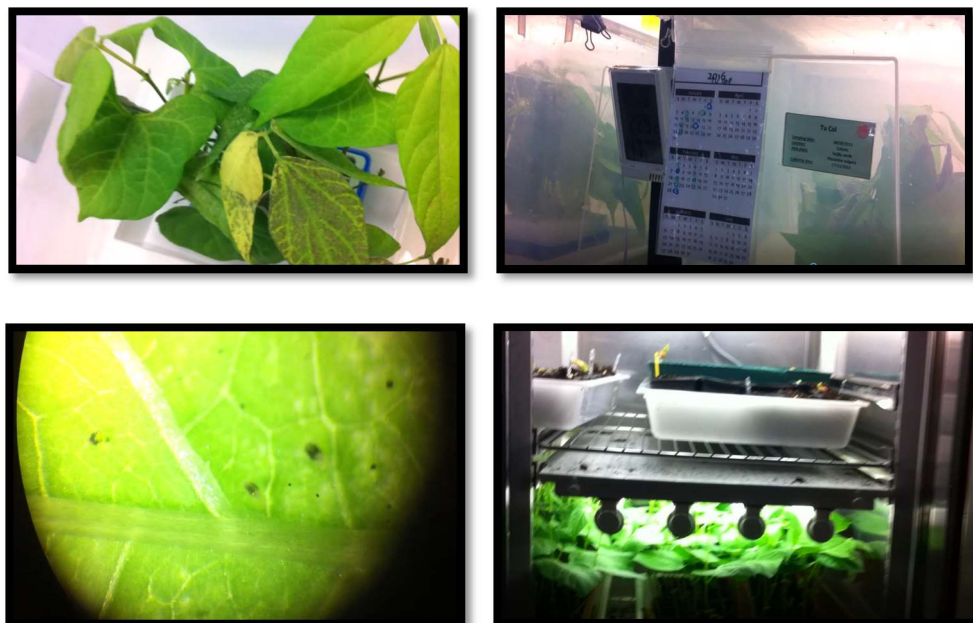


Figura 5- Imagens do filme sobre ácaros.

Pretendia-se com este filme fomentar o contacto com equipas de investigadores portugueses de forma a mostrar que os investigadores/cientistas são pessoas comuns e que também existem em Portugal, com o intuito de desconstruir possíveis preconceitos dos alunos sobre os cientistas. Para as crianças, a sua descrição de cientista envolve os seguintes elementos: “a bata branca, os óculos, a barba, símbolos de investigação (instrumentos e equipamento científico), alguns símbolos de conhecimento (por exemplo, livros e arquivos/ficheiros), fórmulas e a utilização da conhecida expressão eureka” (Reis, *et. al.*, 2006, p. 54). Noutros estudos realizados os autores referem que os alunos têm tendência a representar os cientistas como indivíduos brancos e do sexo masculino, apresentando também inclinação para representar a imagem estereotipada do cientista “louco”, o que se deve ao facto de, nas crianças, as imagens mentais que vão construindo dos cientistas se basearem, muitas vezes como única fonte de informação, “em imagens veiculadas por filmes, séries de televisão, livros ou revistas” (p. 55).

Após a visualização do filme e de um diálogo mediado, foi introduzida uma questão/ problema que pretendia saber quantos ácaros existiam no fim de determinado tempo se a investigadora nos enviasse seis ácaros de uma variedade que apenas se alimentava de folhas do feijoeiro e dois ácaros de uma variedade que se alimentava das folhas do limoeiro. Para resolver este problema foi solicitado aos alunos que trabalhassem em grupos (fig.6), propondo soluções para estimar o número final de uma determinada variedade. As diferentes soluções foram debatidas em turma (fig.7) e mais tarde aplicadas pelos alunos para estimar a progressão observada na segunda variedade de ácaros. Foi ainda solicitado aos alunos que representassem em gráficos de barras o número de ácaros de cada variedade em cada geração (fig.8).

Na terceira e última sessão prática foi introduzido o conceito de capacidade de carga do meio. Para tal, foi dito aos alunos que apenas se dispunha de uma dada quantidade de folhas de feijoeiro e limoeiro e foi-lhes pedido que, em pequenos grupos, voltassem a estimar quantos ácaros de cada variedade tínhamos ao fim de 15, 30 e 45 dias. O problema foi construído de tal forma que a variedade inicialmente mais abundante era a mais rapidamente limitada pelos recursos existentes, tornando-se a variedade inicialmente mais rara a mais frequente. Com a exploração destes resultados introduziu-se o conceito de seleção natural, tendo-se discutido a sua aplicação em outros contextos biológicos. Foi solicitado aos alunos que desenhasssem no seu livro de registos, os gráficos de barras relativos ao número de ácaros de cada variedade em cada geração nas novas condições. Foi-lhes ainda pedido que registassem o conceito de seleção natural, tendo-se finalizado a sessão com um diálogo com os alunos para sistematização e consolidação das aprendizagens realizadas.



Figura 6- Discussão, em grupo, da solução ao problema.

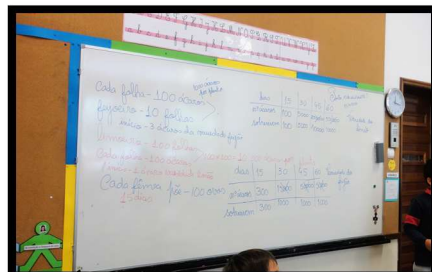


Figura 7- Discussão dos resultados obtidos em grande grupo.

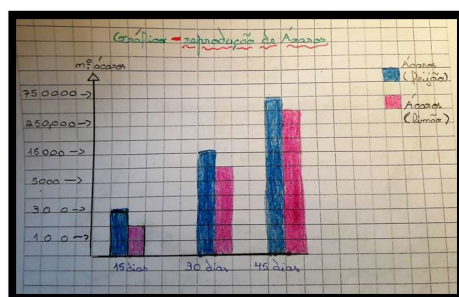


Figura 8 - Gráfico de barras construído com os resultados obtidos.

Participantes no estudo

A investigação aqui descrita foi realizada em quatro turmas de duas escolas diferentes, sendo uma pública e uma privada, pertencentes, ambas, ao distrito do Porto. Os alunos das referidas turmas tinham idades compreendidas entre os nove – dez anos e frequentavam o 4ºano de escolaridade.

Em cada escola foi escolhida uma turma alvo e uma turma controlo, tendo ambas sido escolhidas pelo coordenador da escola. Nas turmas controlo foi aplicado o pré e pós teste, enquanto, nas turmas alvo entre a aplicação do pré e pós teste, foi aplicada a sequência didática.

Instrumentos de avaliação

Para avaliar o impacto da sequência didática nas competências matemáticas e literacia científica dos alunos, foram desenvolvidos dois testes independentes. Com o teste de ciências (ver anexo 1B) pretendíamos avaliar a compreensão da evolução e do processo de seleção natural através da exploração do princípio de Malthus. Com o teste de Matemática (ver anexo 1A) pretendia-se avaliar o impacto desta atividade na capacidade dos alunos resolverem problemas matemáticos com progressões geométricas e estudar as estratégias usadas para tal. O pré-teste foi aplicado nas turmas alvo e controlo de cada escola na semana anterior à aplicação da sequência didática na turma alvo da mesma. O pós-teste foi realizado nas turmas alvo e controlo de cada escola aproximadamente um mês após a aplicação da sequência didática na turma alvo da mesma. O pré-teste e o pós-teste foram implementados na ausência do investigador, cabendo à orientadora cooperante a sua implementação, para diminuir o impacto da presença da investigadora e o possível auxílio dos professores titulares da turma.

Em ambas as escolas, e na sessão de pré-teste e posteriormente pós-teste, os questionários foram distribuídos aos alunos, lidos em alta voz e esclarecidas as dúvidas existentes, antes destes iniciarem o seu preenchimento. No final do preenchimento do pré-teste não foi dada a possível resposta correta e também foi pedido à professora titular da turma que não o fizesse para não alterar os resultados do pós-teste.

Por forma a avaliar a informação recolhida, foram criados critérios de análise para o tratamento dos questionários. Estes critérios de análise foram elaborados após a revisão dos objetivos delineados para a atividade e afinados após a leitura dos questionários dos alunos. As respostas dos alunos foram lidas por dois investigadores e classificadas de forma independente de acordo com estes critérios, sendo a classificação final obtida por consenso. Relativamente ao teste de Biologia foram estabelecidos 6 critérios a avaliar, a saber:

- I- prevê que o fenótipo mais apto se tornará mais frequente; na ausência de uma justificativa biologicamente plausível por parte do aluno, considera-se mais apto o fenótipo - probóscide comprido;

- II- relaciona a alteração de frequência prevista com a disponibilidade de alimento;

- III- sobrevivência diferencial – aluno menciona que os indivíduos com o fenótipo mais apto sobrevivem mais ou que os menos aptos sobrevivem menos;

- IV- reprodução diferencial – aluno menciona que os indivíduos com o fenótipo mais apto se reproduzem mais (por exemplo: acasalam mais, põem mais ovos; deixam mais filhos ou descendentes) ou que os menos aptos se reproduzem menos;

- V- equilíbrio – o aluno prevê que a frequência das duas variedades será igual no futuro;

- VI- fixista – o aluno refere que o fenótipo mais frequente se mantém mais frequente porque ser inicialmente mais frequente e que as frequências relativas se mantêm próximas das iniciais.

No que concerne à avaliação dos questionários de matemática foi necessário analisar, por um lado, o tipo de estratégias usadas pelos alunos e por outro avaliar de que forma a sua utilização revela compreensão da solução e permitiu ou não a cada aluno resolver com sucesso a tarefa proposta. Assim, classificamos as respostas com diferentes “códigos” consoante as estratégias usadas pelos alunos: 1- utilização de linguagem matemática, 2- utilização de um diagrama de árvore, 3- utilização de tabela, 4- outra estratégia e 5- utilização da multiplicação 5×3 .

Relativamente ao grau de compreensão e capacidade de resolução do problema, classificamos as respostas dos alunos em 5 categorias: 0- não aplica a estratégia adequada; 1- começa por usar a estratégia adequada mas não a desenvolve corretamente; 2- denota uma compreensão da solução, escolhe a estratégia adequada, que pode levar à resposta correta mas não termina; 3- utiliza uma estratégia adequada encontra a solução mas dá a resposta com um erro de cálculo e 4- encontra a estratégia adequada, encontra a solução e dá a

resposta correta. Estas cinco categorias de análise são aqui também entendidas como uma escala que mede a capacidade dos alunos de resolverem problemas matemáticos com progressões geométricas.

4. RESULTADOS

Após a análise dos questionários foram elaborados os gráficos seguintes que sumariam os principais resultados obtidos, quer ao nível da biologia quer ao nível da matemática e onde se podem observar as diferenças entre os resultados evidenciados no pré-teste e pós-teste.

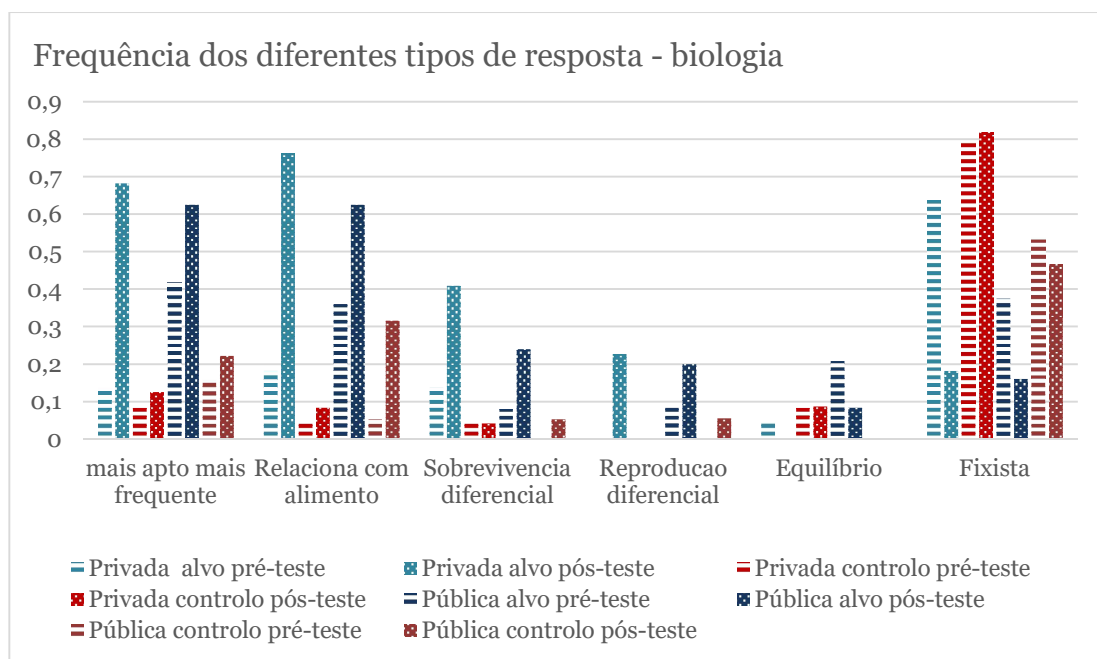


Gráfico 1 - Frequência dos diferentes tipos de resposta na biologia

Analisando o gráfico podemos verificar que há uma diferença expressiva nos resultados dos questionários nas escolas alvo e controlo. No que concerne à biologia verificamos que ambas as turmas alvo melhoram a sua prestação do pré para o pós-teste.

Nos critérios I e II, prevê que o fenótipo mais apto se tornará o mais frequente e relaciona esta previsão com a disponibilidade de alimento, respetivamente, nas turmas alvo houve um aumento muito expressivo de alunos cujas respostas consideram esses critérios ainda que esse aumento seja mais evidente na escola privada.

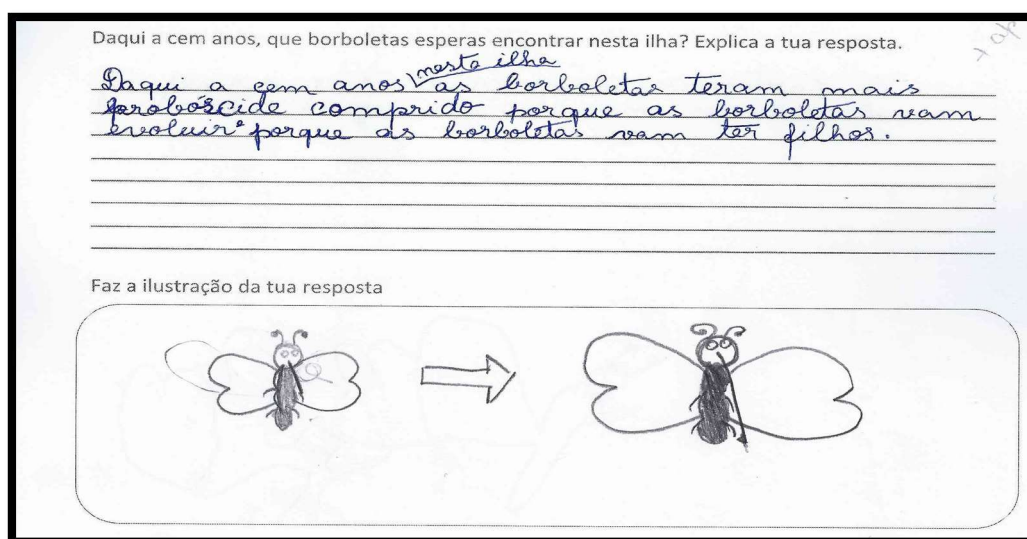


Figura 9- Exemplo resposta ao critério mais apto mais frequente

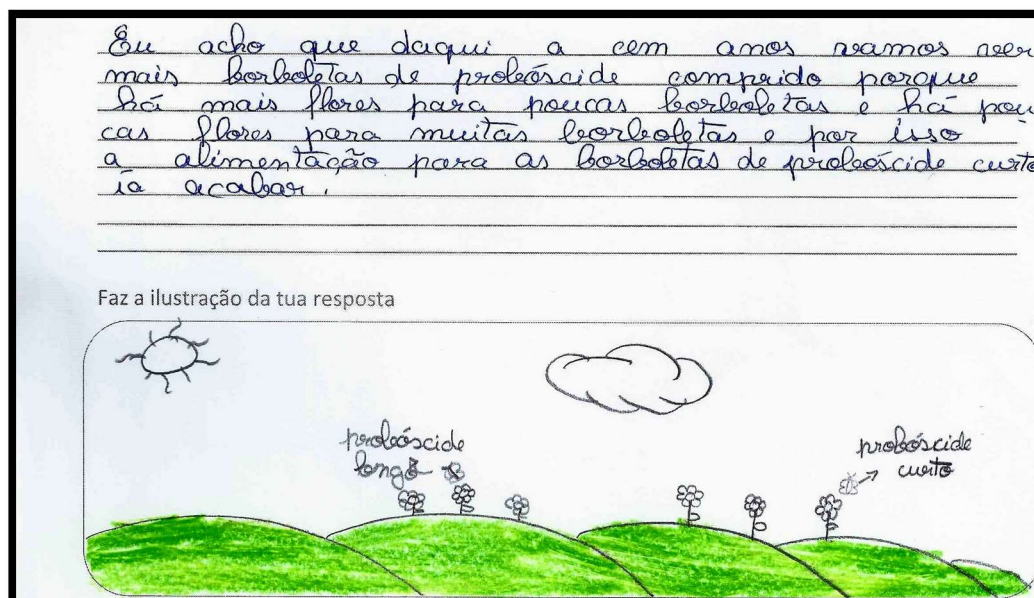


Figura 10- exemplo resposta aos critérios: mais apto mais frequente e relaciona com o alimento.

No critério III, sobrevivência diferencial, verificamos que houve um aumento considerável de frequências nas escolas alvo, quer pública quer privada, do pré para o pós-teste. Nas escolas controlo verificamos que na escola privada não se alterou a frequência do pré para o pós-teste, mas na escola pública é possível identificar um aumento da frequência deste critério.

No critério IV, reprodução diferencial, na escola privada houve um aumento de 22% uma vez que no pré-teste nenhum aluno utilizou este critério para justificar. Este aumento verificou-se também na turma alvo, da escola pública ainda que numa proporção menor. Neste critério, é também de referir que nas turmas controlo nenhum aluno da escola privada o referiu e que na escola pública no pós-teste este item foi referido por 2 alunos.

Verificamos que em critérios importantes para a compreensão do conceito de seleção natural, ou seja os critérios III e IV, sobrevivência diferencial e reprodução diferencial respetivamente, houve um aumento considerável de respostas corretas. Temos no pré-teste, uma frequência relativa de 14% e no pós-teste uma frequência de 41% na escola privada, na turma alvo da escola privada. Na escola pública temos, 8% de utilização do critério no pré-teste para 24% no pós-teste. No que se refere às turmas controlo, comparativamente com as turmas alvo a frequência verificada em ambos os critérios (III e IV) foi menor. Não obstante, é de salientar que houve um aumento de frequência nos dois critérios na turma controlo da escola pública no pós-teste. Na turma controlo da escola privada as frequências verificadas no pré e pós-teste foi semelhante. Nas imagens 11 e 12 podemos ver dois exemplos de resposta que apresentam o critério I (fenótipo mais apto será o mais frequente), II (disponibilidade de alimento), III (sobrevivência diferencial) e IV (reprodução diferencial) nomeadamente na imagem 11 e na imagem 12 observamos a referência ao critério IV, reprodução diferencial.

Daqui a cem anos, que borboletas esperas encontrar nesta ilha? Explica a tua resposta.

Eu penso que vou encontrar mais borboletas de proleóide comprido, porque esta borboleta tem muito alimento e por isso vai ter mais rápido os filhos e depois os seus descendentes ainda tem a comida da primeira borboleta. E passado um ano tornam a nascer mais flores e assim borboletas alimentam-se. E as outras ficam sem alimento e não podem sobreviver algumas.

Faz a ilustração da tua resposta

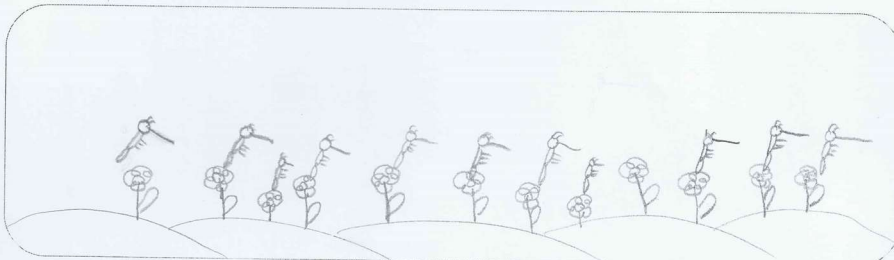


Figura 11- Exemplo de resposta com os critérios: mais apto mais frequente, relaciona com o alimento, sobrevivência e reprodução diferencial.

Daqui a cem anos, que borboletas esperas encontrar nesta ilha? Explica a tua resposta.

Espero encontrar na ilha borboletas de proleóide curto porque as de proleóide comprido não morrem porque são menos e as flores continuam a crescer.

Faz a ilustração da tua resposta

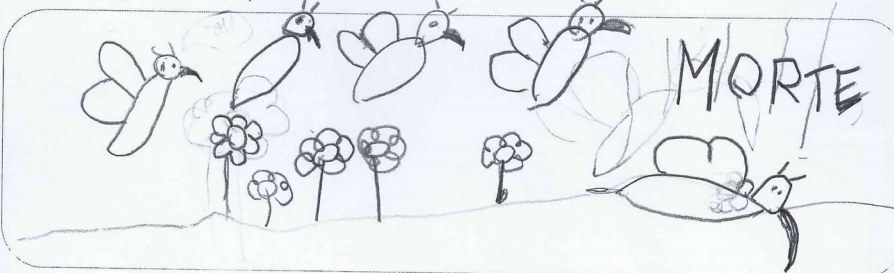


Figura 12- Exemplo de resposta com o critério: sobrevivência diferencial.

No critério V, equilíbrio, quando comparamos as turmas alvo verificamos que em ambas houve uma diminuição acentuada da sua referência nos pós-testes, podendo mesmo verificar-se uma ausência da utilização deste critério na turma alvo da escola privada. Nas turmas controlo das escolas pública e privada verificamos que não há utilização deste critério tanto no pré-teste com no pós-teste na escola pública e que na escola privada a frequência

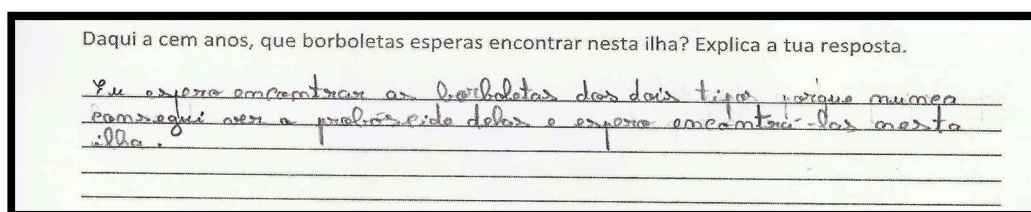


Figura 13- Exemplo de resposta ao critério: equilíbrio.

se mantém igual do pré para o pós-teste. Comparando turmas alvo e turmas controlo verificamos que a utilização deste critério se verifica mais nas turmas controlo que alvo. Na imagem 13 é-nos apresentado um exemplo de resposta a este critério.

Também no critério VI, fixista, as diferenças entre os pré e os pós-testes nas turmas alvo são significativas, apresentando-se 64% de respostas no pré-teste e 20% no pós-teste na escola privada. Na escola pública, passamos de 38% de respostas com referência a este item para 16%. Na imagem que se segue (fig.13) é apresentada uma resposta considerada correta para este critério.

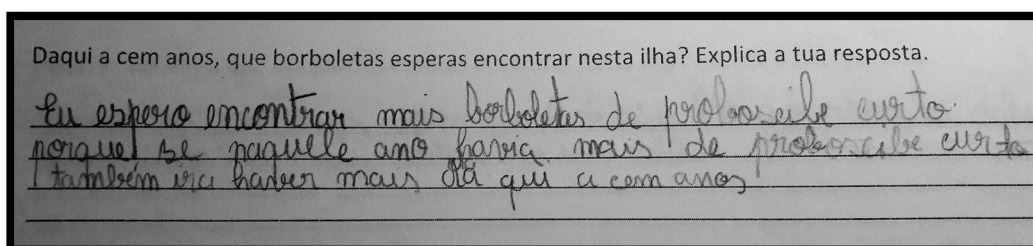


Figura 14 - Exemplo de resposta ao critério: fixista.

No que diz respeito à matemática podemos dizer que houve alterações significativas na resolução do problema nas turmas alvo das escolas privada e pública (gráfico 2).

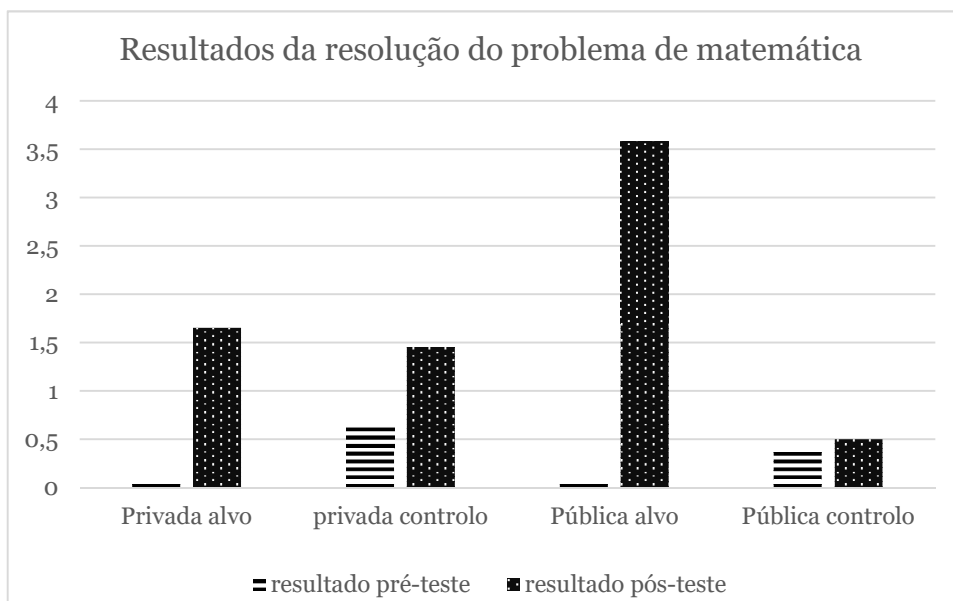


Gráfico 2- Frequência dos diferentes tipos de resposta de matemática.

Também podemos verificar que a turma controle da escola privada apresentou uma frequência relativa de respostas corretas no pré-teste diferente do pós-teste. Nas estratégias utilizadas do pré-teste para o pós-teste também se observam diferenças, uma vez que no pré-teste as estratégias utilizadas eram mais do que as evidenciadas no pós-teste. Verificamos que no pré-teste as estratégias mais utilizadas eram o 5 x 3 e a linguagem matemática. No pós-teste a estratégia do 5 x 3 foi reduzida substancialmente e critérios como a tabela, o diagrama em árvore e a linguagem matemática foram os critérios que os alunos mais adotaram como estratégia de resolução do problema.

De seguida, nas figuras de 15 a 18, são apresentadas algumas estratégias de respostas utilizadas para encontrar a resposta correta no questionário de matemática.

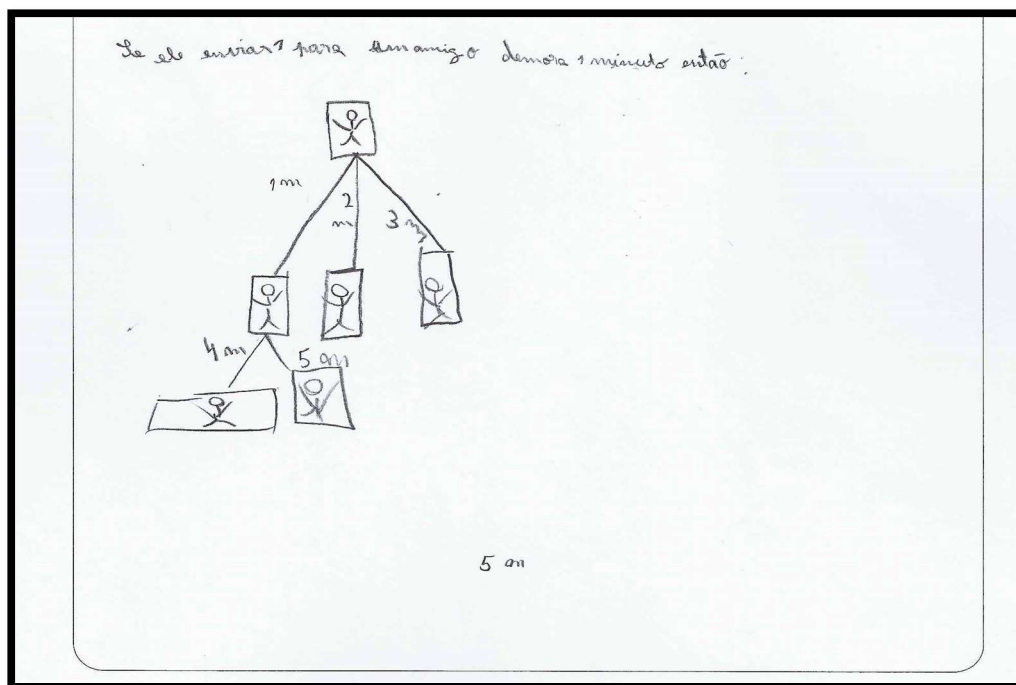


Figura 15- Recurso a um diagrama em árvore, que se apresenta incompleto, para chegar à resposta.

Utiliza este espaço para mostrares como chegaste à tua resposta (podes utilizar tabelas, esquemas, cálculos, desenhos ou palavras).

$$(1 \times 3 \times 5 = 15)$$

minutos	1	2	3	4	5
minutos	$1 \times 3 = 9$	$9 \times 3 = 27$	$27 \times 3 = 81$	$81 \times 3 = 243$	$243 \times 3 = 729$

Figura 16- Utilização de uma tabela para chegar ao resultado final.

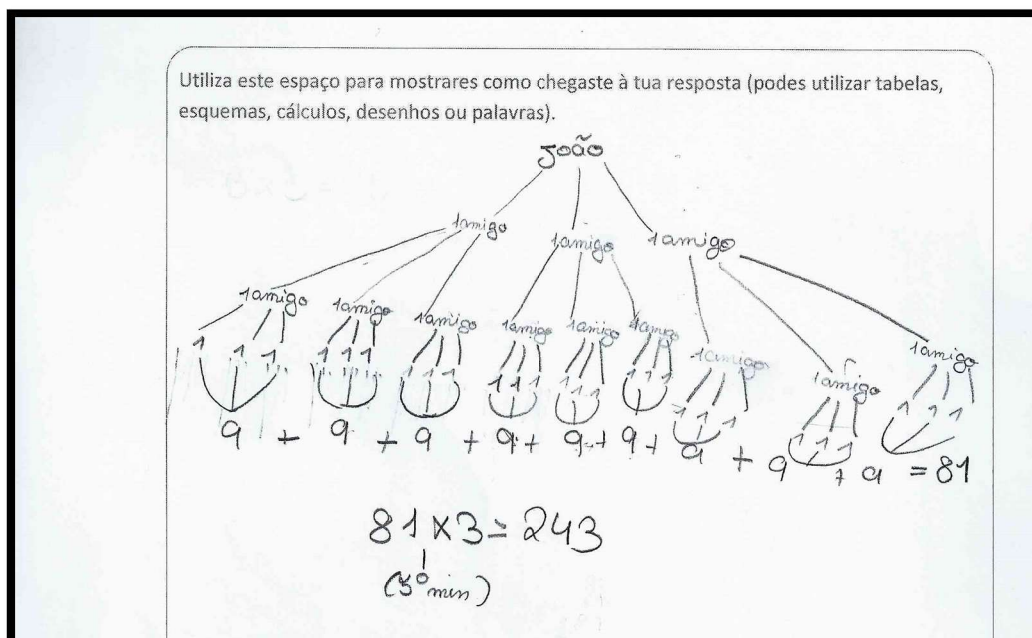


Figura 17 – Solução correta com recurso a um diagrama em árvore.

Utiliza este espaço para mostrares como chegaste à tua resposta (podes utilizar tabelas, esquemas, cálculos, desenhos ou palavras).

1	2	3	4	5
3	8	27	81	243

Figura 18 - Pesquisa e encontro da resposta correta através de uma tabela.

5. Discussão dos resultados

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que a sequência didática desenvolvida que tem por base a exploração transdisciplinar do princípio de Malthus, contribuiu para fomentar uma melhor compreensão do processo de seleção natural e a capacidade de resolução de problemas matemáticos envolvendo progressões geométricas. De facto, nas duas escolas, observa-se para a maioria dos itens analisados na matemática e na biologia uma muito maior percentagem de alunos a melhorarem as suas prestações do pré-teste para o pós-teste nas turmas alvo, do que nas turmas controlo.

Uma observação e análise dos resultados obtidos permite-nos concluir que, do pré-teste para o pós-teste, em ambas as escolas, houve uma alteração das frequências de respostas e que no pós-teste as respostas apresentadas mostraram uma maior compreensão do tema em questão nas turmas alvo.

As diferenças de desempenho são muito mais significativas nas turmas alvo que nas turmas controlo, pelo que se sugere que a sequência didática teve um impacto muito importante na aquisição dos conhecimentos e competências dos alunos.

Examinando as alterações verificadas no critério I e II do questionário de ciências (prevê que o fenótipo mais apto se tornará o mais frequente e relaciona a frequência com a disponibilidade de alimento) em ambas as escolas, podemos considerar que, a sequência didática promoveu uma maior compreensão por parte dos alunos de que a quantidade de alimento disponível causaria alteração na frequência das variedades. Estes resultados são também suportados pela enorme diminuição da frequência de respostas consideradas fixistas nas turmas alvo, que não se verifica nas turmas controlo. Tal alteração, do nosso ponto de vista, deve-se à percepção que os alunos adquiriram de que, ao longo dos anos as espécies se alteram, como forma de resposta às condições do meio, através da reprodução diferencial dos organismos. A sequência didática parece, no entanto, não ter sido tão eficaz a promover a compreensão do processo pelo qual esta alteração ocorre. De facto, observando os critérios

III e IV do questionário de ciências (referentes nomeadamente aos critérios: sobrevivência diferencial e reprodução diferencial), observamos que, embora se verifique do pré para o pós-teste, um aumento da frequência de alunos que justificam as suas previsões com base nestes critérios, a frequência deste tipo de respostas é ainda baixo. Gostaríamos no entanto de salientar que as respostas deste tipo são muito raras nos pré-testes de todas as turmas.

Assim, os resultados apresentados sugerem que os alunos, com a realização desta atividade, ultrapassaram a visão fixista e adotam uma perspectiva evolutiva, sendo capazes de prever a alteração das frequências e relacioná-las com o meio. Apesar disso, os nossos dados não nos permitem suportar que esta perspectiva evolutiva é darwinista uma vez que os alunos não invocam a sobrevivência e reprodução diferencial para justificar as suas previsões. No entanto, o facto de eles não mencionarem a sobrevivência e reprodução diferencial pode ser justificada por vários motivos, incluindo: i) falta de perceção da importância destes parâmetros, ii) os alunos apresentarem uma visão lamarckiana da evolução ou iii) os alunos considerarem que a sobrevivência e reprodução estão de tal forma relacionados com o alimento que bastaria mencionar a falta de alimento para se compreender a justificação. Assim, para complementar melhor estes dados e compreender melhor a perspectiva dos alunos achamos essencial que próximos estudos possam incluir entrevistas que permitam distinguir claramente perspectivas darwinistas, de perspectivas teleológicas (incluindo a lamarckiana) ou outras que os alunos possam ter.

No que se refere aos questionários de matemática podemos verificar uma alteração de resultados bastante significativa, ainda mais evidenciada quando se confrontam os resultados das turmas alvo com os das turmas controlo.

No pré-teste, podemos verificar em todas as turmas a utilização da estratégia 5 x 3 era a mais utilizada. No entanto quando comparamos com o pós-teste verificamos que a utilização dessa estratégia foi bastante reduzida nas turmas alvo, mas não nas turmas controlo. Verificamos também que os alunos perceberam que poderiam chegar a uma resposta utilizando o esquema

em árvore e por isso é notório o aumento de alunos que utiliza essa estratégia no pós-teste comparativamente com o pré-teste, sobretudo na turma alvo da escola privada.

Apesar dos resultados obtidos sugerirem que a sequência didática teve um impacto positivo no conhecimento dos alunos sobre evolução e nas competências de resolução de problemas matemáticos, achamos que, uma análise mais detalhada de todas as produções que os alunos realizaram em nas diferentes sessões por forma a documentar e compreender melhor todo o processo bem como uma melhor compreensão das percepções e aprendizagens dos alunos.

Os resultados apresentados sugerem que a exploração interdisciplinar do princípio de Malthus pode contribuir para o desenvolvimento de diversas competências, como tal, seria interessante aplicar esta pratica noutras escolas e em outras turmas.

Com a sequência didática apresentada e realizada, os alunos demonstram já mais competências para prever evolução biológica, no entanto seria interessante testar se a realização de tarefas diversas que explorem outras temáticas do currículo contribuem ainda mais para essa previsão.

6. Conclusões

Os objetivos que nos propusemos alcançar com a realização desta atividade investigativa foram alcançados, nomeadamente:

- na biologia: avaliar a compreensão do processo de seleção natural através da exploração do princípio de Malthus.

- na matemática: perceber se a exploração do princípio de Malthus facilita o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas matemáticos com progressões geométricas.

Analisando todos os dados recolhidos, estes mostram-nos ser possível trabalhar o conceito de evolução e seleção natural com um nível de escolaridade baixo, adaptando as atividades à faixa etária correspondente, trabalhando simultaneamente com os alunos diferentes estratégias de resolução de problemas matemáticos, que lhes permitem encontrar soluções para problemas do quotidiano.

Os resultados da investigação realizada revelaram que (apesar de ainda não ser feito no 1º ciclo do ensino básico) a exploração do Princípio de Malthus, permitiu a uma grande parte dos alunos desenvolverem uma perspetiva evolutiva e, em alguns casos aplicar e descrever claramente o processo de seleção natural para prever situações biológicas. Esta sequência didática permitiu ainda desenvolver nos alunos diversas competências de resolução de problemas matemáticos com progressões geométricas, tendo conseguido transpor estas competências para situações diferentes das que foram exploradas.

7. Considerações finais

Ao longo deste documento foi apresentado e discutido o presente projeto de investigação. Como qualquer projeto de investigação deverá ser discutido sobre o ponto de vista das suas potencialidades e limitações. Uma vez que os objetivos a que nos propusemos foram alcançados podemos dizer que este projeto de investigação foi bem executado e terá potencialidades de ser aplicado e executado. Não obstante, seria interessante aplicar o mesmo projeto numa amostra maior e em turmas com características diferentes daquelas que apresentavam as turmas envolvidas para verificar até que ponto os resultados são os mesmos ou em que medida são diferentes. Para além disso, valorizaria a investigação se no final fosse realizada uma entrevista, porque, por exemplo no questionário de biologia pedíamos que desenhassem a explicação que tinham dado e muitas vezes a explicação não suportava o cenário desenhado ou então a justificação era de tal forma sucinta que não permitia compreender cabalmente o pensamento dos alunos.

8. Referências bibliográficas

- Abrantes, P., Serrazina, L. e Oliveira, I. (1999). *A Matemática na Educação Básica*. Lisboa: Departamento da Educação Básica, Ministério da Educação.
- Alarcão, I. (2001). *Professor-investigador: que sentido? Que formação?* Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Alcará, A.R. e Guimarães, S.E.R. (2007). A Instrumentalidade como uma estratégia motivacional. *Psicologia Escolar Educacional*, 11 (1), 177-178.
- Associação de Professores de Matemática. Retirado (www.apm.pt). Em (2016).
- Barbosa, E. (2009). *A resolução de problemas que envolvem a generalização de padrões em contextos visuais: um estudo longitudinal com alunos do 2º ano do ensino básico*. Dissertação de mestrado. Braga: Universidade do Minho.
- Bodgan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bodgan, R. & Biklen, S. (2013). *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora. p.49.
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. & Vieira, S. (2009). *Investigação-ação: Metodologia preferencial nas práticas educativas: Psicologia, Educação e Cultura*.
- Darwin, C., & Wallace, A. R. (1858). *On the Tendency of Species to form Varieties and on the perpetuation of Varieties and species By Natural Means Of Selection*. Proceedings of the Linnaean Society.

- Feijó, J. A. , Vala, F. (2009). *A evolução de Darwin*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Howden, H. (1990). Prior experiences. Em E. Edwards (Ed.), *Algebra for everyone* (pp.7-23). Reston: NCTM.
- Johnson, P. *Darwin, Retrato de um génio*.
- Loxton, Daniel. (2009). *Evolução: a evolução de Darwin*. Fundação Calouste Gulbenkian.
- Martins, L. A. C. P.; Baptista, A. M. H. (2007). Lamarck, evolução orgânica e tempo: algumas considerações. *Filosofia e História de Biologia*. V.2 p.279-296.
- Ministério da Educação (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: ME – Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Ministério da Educação. (2004). *Organização curricular e programas*. Nem Martins: Departamento da Educação Básico.
- Narciso, M. & Paulus, P. (2005). *Histórias de matemática: uma abordagem da didática experimental da matemática*. Carnaxide: Edição de autor.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2008). *Princípios e normas para a matemática escolar* (2ªed.). (M. Melo, Trad.) Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*., pp.139-154.
- Paenza, A. (2008). *Matemática... Estás aí?*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

- Perrone, Edson. (2013). *Charles Darwin, o Homem e a sua teoria*. São Paulo. Edição de autor.
- Pólya, G. (2003). *Como resolver problemas*. Lisboa: Gradiva.
- Ponte, J. P. (1994). O estudo de caso na investigação em Educação Matemática. *Quadrante*. vol. 3, nº1, 3-18.
- Ponte, João P., Serrazina, Lurdes, Guimarães, H. Breda, Ana, Guimarães, F. Sousa, H., Menezes, Luís, Martins, M. Eugénia, G., Oliveira, Paulo A., Programa de Matemática do Ensino Básico, 2007, Ministério da Educação, DGIDC.
- Ponte, L & Serrazina, L. (2009). O novo programa de Matemática: Uma oportunidade de mudança. *Educação e Matemática*. 105, 2-6.
- Reis, P., Rodrigues, S. & Santos, F. (2006). Concepções sobre os Cientistas em Alunos do 1.º Ciclo do ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5.
- Rocha, T. d., Santos, E. S., Almeida, O. d., & Cerqueira-Silva, C.B. (dezembro de 2013). Obstáculos enfrentados por professores do ensino medio na abordagem da evolução biológica em Itapetinga – BA. *Revista Metáfora Educacional*, p.252-267.
- Sá-Pinto, X., & Campos, R. (2012). *As borboletas da floresta amarela*. Porto: CIBIO, Centro de Investigação com Biodiversidade e Recursos Genéticos.
- Sá-Pinto, X., Ponce, R., Fonseca, M. J., Oliveira, P. d. & Campos, R. (2014). Evolução biológica no dia-a-dia das escolas. *Revista de Ciência Elementar*, 21-25.

Silva, Amparo Dias et. al.. (2016). *Terra Universo de Vida – Biologia*. Lisboa. Porto Editora. p.119-131.

Tidon, Rosana. (2014). Genética na escola. *A teoria evolutiva de Lamarck*.

Vale, I., Palhares, P., Cabrita, I. e Borralho, A. (2006). Os padrões no ensino aprendizagem da álgebra. Em I. Vale, T. Pimentel, A. Barbosa, L. Fonseca, L. Santos e P. Canavarro (Orgs.), *Números e Álgebra na aprendizagem da matemática e na formação de professores* (pp. 193-213). Lisboa: SPCE Secção de Educação e Matemática.

Vale, I. (2009). Das tarefas com padrões visuais à generalização. In J. Fernandes, H. Martinho & F. Viseu (Org.), *Actas do XX Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 35-63). Viana do Castelo: Associação de Professores de Matemática.

Vale, I. (2012). As tarefas de padrões na aula de Matemática: um desafio para professores e alunos. *Interações* 20, 181-207.

Susana Regadas. (s.n.) (2011). Retirado (<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream>). Em (2016).

Abel Henriques. A teoria Malthusiana. (2007) Retirad (http://www.miniweb.com.br/ciências/artigos/thomas_robert_malthus.pdf). Em (2016).

9. Anexos

Anexo 1A - Questionário de matemática aplicado (pré e pós-teste).

Questionário

Na tarde de um belo dia de verão o João decidiu ir dar um passeio pela rua para aproveitar o bom tempo. Ao passar numa rua viu um cartaz que dizia que se iria realizar uma sessão de cinema ao luar. Como achou interessante juntar nessa sessão de cinema muitos colegas, pegou no telemóvel e enviou a 3 amigos a seguinte mensagem: “ Notícia de última hora: vai realizar-se esta noite uma sessão de cinema ao luar. Envia esta mensagem só para 3 amigos para que possamos encher o recinto.”

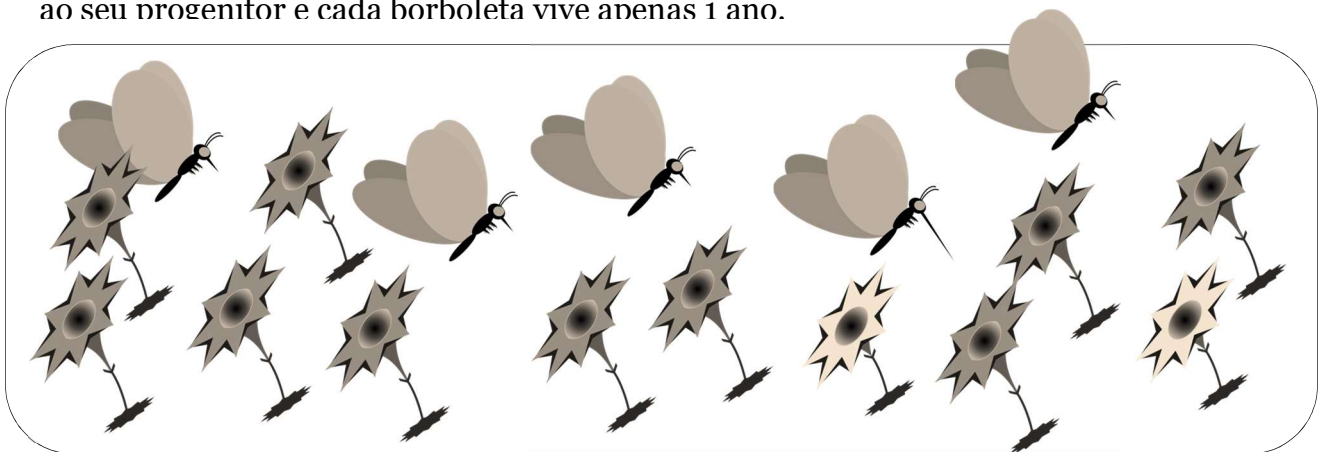
Sabendo que a mensagem demora 1 minuto a ser recebida e reenviada para os colegas, e que todos cumpriram o pedido, quantas mensagens **serão** enviadas ao 5º minuto?

Utiliza este espaço para mostrares como chegaste à tua resposta (podes utilizar tabelas, esquemas, cálculos, desenhos ou palavras).

Nome: _____ Turma: _____
Data: _____

Anexo 1B - Questionário de biologia aplicado (pré e pós-teste).

Há uma ilha onde existem flores que armazenam néctar no fundo do seu cálice. Como podemos ver na figura, algumas destas flores são claras e têm um cálice curto e muitas são escuras e têm o cálice longo. Há pouco tempo chegaram a essa ilha 5 borboletas que se alimentam de néctar que sugam usando o seu probóscide. Embora todas as borboletas fossem da mesma espécie, 1 tinha o probóscide comprido e só conseguia alimentar-se do néctar das flores de cálice longo e 4 tinham o probóscide curto, só conseguindo alimentar-se do néctar das flores de cálice curto. Os filhos de cada borboleta nasciam com probóscide igual ao seu progenitor e cada borboleta vive apenas 1 ano.



Daqui a cem anos, que borboletas esperas encontrar nesta ilha? Explica a tua resposta.

Faz a ilustração da tua resposta

Anexo 2 – Pedido de autorização para investigação para a direção/agrupamento

Exmos. Srs. Diretores do Colégio XXX:

Frequento o Mestrado em Didática das Ciências da Natureza e da Matemática na Escola Superior de Educação do Porto, no âmbito do qual me encontro a realizar a dissertação final. No âmbito desta tese, pretendemos estudar o efeito da interdisciplinaridade e envolvimento dos alunos no desenvolvimento da sua capacidade de resolução de problemas matemáticos e de previsão/compreensão do mundo vivo.

Nesse sentido, venho solicitar a autorização para que a realização do referido estudo seja feita nesta instituição.

A investigação a realizar implicará a aplicação de um questionário antes e depois das três sessões de atividades. Recolheremos ainda imagens e fotografias, as quais nunca identificarão os alunos envolvidos.

Os dados recolhidos são confidenciais e como tal serão tratados, ficando a informação apenas acessível às pessoas que diretamente se envolverem no projeto, designadamente, eu própria e a orientadora de dissertação.

Comprometo-me, no final da investigação, a entregar uma cópia da dissertação em formato digital para ser colocada no repositório científico da instituição.

Na expectativa de uma resposta positiva disponibilizo-me para qualquer informação complementar de que possam, eventualmente, necessitar.

Com os melhores cumprimentos,
Joana Ribeiro

Anexo 2 - Pedido de autorização para investigação aos Encarregados de Educação

Exmo. Sr. Encarregado de Educação

O meu Nome é Joana Ribeiro, sou professora de Ensino Básico Variante Matemática/ Ciências da Natureza e, neste momento, estou a realizar o Mestrado em Didática das Ciências da Natureza e da Matemática, na Escola Superior de Educação do Porto. No âmbito da tese de mestrado, encontro-me a realizar uma investigação que visa estudar o efeito da interdisciplinaridade e envolvimento dos alunos no desenvolvimento da sua capacidade de resolução de problemas matemáticos e de previsão/compreensão do mundo vivo.

Esta investigação decorrerá durante os dias __ , ____, ____ do mês _____ do presente ano letivo com um conjunto de atividades realizadas em sala de aula e a realização de dois questionários para conhecer a opinião dos alunos relativamente ao assunto em estudo. Os questionários consistem em dois problemas (um de matemática e um de biologia) cuja solução proposta pelos alunos e respetiva justificação e estratégia usadas, serão analisadas pela nossa equipa de investigação. Com estes questionários pretendemos apenas avaliar o impacto das atividades didáticas por nós desenvolvidas nos conhecimentos e capacidades de resolução de problemas matemáticos e de biologia.

Para o efeito, solicito a sua autorização para que possamos utilizar os dados obtidos a partir dos questionários preenchidos pelo seu educando no âmbito destas atividades didáticas.

Saliento que os dados recolhidos serão usados exclusivamente como materiais de trabalho, estando garantida a privacidade e anonimato dos participantes. Manifesto, ainda, a minha inteira disponibilidade para prestar qualquer esclarecimento que considere necessário.

Na expectativa de uma resposta favorável, subscrevo-me com os melhores cumprimentos.

A Investigadora
(Prof.^a Joana Ribeiro)

Autorização

Eu,....., Encarregado de Educação do....., nº....., da turma....., autorizo que o meu educando colabore na investigação que me foi dada a conhecer.

Data:...../...../2016 Assinatura:

Anexo 3 - Caderno de registros do projeto

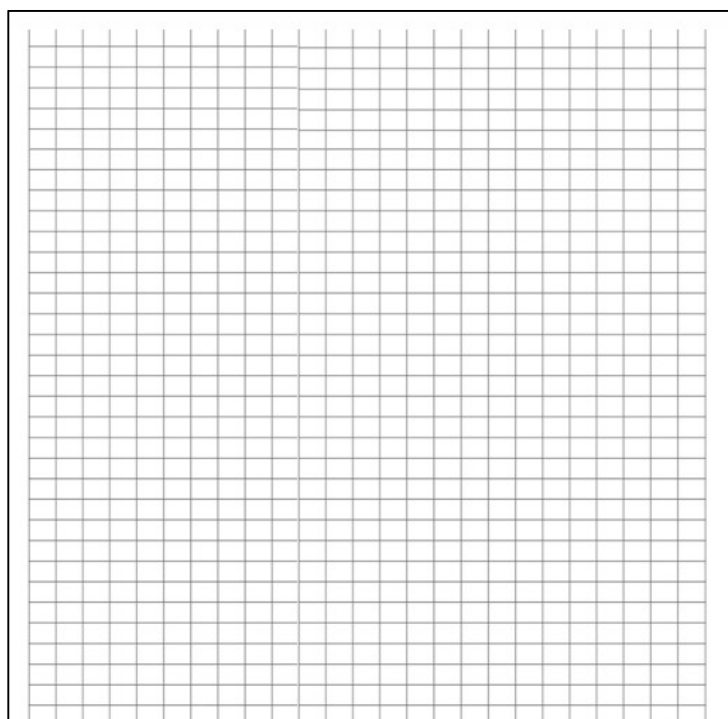


Caderno de registros
Do projeto



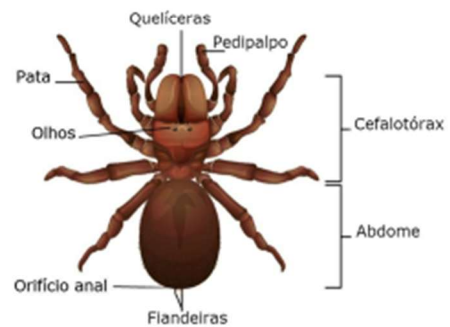
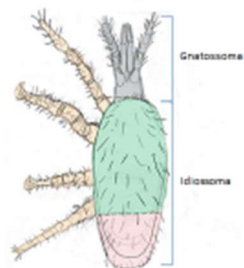
"Matematicando nas pegadas
do Darwin

Nome: _____ Nº _____ Turma _____
Escola: _____



Ácaros

São animais aparentados com as aranhas, geralmente com 4 pares de patas, mas cujo abdomen, torax e cabeça se uniram.



Ácaros

Existem mais de 50 000 espécies de ácaros descritas.

Algumas vivem em meios aquáticos e outras vivem em meios terrestres.

Reproduzem-se por ovos.

Uma fêmea pode colocar dezenas de ovos.

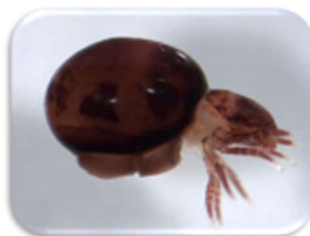


Ácaros decompositores

Alguns ácaros alimentam-se de restos de pele que se soltam do nosso corpo.



Outros ácaros, como os ácaros-escaravelho, alimentam-se de restos de plantas, fungos e animais no solo contribuindo para devolver nutrientes ao solo.



Ácaros parasitas de animais

Alguns ácaros como as carraças têm fases da vida em que são parasitas. As carraças podem causar doenças graves como a febre da carraça.



As ácaros *Demodex folliculorum* e *Demodex brevis* vivem permanentemente na nossa pele. E existem na pele de todos os adultos em todas as regiões do mundo e são inofensivos para nós.



Ácaros parasitas de plantas

Alguns ácaros, como os ácaros aranha, são parasitas das plantas podendo causar grandes prejuízos aos agricultores.



Ácaros predadores

Alguns ácaros são predadores de outros ácaros...

Por exemplo os ácaros *Phytoseiulus persimilis* e *Neoseiulus californicus* alimentam-se de ácaros aranha.



Ácaros e produção de queijo

Para se produzir alguns tipos de queijo usam-se algumas espécies de ácaros que ajudam a formar a cascas e a melhorar o sabor.

Ex: para se produzir o queijo francês mimolette usa-se o ácaro da farinha

