



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ana Catarina de Sousa Soares

**Os modelos na aprendizagem das ciências:
uma abordagem em Estudo do Meio e em
Ciências Naturais**



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Ana Catarina de Sousa Soares

**Os modelos na aprendizagem das ciências:
uma abordagem em Estudo do Meio e em
Ciências Naturais**

Relatório de Estágio
Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico
e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo
do Ensino Básico

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Ana Sofia Cavadas Afonso

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho.



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Os modelos na aprendizagem das ciências: uma abordagem em Estudo do Meio e em Ciências Naturais

Resumo

O desenvolvimento do conhecimento científico encontra-se em mudança permanente, sendo alvo de estudos constantes e, para isso, os cientistas utilizam modelos científicos de forma a explicar os fenómenos do mundo. Estes modelos são representações da realidade e têm como objetivo simplificar o fenómeno em estudo, permitindo estudá-lo através de análises e previsões ao seu comportamento quando exposto a diferentes variantes. Além disso, os modelos ajudam a criar imagens mentais de um determinado fenómeno.

Dada a importância dos modelos nos avanços científicos, é fundamental a sua abordagem no ensino das ciências para que os alunos os utilizem para compreender e serem capazes de explicar determinados fenómenos e efetuar, a partir dos modelos, previsões. Esta importância resulta do facto de se aceitar que se deve ensinar a “ciência autêntica”, isto é abordar os conteúdos exigindo todo o rigor científico inerente aos mesmos.

Tendo em consideração a importância dos modelos no ensino das ciências este relatório foca-se na descrição de duas intervenções pedagógicas para uma turma de 4.º ano, do 1.º ciclo do Ensino Básico, e de cinco intervenções pedagógicas fundamentada para uma turma de 6.º ano, do 2.º ciclo do Ensino Básico. A abordagem da temática dos modelos científicos inseriu-se nas unidades temáticas “pele” e “bactérias”, presentes nos programas das disciplinas de Estudo do Meio e Ciências Naturais, respetivamente. Esta intervenção teve como objetivos principais (re)construir as ideias dos alunos sobre o que são e para que servem os modelos científicos e averiguar como evoluem as conceitualizações dos alunos acerca dos modelos científicos em ciências. Contudo, a idealização e conceção destas intervenções apenas foram efetuadas no 4.º ano de escolaridade, uma vez que a pandemia provocada pelo vírus COVID-19 e o conseqüente impedimento de aplicação do projeto no 2.º ciclo do Ensino Básico não permitiu a sua implementação neste ciclo. No âmbito do 1º ciclo, a intervenção foi avaliada através da implementação de um pré-teste e um pós-teste aos alunos. Os principais resultados desta avaliação indicam que os alunos apresentam conceções alternativas sobre o que são e para que servem os modelos, identificando um modelo, entre outras características, como sendo uma cópia da realidade ou a própria realidade. Após a implementação do projeto não existiu uma mudança conceitual significativa.

Palavras Chave: bactérias, Ciência, modelos, pele

The models in Science learning: an approach in Environmental Study and Natural Sciences

Abstract

The development of scientific knowledge is in permanent change, being subject to constant study and, for this, scientists use scientific models to explain the phenomena of the world. These models are representations of reality and aim to simplify the phenomenon under study, allowing it to be studied through analysis and predictions of its behavior when exposed to different variants. In addition, models help create mental images of a given phenomenon.

Given the importance of models in scientific advances, it is essential to address them in Science education so that students use them to understand and be able to explain certain phenomena and make, based on the models, predictions. This importance results from the fact that it is accepted that "authentic Science" should be taught, i.e., approaching the contents with all the scientific rigor inherent to them.

Taking into account the importance of models in Science teaching this report focuses on the description of two pedagogical interventions for a 4th grade class of the 1st cycle of basic education and of five reasoned pedagogical interventions for a 6th grade class of the 2nd cycle of basic education. The approach to the theme of scientific models was inserted in the thematic units "skin" and "bacteria", present in the curricula of the subjects Environmental Study and Natural Sciences, respectively. The main objectives of this intervention were to (re)construct students' ideas about what scientific models are and what they are for, and to find out how students' conceptualizations about scientific models in Science evolve. However, the conception and design of these interventions were only carried out in the 4th grade, since the pandemic caused by the COVID-19 virus and the consequent impediment to the application of the project in the 2nd cycle of basic education did not allow its implementation in this cycle. In the 1st cycle, the intervention was evaluated through the implementation of a pre-test and a post-test to the students. The main results of this evaluation indicate that students have alternative conceptions about what models are and what they are for, identifying a model, among other characteristics, as being a copy of reality or reality itself. After the implementation of the project there was no significant conceptual change.

Key words: bacteria, models, Science, skin

Índice Geral

| | |
|---|-----------|
| Resumo | IV |
| Abstract | V |
| Índice Geral..... | VI |
| Índice de Quadros | VIII |
| Índice de Tabelas | IX |
| | |
| I – APRESENTAÇÃO..... | 1 |
| 1.1. Apresentação Sumária do Estudo | 1 |
| 1.2. Estrutura do Relatório | 2 |
| | |
| II – CONTEXTO DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA..... | 3 |
| 2.1. Caracterização do Contexto Educativo | 3 |
| 2.2. Caracterização da Turma do 1.º Ciclo do Ensino Básico | 4 |
| 2.3. Caracterização da Turma do 2.º Ciclo do Ensino Básico | 6 |
| | |
| III – REVISÃO DE LITERATURA..... | 8 |
| 3.1. Os Modelos na Ciência | 8 |
| 3.2. Modelos científicos: influencia de pressões políticas e religiosas | 9 |
| 3.3. Os modelos no ensino das ciências | 11 |
| 3.4. Alguns estudos sobre as ideias dos alunos sobre modelos científicos e a sua evolução | 17 |
| 3.5. As ideias dos alunos sobre a pele | 18 |
| 3.6. As ideias dos alunos sobre microrganismos | 19 |
| | |
| IV – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO E INVESTIGAÇÃO..... | 21 |
| 4.1. Metodologia de Ensino..... | 21 |
| 4.1.1. Enquadramento Curricular dos Temas e Conteúdo das Intervenções..... | 23 |
| 4.1.2. Objetivos da Intervenção no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico | 26 |
| 4.1.3. Plano Geral da Intervenção e Descrição da Intervenção Pedagógica no 1.º Ciclo do Ensino Básico | 26 |
| 4.1.4. Proposta de Intervenção Pedagógica para o 2.º Ciclo do Ensino Básico..... | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2. Metodologia de Investigação | 38 |
| 4.2.1. Questões de Investigação no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico..... | 38 |
| 4.2.2. Instrumentos de Recolha de Dados Utilizados no 1.º Ciclo do Ensino Básico..... | 39 |
| | |
| V – AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA | 41 |
| 5.1. Avaliação da Intervenção Pedagógica Desenvolvida na Turma do 1.º Ciclo do Ensino Básico... 41 | |
| | |
| VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS | 45 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 50 |
| | |
| ANEXOS | 56 |
| Anexo 1: Livro “Sou cientista e estudo a pele” | 57 |
| Anexo 2: Modelo 3D da pele | 59 |
| Anexo 3: Modelos em Ciência I | 60 |
| Anexo 4: Modelo presente no manual CientIC6..... | 65 |
| Anexo 5: Modelos em Ciência II | 66 |
| Anexo 6: Modelos em Ciência III | 68 |
| Anexo 7: Modelos em Ciência III (continuação)..... | 70 |
| Anexo 8: Modelos em Ciência IV | 71 |
| Anexo 9: Questionário pré-teste e pós-teste..... | 72 |

Índice de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Abordagem para aprender sobre modelos e construção de modelos, de Gilbert e Justi (2016)..... | 12 |
| Quadro 2: Estratégias e recomendações para a evolução conceitual sobre modelos científicos..... | 14 |
| Quadro 3: Descrição da intervenção pedagógica idealizada e concebida para o 4.º ano..... | 28 |
| Quadro 4: Descrição da intervenção pedagógica idealizada para o 6.º ano..... | 34 |
| Quadro 5: Matriz do questionário elaborado..... | 40 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Características dos alunos da turma do 4.º ano..... | 5 |
| Tabela 2: Características dos alunos da turma do 6.º ano..... | 6 |
| Tabela 3: Análise da questão 1 do questionário..... | 41 |
| Tabela 4: Análise da questão 2 do questionário..... | 42 |
| Tabela 5: Análise da questão 3 do questionário..... | 43 |

I – APRESENTAÇÃO

1.1 Apresentação Sumária do Estudo

O presente relatório de estágio realizou-se no âmbito da unidade curricular Prática de Ensino Supervisionada, integrada no 2.º ano do Mestrado em Ensino do 1.º ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º ciclo do Ensino Básico. Foi produzido de forma a descrever um projeto realizado ao longo de um ano letivo, nas disciplinas de Estudo do Meio e Ciências Naturais. O referido projeto pretende valorizar a natureza das ciências, em particular promover um entendimento acerca do papel dos modelos científicos no ensino das ciências. No que se refere à investigação associada a este projeto de estágio, esta procurará analisar como evoluem as representações dos alunos acerca dos modelos científicos e o seu papel nas ciências. Assim, ao nível do 1.º ciclo do Ensino Básico, no 4.º ano de escolaridade, a exploração dos modelos científicos foi abordada aquando da lecionação do tema pele. No que se refere ao 2.º ciclo do Ensino Básico, mais concretamente no 6.º ano de escolaridade, foi estruturada uma intervenção pedagógica na temática das bactérias.

Neste trabalho de intervenção pedagógica, a avaliação foi focada num aspeto particular do trabalho dos cientistas: os modelos científicos e a sua construção. Um modelo em ciências é diferente de um modelo na vida quotidiana (Justi, 2006). Na área das ciências, os modelos servem para explicar e prever fenómenos. Como a Ciência é dinâmica, ou seja, à medida que o tempo passa, os modelos que tomamos como certezas, podem ser abandonados ou tornar-se mais complexos, é importante que os alunos compreendam que os modelos científicos podem ser alterados ou abandonados (Melo & Neto, 2013). Sobre este assunto, os alunos possuem ideias alternativas designadamente que os modelos científicos são credíveis e verdades absolutas pois, como podem ser comprovados por via experimental, são cópias da realidade (Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2007). Neste sentido, verifica-se uma dificuldade por parte dos alunos de reconhecer a Ciência como um processo investigativo que pode sofrer mudanças constantes, em vez de ser um conjunto de factos e conceitos (Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2007).

A construção de modelos é uma das atividades dos cientistas. Os modelos são representações da realidade e a sua construção envolve uma articulação entre dados, evidências e explicações. Vários autores sugerem que os alunos devem ser sujeitos a um processo de reconstrução dos seus modelos de modo a aproximá-los dos modelos científicos que são abordados na escola (Justi, 2006). A vantagem de envolver os alunos na construção de modelos resulta do facto de, segundo vários autores, os alunos não modificarem as suas perspetivas científicas através de definições formais ou apenas observação de modelos concretos. Para que essas perspetivas sejam (re)construídas, é necessário que sejam os

próprios alunos a construir os modelos (Justi, 2006). Além disso, é essencial que os modelos façam sentido para os alunos e que surjam de forma contextualizada no ensino para que sejam compreendidos (Justi, 2006).

1.2. Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em cinco partes distintas: contexto de intervenção pedagógica, revisão de literatura, metodologia de intervenção e investigação, avaliação da intervenção pedagógica e conclusões.

No contexto de intervenção será apresentada uma descrição do contexto educativo e dos grupos de intervenção alocados à prática pedagógica realizada, um dos grupos correspondente ao 4.º ano, do 1.º ciclo do ensino básico e outro grupo ao 6.º ano, do 2.º ciclo do ensino básico.

No capítulo da revisão de literatura serão apresentadas perspectivas de diversos autores relativamente aos modelos na Ciência, uma reflexão sobre a influência das pressões política e religiosa nos modelos científicos, aborda-se ainda o papel dos modelos no ensino das ciências e são apresentados alguns estudos sobre as ideias dos alunos de modelos científicos e a sua evolução. Além dos referidos, são apresentados estudos que transparecem as ideias dos alunos sobre a pele e sobre os microrganismos.

De seguida apresenta-se a metodologia de intervenção e investigação. Nesta parte do relatório, será explicitada a metodologia de ensino adotada neste projeto, bem como a metodologia de investigação, onde são apresentadas as questões de investigação do projeto criado para os 1.º e 2.º ciclos do ensino básico e ainda os instrumentos de recolha de dados.

O capítulo seguinte prevê a avaliação da intervenção pedagógica, sendo, neste capítulo, apresentados os resultados da intervenção, cujo objetivo seria a mudança conceitual, e ainda uma reflexão sobre os mesmos.

Por fim, encontram-se as conclusões do presente relatório, onde surge uma reflexão sobre os resultados obtidos com a realização do projeto proposto, bem como são apresentadas as limitações de toda a prática.

II – CONTEXTO DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

2.1. Caracterização do Contexto Educativo

A Intervenção Pedagógica foi realizada num estabelecimento de ensino particular e cooperativo com autonomia pedagógica, localizado no distrito do Porto. Neste estabelecimento de ensino, as práticas educativas assentam numa filosofia direcionada para a formação do indivíduo, com o objetivo de formar cidadãos participativos, críticos e conscientes. Está, ainda, inerente às suas práticas pedagógicas o respeito e valorização da liberdade de pensamento, ou seja, o respeito pela diferença de opiniões e pela prática livre da crítica fundamentada, permitindo, desta forma, que os alunos se tornem reflexivos e críticos, essenciais numa sociedade livre e em constante mudança. A operacionalização desta ideologia é, neste estabelecimento de ensino, encorajada a partir do envolvimento dos alunos em processos de aprendizagem colaborativa e cooperativa; do desenvolvimento de trabalhos de projeto a realizar pelos alunos e da utilização da avaliação formativa como orientadora do processo de ensino e de aprendizagem. É de referir que as salas do 1.º ciclo do ensino básico são amplas, arejadas e possuem uma disposição facilitadora do trabalho em grupo, uma vez que os alunos se encontram sentados em pequenos grupos.

É ainda assumido pelo colégio que estes processos de aprendizagem colaborativa e cooperativa devem ocorrer num clima afetivo promotor dessa aprendizagem. Assim, os interesses e expectativas dos alunos são ouvidos e o incentivo para a mudança e para a melhoria das práticas educativas é uma constante. Neste colégio, o professor assume a função de companheiro de viagem do aluno, tendo como função principal a motivação do mesmo para a realização de novas aprendizagens ao longo da vida.

Devido à filosofia da escola, a qual considera que o ensino deve estar orientado para a evolução da sociedade e do mundo, a tecnologia é vista como um recurso essencial para o ensino e para a aprendizagem na sala de aula. Em todos os ciclos de ensino, cada aluno possui um tablet como elemento imprescindível do material escolar. Este tablet substitui a utilização de manuais escolares em papel e permite o uso de várias plataformas digitais educativas, nomeadamente o *edmodo*, a *clilstore*, o *QR code* e o *kahoot*. A análise destas plataformas digitais permitiu concluir que nada apresentam sobre modelos em ciências, embora estes estejam presentes de forma implícita na utilização do tablet, uma vez que permitem a pesquisa e consulta sempre que necessário.

O ensino das ciências com base em modelos, permite que os alunos passem de um conhecimento manipulativo e sensorial para o estabelecimento de relações causais (Sá et al., 1996, citado por Martins e outros, 2007). Este ensino promove também o pensamento crítico, metacognitivo e criativo, útil para

a vida em sociedade, nomeadamente na tomada de decisões e resolução de problemas (Lakin, 2006 e Tenreiro-Vieira, 2002, citados por Martins e outros, 2007). Tais competências estão inerentes aos modelos, uma vez que estes têm associadas as capacidades explicativas e preditas, necessitando de um olhar crítico e fundamentado para a sua construção e reformulação.

Harlen (2007) defende que o ensino das ciências contribui para que os alunos compreendam o mundo que os rodeia, utilizem evidências científicas para tirar conclusões fundamentadas e ainda se consciencializem sobre a importância da Ciência na evolução humana. Através dos modelos, todas estas componentes podem ser trabalhadas em sala de aula, indo ao encontro da filosofia de ensino presente no Colégio, orientada para a evolução da sociedade e do mundo.

2.2. Caracterização da Turma do 1.º Ciclo do Ensino Básico

No primeiro ciclo, foi no 4º ano de escolaridade que se implementou o projeto de estágio “Os modelos na aprendizagem das ciências”. Esta turma é constituída por vinte e seis alunos, sendo quinze do sexo masculino e onze do sexo feminino, com idades compreendidas entre os oito e os nove anos, à data da recolha de dados. Todos os alunos têm os pais empregados, sendo que 100% das mães e cerca de 81% dos pais têm habilitações superiores (tabela 1). A turma em questão tem três alunos com Dificuldades de Aprendizagem Específicas (DAE), diagnosticados com dislexia. Os alunos referidos não apresentam dificuldades de integração nas aulas e, por isso, os trabalhos em grupo assumem-se como uma mais-valia porque exigem uma entreajuda, que colmata as dificuldades que os alunos com DAE possam sentir, nomeadamente na leitura e interpretação de tarefas. Estes alunos estão sujeitos a medidas especiais definidas pelo Relatório Técnico Pedagógico (RTP) e pelo Plano de Intervenção Personalizada (PIP), como leituras de enunciados, trabalho diferenciado em sala de aula, adaptação de recursos pedagógicos no âmbito da leitura, escrita e interpretação, entre outros. A maioria dos alunos da turma estão motivados para a aprendizagem, são muito curiosos e têm um conhecimento vasto sobre variados temas, nomeadamente na área das ciências e, por isso, estão sempre prontos para saber mais e, principalmente, aprender por si coisas novas. Assim, reagem mal a tarefas rotineiras ou tarefas em que o professor expõe conteúdos durante longos períodos de tempo.

Tabela 1: Caraterísticas dos alunos da turma do 4.º ano

| Caraterísticas | f | |
|--|---------------|----|
| Idade | 8 anos | 5 |
| | 9 anos | 21 |
| Sexo | Masculino | 15 |
| | Feminino | 11 |
| Situação profissional dos pais | Empregados | 26 |
| | Desempregados | 0 |
| Pais com habilitações superiores | Mãe | 26 |
| | Pai | 21 |
| Dificuldades de Aprendizagem Específicas | | 3 |

Os alunos desta turma desenvolveram, ao longo do 1.º ciclo, competências de trabalho de tutoria, sendo capazes, em muitas situações, de se entreatujadar autonomamente sem que o adulto tenha de interferir. Também foram estimulados ao longo da sua escolaridade a desenvolver competências de trabalho em grupo cooperativo, o que se evidencia pela capacidade de conseguirem, com alguma facilidade e desde que bem orientados, organizar, pesquisar e concretizar autonomamente as tarefas e apresentá-las de forma clara aos restantes colegas.

No que concerne à temática inerente a este relatório de estágio, os alunos possuíam algumas ideias alternativas sobre modelos, designadamente associar um modelo científico a uma experiência, a um animal ou a uma ampliação de um evento, como a observação microscópica do sangue. Não concordavam com afirmações que referiam que um modelo é uma representação da realidade ou que auxilia na criação de uma imagem mental de um determinado fenómeno. Além destes, consideravam que um modelo é uma cópia da realidade, inalterável no tempo, único e fruto de uma intuição. Estas dificuldades serão analisadas detalhadamente no capítulo V.

2.3. Caraterização da Turma do 2.º Ciclo do Ensino Básico

No segundo ciclo, o projeto iria ser desenvolvido numa turma do 6.º ano de escolaridade, mas, devido à situação pandémica COVID-19 atravessada à data, não foi permitida a aplicação do mesmo. Assim, neste ciclo de ensino, o projeto assentou na realização de uma planificação do processo educativo, assente numa fundamentação teórica e reflexão sobre a idealização da ação prática, tal como se encontra previsto no documento “Normas para o Funcionamento Excecional do Estágio dos Mestrados em Ensino da Universidade do Minho” em 2019-20, emitido pela Universidade do Minho a 8 de abril de 2020.

Contudo, como uma intervenção pedagógica não pode ser dissociada dos alunos a quem se destina, foram tomadas como referência, para o desenvolvimento da planificação suprarreferida, as características dos alunos do 6.º ano de escolaridade em que foi desenvolvida alguma prática pedagógica de forma síncrona e, posteriormente, à distância. A turma do 6.º ano tomada como referência, é constituída por vinte e oito alunos, sendo quinze do sexo masculino e treze do sexo feminino, com idades compreendidas entre os doze e os treze anos, à data da recolha de dados. Toda a turma tem os pais empregados, sendo que a sua maioria possui um curso superior (tabela 2).

Tabela 2: Caraterísticas dos alunos da turma do 6.º ano

| Caraterísticas | f | |
|--|---------------|----|
| Idade | 12 anos | 6 |
| | 13 anos | 22 |
| Sexo | Masculino | 15 |
| | Feminino | 13 |
| Situação profissional dos pais | Empregados | 28 |
| | Desempregados | 0 |
| Pais com habilitações superiores | n/d | |
| Dificuldades de Aprendizagem Específicas | 3 | |

Esta turma é constituída por alunos curiosos, em especial na área das Ciências Naturais. No que concerne aos modelos científicos, não foi possível avaliar as ideias prévias dos alunos, devido à suspensão das aulas presenciais originada pela situação pandémica COVID-19. No ensino à distância,

não foi permitida a implementação de dinâmicas relacionadas com o projeto apresentado no presente relatório sobre modelos científicos. Contudo, é sabido que existem algumas concepções alternativas sobre modelos que são transversais a alunos de diferentes idades e níveis de escolaridades, nomeadamente que um modelo é uma cópia da realidade, que só há um modelo possível para um determinado fenómeno, que os modelos são imutáveis e que um modelo é um exemplo de algo real (Chittleborough, 2004).

III – REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Os Modelos na Ciência

A Ciência não constitui uma verdade absoluta e dogmática, pelo que o desenvolvimento do conhecimento científico não é linear nem algo finalizado (Massoni et al, 2010, citados por Pires et al., 2017). Os modelos científicos desempenham um papel central na Ciência, uma vez que são utilizados para explicar os fenómenos naturais ou físicos, possuindo também uma função preditiva (Silva & Catelli, 2020).

Embora existam várias definições para o conceito de modelos em Ciência, neste relatório adotou-se a definição de Gilbert e Justi (2016) que assume o modelo como uma representação de objetos, eventos, processos ou estruturas. Como refere Kennedy (2006) (citado por Lombardi, Acorinti & Martiniz, 2016), um modelo científico é uma construção que surge de uma abstração ou idealização da realidade e tem como objetivo simplificar um determinado fenómeno em estudo, permitindo estudá-lo e prever como este se comporta mediante certas condições. A este valor explicativo e preditivo, acresce ainda o valor dos modelos científicos como ferramentas para comunicar ideias científicas a outros (Oh & Oh, 2011). Adúriz-Bravo (2012) acrescentam ainda que os modelos científicos ajudam a criar imagens mentais de um determinado fenómeno/objeto/estrutura, comparando o modelo a uma ponte, que faz a transição do mundo real para o mundo da Ciência.

Mais recentemente, Frigg e Hartmann (2020) referem que a intuição do cientista também está presente na criação de modelos científicos. Esta intuição surge através de uma observação e antecipação prévias que permitem ao cientista alcançar um conjunto de perceções e questões relativas ao fenómeno pelo qual está interessado, levando-o ao estudo desse mesmo fenómeno através da construção de modelos (Catelli e Silva, 2019). Associada à criação de modelos, Nersessian (2010) defende que está presente o raciocínio baseado em modelos, o qual vai para lá de uma intuição: implica o estudo do fenómeno em questão nos níveis macro, microscópicos, submicroscópico. Aliado ao estudo dos fenómenos através de modelos está a avaliação e reconstrução dos mesmos (Chittleborough, 2004). O modelo científico só é dado como apto a ser apresentado à comunidade científica quando existe uma inter-relação entre as evidências científicas, isto é baseadas em entidades teóricas (Afonso e Leite, 2003), e o modelo científico criado.

A validade destes modelos científicos é avaliada ao longo do tempo, podendo os modelos inicialmente criados e aceites pela comunidade científica serem revistos e sujeitos a alterações (Oh & Oh, 2011). Um exemplo que ilustra este facto é o modelo geocêntrico. Quando esse modelo foi

cientificamente aceite, os cientistas acreditavam que a Terra era o centro do universo, mas, o surgimento de novos dados científicos levou à revisão e conseqüente abandono desse mesmo modelo. Atualmente, o modelo heliocêntrico é o modelo astronómico cientificamente aceite (Pilling e Dias, 2007).

3.2. Modelos científicos: influencia de pressões políticas e religiosas

As alterações aos modelos científicos também podem ser influenciadas por fatores externos à própria Ciência, como pressões políticas ou religiosas. A disputa e coexistência dos modelos geocêntrico e heliocêntrico constitui um exemplo de como as pressões religiosas podem favorecer ou dificultar o avanço da Ciência. Quando, em 1543, Copérnico publica o seu livro “Das revoluções das esferas celestes”, apresenta o modelo heliocêntrico, contrariando publicamente o modelo de Galileu. Tal ação faz com que seja rejeitado pela comunidade de filósofos, teólogos, astrónomos e clero, bem como que os seus apoiantes, relacionados com a igreja, como Giordano Bruno, sejam condenados à morte. Quando Galileu identifica falhas no seu modelo geocêntrico, procura apresentá-las à igreja, de uma forma pouco ofensiva, para receber proteção da mesma. Esta proteção termina numa condenação a Galileu Galilei aquando da publicação do seu livro “Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo”, onde o autor admite que o modelo heliocêntrico é válido, sendo, por isso, considerado um insulto ao Papa (Silva, Afonso e Durães, 2019).

Assim, é possível afirmar que a Ciência está em conflito com a Religião, essencialmente quando cada uma toma atitudes partidárias para dar resposta a questões de outros domínios. Gould (1980, citado por Alexander, 2007) defende que Ciência e a religião levantam questões de tipos diferentes, embora referentes à mesma realidade. Enquanto a Ciência procura explicações para os fenómenos, a religião procura questionar o mundo na perspetiva da teologia e da filosofia (Alexander, 2007).

O caso de como os decisores políticos podem diretamente ou indiretamente influenciar o avanço da Ciência pode ser exemplificado com os recentes avanços na produção de uma vacina que previne a COVID-19. A produção dessa vacina só foi possível mediante as decisões políticas acerca dos meios a fornecer aos cientistas para a produção da mesma. Neste caso concreto, os decisores políticos alegam ter fornecido orientações iniciais para ajudar os cientistas na criação das vacinas, estabelecendo procedimentos rápidos de análise contínua e avaliando os mesmos, o que permitiu, de forma célere, a criação da vacina (Conselho Europeu, 2021).

Thorpe (2008, citado por Mitre, 2016) defende que a Ciência, aliada à política, surge para retirar o carácter político a ações oficiais ou administrativas de interesse público. Nesse sentido, a Ciência assume-se útil para legitimar as ideias políticas, de forma que estas ganhem força junto dos cidadãos.

Dryzek (1993), defende que a democracia não implica o abandono da Ciência, mas sim uma seleção de determinados princípios científicos a considerar. Por outro lado, se a Ciência for considerada objetiva e isenta de razões causais, torna-se mais aceitável politicamente porque reforça o poder da argumentação como força maior (Dryzek, 1993, citado por Mitre, 2016). Contudo, ao ser transmitida a ideia de objetividade da Ciência, colocam-se outros problemas, nomeadamente a aceitação inevitável por todos, pondo em causa a crítica e auto crítica dos cientistas, bem como a busca de novos conceitos e estudos de fenómenos em busca da evolução da Ciência (Cupani, 1989). Brown (2009, citado por Mitre, 2016), refere ainda que a política se deve limitar a fornecer meios financeiros aos cientistas, sem estar inerente qualquer fiscalização ao seu trabalho. Assim, Bush (1960, citado por Mitre, 2016) alega que o desenvolvimento científico está dependente do investimento político e tecnológico de um país.

Embora a Ciência tenha autoridade para orientar decisões sobre políticas públicas, uma aproximação excessiva à política pode-se tornar uma ameaça à sua legitimidade. Quando os cientistas são convidados a participar na formulação de políticas, a Ciência torna-se vulnerável nessa sua parceria, uma vez que nestes momentos as forças políticas tendem a expor incertezas científicas e a desvalorizar conceitos científicos (Jasanoff, 1990, citado por Mitre, 2016). Veja-se, por exemplo, o contexto atual onde a política se vê obrigada a seguir a Ciência para perceber o COVID-19 e atuar sobre ele. Meek (2021) defende que há um risco para a Ciência por estar a ser usada como única autoridade para a tomada de decisão quando se confronta a política com a Ciência. Aqui, coloca-se nos cientistas a responsabilidade de apresentar soluções eficazes, num escasso período de tempo, responsabilizando-os pelas decisões políticas a tomar. De forma a proteger a Ciência, ao colocar-lhe uma responsabilidade maior para a tomada de decisões políticas, deve ser estabelecido, de forma muito clara, onde a Ciência pode contribuir e os seus limites (Meek, 2021). Enquanto os políticos se servem da Ciência para validar os seus argumentos, a Ciência é obrigada a aceitar as tomadas de decisão políticas, uma vez que são indispensáveis à sua atuação (Gieryn, 1995, citado por Mitre, 2016). Gieryn (1995, citado por Mitre, 2016) conclui a sua ideia, referindo que “apenas boas cercas fazem da política e da ciência bons vizinhos” (p. 287).

Uma vez elaborado um modelo científico para um dado fenómeno, acontecimento ou evento, este nem sempre é aceite pela comunidade científica de forma unânime. Por vezes, para o mesmo fenómeno, coexistem diferentes modelos. Atentemos no conceito de vírus como ser ou agente. Há modelos que assumem que o vírus não pode ser considerado um ser vivo por ser acelular e não apresentar potencial bioquímico com enzimas necessárias à produção da sua própria energia metabólica (Meneguetti & Facundo, 2014). Em contrapartida, analisando a *Teoria da Origem das Espécies* desenvolvida por Charles

Darwin (1859), podemos definir seres vivos como todos os seres que apresentem DNA e/ou RNA e uma alta capacidade de evoluir. Os modelos baseados nesta perspectiva, consideram o vírus um ser vivo, uma vez que estes apresentam DNA ou RNA e demonstram uma grande capacidade de adaptação e evolução, sendo o SARSCOV-2 um exemplo atual desta realidade (Meneguetti & Facundo, 2014).

Existem ainda situações em que vários modelos são aceites pela comunidade científica e fazem uso deles consoante os fenómenos em estudo (Oh & Oh, 2011). São exemplos do referido, os modelos da ótica geométrica e da ótica ondulatória. O modelo da ótica geométrica explica fenómenos óticos como a reflexão e refração da luz e ainda a formação de imagens em espelhos e lentes, mas sem se referirem à natureza da luz (Souza et al., 2015). O modelo da ótica ondulatória explica fenómenos óticos como a difração e interferência da luz, não explicados pela ótica geométrica, mas preocupa-se com a natureza da luz (Souza et al., 2015). Neste sentido, ambos os modelos são aceites na comunidade científica e utilizados conforme o fenómeno em estudo.

3.3. Os modelos no ensino das ciências

Desempenhando os modelos científicos um papel central na Ciência, é de prever que estes também sejam essenciais no ensino das ciências, esperando que os alunos os compreendam e que façam uso dos mesmos para explicarem os fenómenos e efetuem previsões (Gilbert e Justi, 2006). Esta importância alinha-se com as perspectivas atuais acerca do ensino autêntico das ciências, que defendem que deve ser o mais próximo possível da própria Ciência (Justi, 2015). Para dar implementar esta perspectiva, é fundamental que o ensino:

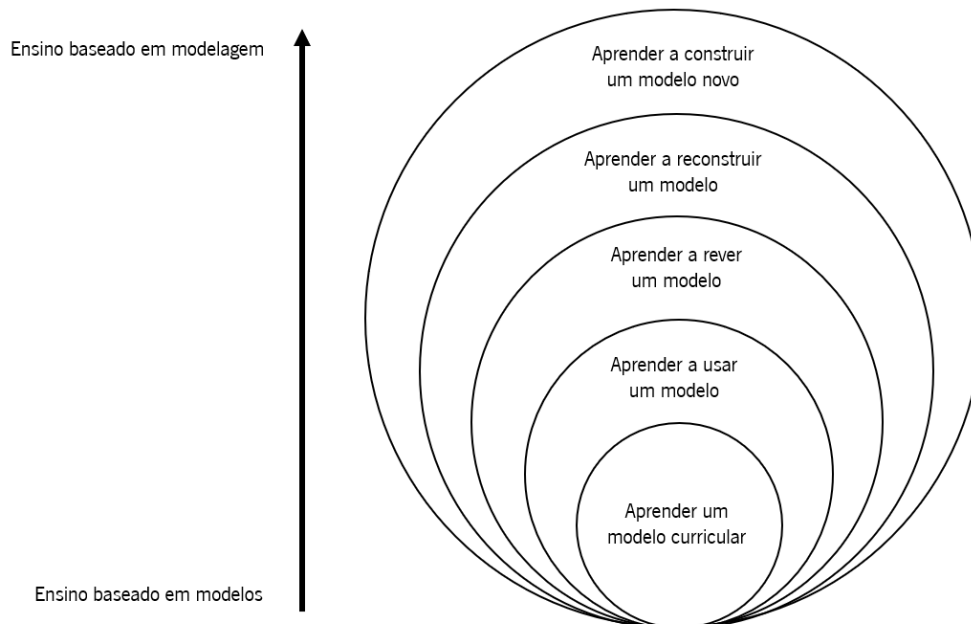
- Envolver os processos pelos quais o conhecimento científico é produzido, é validado historicamente e filosoficamente e é aceite socialmente;
- Reflita a centralidade da criatividade na Ciência, que tem contribuído de forma ímpar para que ela seja um dos maiores empreendimentos humanos da atualidade;
- Apresente uma estrutura simples de ideias a partir das quais seja possível explicar satisfatoriamente os fenómenos observados e vivenciados no mundo;
- Favoreça a proposição de soluções para questões básicas relacionadas com o bem-estar social e à saúde dos indivíduos.

(Gilbert, 2004, citado por Justi, 2015, p.33)

Por ser fundamental a compreensão, por parte dos alunos, das tarefas da aula e por os alunos do ensino básico não compreenderem os modelos científicos mais atuais, numa fase inicial devem ser expostos modelos científicos mais simplificados, denominados de modelos curriculares. Segundo Gilbert

e Justi (2006) é importante que os alunos aprendam um dado modelo curricular, mas para além de o compreenderem é igualmente importante que se envolvam noutra tipo de atividades mentais com modelos. Assim, Gilbert e Justi (2016) propõe cinco etapas para aprender através de modelos: “aprender modelos curriculares”, “aprender a usar modelos”, “aprender a rever modelos”, “aprender a reconstruir modelos” e “aprender a construir um modelo novo” (quadro 1).

Quadro 1: Abordagem para aprender sobre modelos e construção de modelos, de Gilbert e Justi (2016, p.62)



Na primeira abordagem, “aprender um modelo curricular”, Gilbert e Justi sugerem que o foco deve ser as ciências e, por isso, o aluno deve aprender um modelo curricular que faz parte do programa. Numa segunda abordagem, “aprender a usar um modelo”, os autores defendem que, após ter sido compreendido um modelo curricular na primeira abordagem, o aluno deve aplicá-lo num contexto que o professor saiba previamente que funcionará. Na abordagem seguinte, “aprender a rever um modelo”, alegam que o aluno deve ter oportunidade de alterar o modelo em estudo para que possa ser utilizado com sucesso num contexto diferente do inicial, por exemplo um modelo que apenas explique o movimento de um corpo sem aceleração, não será válido para explicar o movimento de um corpo com aceleração. O professor deverá expor os alunos a diferentes contextos para que estes tenham oportunidade de alterar o seu modelo inicial. Numa quarta abordagem, “aprender a reconstruir um modelo”, Gilbert e Justi acreditam que os alunos devem recriar um modelo cuja essência já conhecem.

Para isso, devem utilizar modos de representação diferentes do habitual, de uma forma criativa, uma vez que representações estereotipadas podem influenciar o pensamento dos estudantes, nomeadamente no seu julgamento e comportamento em relação à Ciência (Foruna, Grando e Leite, 2018). Por fim, o aluno deve “aprender a construir um modelo novo”. Para explicar esta abordagem, apresenta-se, como exemplo, o fenómeno de dissolução do cloreto de sódio em água. Aqui, os alunos conhecem as propriedades da solução aquosa do cloreto de sódio e, de seguida, precisam de construir um modelo que represente a sua estrutura cristalina. Gilbert e Justi (2016) sugerem que o aluno deve construir um modelo de raiz. Para isso, os alunos precisam de pensar sobre o que querem modelar, perguntando e respondendo a questões sobre o assunto, decidindo a melhor forma de construir o modelo, planeando, testando e avaliando os resultados. A título conclusivo, nas primeiras três abordagens de Gilbert e Justi, são utilizados modelos existentes para aprender Ciência. Nas restantes, os alunos criam e recriam modelos, identificando-se com um ambiente científico no qual se constroem modelos.

Há variados autores que sugerem diferentes estratégias para os alunos alterarem as suas conceções prévias sobre modelos científicos. No quadro 2 são apresentadas estratégias e recomendações sugeridas por alguns autores.

Quadro 2: Estratégias e recomendações para a evolução conceitual sobre modelos científicos

| Autor | Estratégias | Recomendações |
|-------------------------|--|--|
| Justi e Gilbert (2002) | <ul style="list-style-type: none"> ○ Informar sobre o propósito de um modelo científico; ○ Fornecer uma experiência significativa do fenômeno a ser modelado durante a atividade prática; ○ Descrever a fonte científica do modelo em estudo; ○ Apresentar diferentes representações de modelos. | <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar modelos em diferentes contextos; ○ Seguir o desenvolvimento de um modelo; ○ Reconstruir modelos; ○ Avaliar as forças e limitações dos modelos. |
| Davies e Gilbert (2003) | <ul style="list-style-type: none"> ○ Ensinar estratégias para que os alunos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ criem imagens mentais de modelos; ▪ percebam que podem existir múltiplos modelos para o mesmo fenômeno; ▪ compreendam que os modelos têm associada uma fundamentação teórica; ▪ compreendam que um modelo ajuda a fazer previsões e a resolver problemas; ▪ percebam que um modelo pode ser alterado. | <ul style="list-style-type: none"> ○ Abordar o currículo como aprendizagem significativa; ○ Encontrar soluções para problemas reais. |
| Vries (2013) | <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar modelos como estratégia para falar sobre a natureza; | <ul style="list-style-type: none"> ○ Reconstruir e construir modelos. |

| | | |
|---------------|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar modelos para compreender a evolução da Ciência, tecnologia e engenharia. | |
| France (2018) | <ul style="list-style-type: none"> ○ Compreender o conceito de modelo; ○ Construir modelos. | <ul style="list-style-type: none"> ○ Transmitir a importância dos modelos na natureza da Ciência e da tecnologia. |

Hallström e Schönborn, 2019, pp. 5-7

Justi e Gilbert (2002) apontam como estratégias eficazes para a mudança conceitual, no ensino dos modelos, a intenção do professor explicar aos alunos o propósito de um modelo, a necessidade do professor planificar atividades práticas para proporcionar uma experiência significativa quando da construção de modelos, a análise e descrição das fontes científicas tidas como base para a construção do modelo em estudo e, por fim, a apresentação de diversas representações para um determinado modelo. Consideram ainda fundamental que sejam utilizados os modelos em diferentes contextos, que os alunos sigam o desenvolvimento de um modelo, que o possam reconstruir e ainda que possam identificar as forças e as limitações do modelo em estudo (citados por Hallström e Schönborn, 2019).

Davies e Gilbert (2003) defendem que o papel do professor é fundamental no ensino de estratégias que permitam ao aluno evoluir nas suas concepções. Para isso, o professor deve levar o aluno a criar imagens mentais de modelos, perceber que podem coexistir diferentes modelos para um determinado fenómeno, compreender que qualquer modelo tem associado uma componente teórica, que um modelo ajuda a fazer previsões, resolver problemas e pode ser alterado ao longo do tempo. Sugerem ainda que os modelos devem ser abordados no currículo como uma aprendizagem significativa e que os alunos devem compreender que estes encontram soluções para problemas reais, devendo, para essa descoberta, haver uma manipulação (citado por Hallström e Schönborn, 2019).

Vries (2013) alega que, para a mudança conceitual, é fundamental que o aluno utilize modelos como estratégia para falar sobre a natureza e para compreender a evolução na Ciência, na tecnologia e ainda na engenharia. Para isso, sugere a utilização da construção e reconstrução de modelos em sala de aula para diversas realidades (citado por Hallström e Schönborn, 2019).

France (2018) considera que os alunos alteram as suas concepções prévias através da compreensão do conceito e de tudo o que está associado a um modelo e da construção de modelos em sala de aula. Assim, sugere que o professor deve conseguir transmitir a importância dos modelos na

natureza da Ciência e da tecnologia, de forma que os alunos fiquem motivados a utilizá-los (citado por Hallström e Schönborn, 2019).

A análise das diferentes perspectivas permite conferir a complementaridade que todos os autores se conferem. A título conclusivo, é possível auferir que diferentes estratégias podem trazer diferentes resultados, dependendo do contexto e da recepção dos alunos às abordagens tidas em sala de aula. A evolução do conhecimento científico e sobre o conceito de modelo tem de ser um percurso caminhado a par e passo do professor com o aluno, ao longo dos anos de escolaridade. É importante não esquecer que quanto mais novos são os alunos, mais dificuldades terão em assimilar as características e propriedades dos modelos científicos, assim como a manuseá-los (Hallström e Schönborn, 2019; Chittleborough 2004).

Com as perspectivas apresentadas, é possível realçar a importância dos modelos curriculares no ensino das ciências, pois levam os alunos a compreender a Ciência como um processo em estudo e em desenvolvimento constante, e não como uma verdade estanque e absoluta. Na verdade, Justi (2011) defende que aprender através de modelos contribui para atingir com sucesso as finalidades defendidas e atribuídas por Hodson (1992, 2003, citado por Justi, 2011) ao ensino das ciências:

- Aprender Ciência: os alunos devem ter conhecimentos sobre a natureza, aplicações e limitações dos principais modelos científicos;
- Aprender sobre Ciência: os alunos devem compreender a natureza dos modelos e ser capazes de avaliar o papel dos mesmos no desenvolvimento e difusão dos resultados da investigação científica;
- Aprender a fazer Ciência: ser capaz de criar, expressar e comprovar os seus próprios modelos.

Aprender os modelos curriculares não é uma tarefa fácil para os alunos. Assim, para aprender os que constam nos programas, os professores devem ter em conta as ideias prévias dos seus alunos acerca do conteúdo a lecionar (modelos mentais), fazendo-os refletir e ter consciência das mesmas, para que, posteriormente, consigam ensinar ciências com base nos conhecimentos prévios existentes (Souza, 2013). Além disso, os professores devem fazer com que os alunos entendam as limitações dos seus modelos mentais e devem encaminhá-los para a melhoria ou reformulação dos mesmos. Seria desejável ainda proporcionar situações que façam os alunos compreender a forma como os modelos são produzidos, utilizados e abandonados na Ciência, utilizando estratégias de visualização, manipulação e montagem de modelos. Assim, os alunos manipulam modelos de fenómenos podendo, dessa forma, compreender o funcionamento desses mesmos fenómenos, bem como o dos modelos científicos

(Dourado e Leite, 2008). Apesar da importância dos modelos curriculares nas aulas de ciências, Coll, France e Taylor (2005) mencionam que estes são muitas vezes utilizados de forma inconsciente no ensino das ciências, pelo que a sua aprendizagem pode ser favorecida com a utilização frequente de diversos modelos e atividades com modelos (Dourado & Leite, 2008). Os modelos mais comuns para auxiliarem o ensino das ciências incluem maquetes, por exemplo para o sistema solar, que são contruídos com base em analogias, e atividades de visualização de modelos através de modelos, por exemplo o modelo da estrutura cristalina do cloreto de sódio (Dourado & Leite, 2008). O uso destes modelos em sala de aula poderá ir desde a visualização do modelo, estático ou dinâmico, até à construção de um modelo para representar um determinado fenómeno. Atividades de visualização de modelos podem ser muito relevantes para facilitar uma compreensão dos modelos curriculares, uma vez que essas atividades, com modelos estáticos e dinâmicos, têm como objetivo o contacto indireto com o fenómeno em estudo que, pela sua dimensão ou acontecimento temporal, não pode ser observado diretamente pelos alunos. Estas atividades podem incluir tanto a manipulação como a montagem, com indicações dadas pelo professor ou manual escolar adotado (Dourado & Leite, 2008). Além destas, é referido pelos mesmos autores que atividades de exploração de modelos e atividades de construção de modelos também são importantes. Nas primeiras, atividades de exploração de modelos, é pretendido que o aluno explore e manipule o modelo físico e as suas variáveis, de forma a compreender o fenómeno que representa. As segundas, atividades de construção de modelos, devem ser realizadas com diferentes níveis de abertura, desde situações em que o aluno constrói um modelo com base num modelo já conhecido, até situações onde não são dadas quaisquer indicações para a construção do referido modelo.

Para a construção de modelos, os alunos já devem possuir um conhecimento concetual, procedimental e de resolução de problemas razoável (Dourado & Leite, 2008).

3.4. Alguns estudos sobre as ideias dos alunos sobre modelos científicos e a sua evolução

Um estudo feito por Treagust, Chittleborough e Mamiala (2002, citados por Schwartz e Skjod, 2012), demonstrou que os alunos identificam modelos científicos como réplicas físicas de objetos ou fenómenos e, quando é pedido para referirem exemplos de modelos, estes indicam modelos não científicos como roupas ou brinquedos, não apresentando conhecimento sobre o papel dos modelos na comunidade científica. No entanto, essa conceção não é surpreendente, uma vez que os alunos não estão habituados a elaborar ou analisar modelos científicos (Chittleborough e Treagust, 2009).

Um estudo apresentado pelo Governo do Estado de Victoria (2020), além das ideias anteriormente referidas, refere que os alunos tendem a mencionar que os modelos servem para testar ideias e

processos não reais, considerando que é impossível utilizar modelos para analisar a realidade. Nesse estudo, os alunos referem não ser possível fazer alterações nos modelos e, por isso, quando não são válidos, devem ser abandonados imediatamente e criados modelos novos para fornecer explicações e previsões melhores. Este estudo refere ainda que poucos alunos têm a consciência de que testar e reformular modelos é extremamente útil na Ciência para uma melhor compreensão dos processos/estruturas que os cientistas procuram explicar. Além das ideias dos alunos sobre modelos já referidas, estes consideram que um modelo é mais valioso quando permite fazer previsões e que um modelo deixa de ser válido quando não consegue explicar todos os pormenores. Esse último aspeto é justificado com o facto de um modelo ser visto, pelos alunos, como uma representação completa da realidade a que se refere, pelo que deve ter em si todas as particularidades do fenómeno em estudo.

De forma a promover a evolução das ideias dos alunos sobre modelos científicos, alguns autores defendem que deve haver variedade nas fontes de informação fornecidas aos alunos para estes serem confrontados com diversas tipologias de fontes e diversos tipos de informação, de forma gradual (Chittleborough, 2004). Assim, Chittleborough (2004), no seu estudo, onde procurou investigar a forma como os estudantes de diferentes níveis de ensino compreendem os modelos e a construção de modelos, tomou como ponto de partida a análise das ideias prévias dos mesmos sobre modelos e sobre o papel dos modelos em Ciência. Numa primeira fase, procurou que os alunos compreendessem, através de modelos, as características de um fenómeno em estudo, isto é, das representações químicas da matéria. Numa segunda fase, pediu aos alunos que respondessem a um questionário sobre o propósito de cada modelo abordado na fase anterior. Na terceira fase, os alunos deveriam escolher duas conceções alternativas e, em grupo, justificá-las com o conhecimento já adquirido até então. Só num momento seguinte é que iniciou a abordagem ao papel dos modelos científicos na Ciência. Chittleborough (2004), concluiu que à medida que o nível de escolaridade era mais avançado os alunos apresentavam uma evolução maior nas suas ideias iniciais sobre modelos científicos.

3.5. As ideias dos alunos sobre a pele

Antes de aprenderem os conteúdos, os alunos possuem conceções alternativas sobre o que é a pele, sendo que quanto mais novos, mais distantes das ideias científicas se encontram. Nesse sentido, foram analisados estudos com crianças de várias faixas etárias, de forma a perceber como evoluem as suas conceções sobre a pele. Bajd e Brecko (2011) averiguou as ideias prévias sobre a pele das crianças à entrada na escolaridade obrigatória (5-6 anos). Nestas idades, as crianças referem que a pele é o corpo de um ser humano e que serve para guardar o sangue dentro do corpo. Quando são questionados do

motivo pelo qual transpiramos, a maioria das crianças alega que é por termos o corpo quente. Ao ouvirem a pergunta “Toda a gente tem a mesma cor de pele?”, a resposta mais mencionada é “não, porque as pessoas negras têm a pele preta e as pessoas brancas têm a pele branca ou castanha” e ao serem questionados sobre como podemos proteger a pele, respondem que basta usar protetor solar. As crianças referem ainda que os animais “podem ter pelo, penas ou escamas para não terem frio” e, quando são questionados sobre o que podemos sentir com a pele, respondem que com a pele podem “segurar e tocar nas coisas” e ainda “sentir o quente e o frio”. Completam as suas ideias mencionando que quando há um corte na pele “sai muito sangue” e comunicam que quem lhes transmitiu toda a informação que sabem foram os familiares.

Tarouco et al. (2017), no seu estudo com crianças em idade escolar, constataram que estas tendem a referir que a pele não constitui um órgão do corpo humano, não sabendo identificar as partes constituintes “epiderme”, “derme” e “hipoderme”. Além destas conceções, Alves (2016) refere que os alunos do 5.º ano de escolaridade fazem representações básicas da pele, incluindo apenas duas camadas (epiderme e derme). O autor do estudo refere ainda que os alunos falam do pelo como se pertencesse exclusivamente à epiderme, nunca representando o folículo.

Cardoso (2017) fez o seu estudo com alunos do 9.º ano de escolaridade tendo constatado que os alunos consideram a pele como um órgão constituído por duas camadas, sendo capazes de nomear as funções da pele e reconhecer que esta carece de cuidados.

A análise dos estudos apresentados parece indicar que com o aumento da escolaridade, os alunos vão construindo conceitos mais aproximados aos cientificamente aceites, mesmo que ainda cometam incorreções científicas.

3.6. As ideias dos alunos sobre microrganismos

Várias são as ideias dos alunos sobre microrganismos. Um estudo feito por Bernardi et al. (2019) permitiu constatar que os alunos dos anos iniciais de escolaridade tendem a não considerar possível que os microrganismos estejam presentes em todo o lado, selecionando locais com maior sujidade para referir a sua localização. Além disso, consideram que todos os microrganismos são seres muito pequenos e prejudiciais, trazendo doenças ao ser humano. Quando questionados, a maioria dos alunos não identifica nomes de microrganismos, havendo uma minoria que nomeia vírus, bactérias e insetos. Quando lhes é pedido para representar um microrganismo, grande parte dos alunos desenha insetos, uma estrutura circular com cílios ou estruturas amebóides com rostos maus/bons.

Allen (2010), nas conclusões do seu estudo refere que os alunos consideram os microrganismos invisíveis, prejudiciais à vida humana e que as bactérias e os insetos pertencem aos mesmo grupo animal porque são “bichos”. Os alunos tendem a referir ainda que o interior do corpo humano não tem microrganismos, sendo o habitat exclusivo destes o meio ambiente. Zômpero e Júnior (2003) acrescentam que os alunos identificam a água, o ar e os alimentos como o veículo de transmissão de microrganismos, confundindo-os com doenças. Os alunos associam os microrganismos a doenças, referindo que não são todos iguais porque, uma vez que os microrganismos causam doenças e existe uma grande variedade de doenças, os microrganismos não podem ser todos iguais (Trindade 2014).

O estudo de Gonçalves (2012) acrescenta que os alunos tendem a considerar que os microrganismos não podem ser utilizados na indústria alimentar, uma vez que são perigosos para o ser humano. Além disso, consideram que as vacinas e antibióticos servem para matar microrganismos patogénicos e curar doenças humanas.

Karadon e Sahin (2010), com o seu estudo, concluem que as principais fontes de informação dos alunos sobre microrganismos são os programas de televisão e os noticiários de televisão/rádio, assumindo os media um importante papel na informação a transmitir às crianças em idade escolar. Concluem ainda que os alunos não têm muito conhecimento sobre a forma, a importância nas indústrias e a relação dos microrganismos com a higiene.

No que concerne às bactérias, os alunos identificam-nas como uma doença que podem contrair quando estão em contacto com algo sujo ou com falta de higiene, essencialmente em hospitais ou locais públicos (Silveira et al, n/d).

IV – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO E INVESTIGAÇÃO

4.1. Metodologia de Ensino

A intervenção pedagógica idealizada e concebida para os 1.º e 2.º ciclos do ensino básico assentou na temática “modelos científicos” e teve como objetivos:

- Consciencializar os alunos para a importância dos modelos em ciências;
- Desenvolver a conceitualização dos alunos sobre modelos científicos e sua evolução;
- Familiarizar os alunos com modelos curriculares do 4.º e 6.º ano de escolaridade;
- Desenvolver atitudes positivas face ao uso de modelos em ciências.

Estes objetivos encontram-se explicitamente apresentados em alguns documentos reguladores do 6.º ano de escolaridade, não tendo sido encontrada menção explícita nos documentos reguladores do 1.º ciclo. Contudo, como se refere na introdução ao programa de Estudo do Meio do 1.º ciclo, a estrutura é aberta e flexível, cabendo aos professores recriar o programa de modo a atender aos diversos pontos de partida e ritmos de aprendizagem dos alunos, atendendo aos seus interesses e necessidades. Também o “Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória” prevê que os alunos utilizem modelos “para explicar um determinado sistema, para estudar os efeitos das variáveis e para fazer previsões acerca do comportamento do sistema em estudo” (Martins et al, 2017). Embora os alunos de níveis iniciais possam sentir mais dificuldades, a temática dos modelos poderá ser introduzida, uma vez que através do uso e construção de modelos são desenvolvidas atitudes positivas e competências como o raciocínio e a argumentação em ciências, competências previstas para serem desenvolvidas a partir do 1.º ciclo do Ensino Básico (Martins et al, 2017). No que se refere ao 2.º ciclo do Ensino Básico, o documento “Aprendizagens Essenciais de Ciências Naturais – 6.º ano” refere que os alunos devem “construir, usar e avaliar modelos que representem estruturas e sistemas” (DGE, 2018, pp.7-8).

De modo a implementar estes objetivos, escolheram-se os blocos “corpo humano” no 1.º ciclo e “microrganismos” no 2.º ciclo, previstos nos programas curriculares dos respetivos anos de escolaridade, mais concretamente, no assunto “pele” do 1.º ciclo e no assunto “bactérias” no 2.º ciclo. No 4.º ano os modelos curriculares estudados sobre a pele permitem aos alunos atingir os objetivos programáticos: identificar a função de proteção da pele e identificar alguns cuidados a ter com a exposição ao sol. No caso do 6.º ano de escolaridade, os modelos curriculares estudados sobre os microrganismos permitem aos alunos atingir os objetivos programáticos: enunciar uma doença provocada por bactérias, indicar mecanismos de barreira naturais do corpo humano à entrada de agentes patogénicos e referir o modo como atuam os mecanismos de defesa interna do organismo humano.

O desenho da intervenção pedagógica nos 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico teve subjacente aspetos da perspetiva construtivista social para uma abordagem do assunto “modelos científicos”. Assim, assumiu-se que o aluno aprende melhor quando é confrontado com atividades que impliquem um desafio cognitivo adequado, nem demasiado complexo, nem muito simplista, chegando assim à teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal. A teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal defende que o aluno só é capaz de reproduzir o que está ao alcance do seu nível de desenvolvimento, que o professor atua como agente metacognitivo, monitorizando e encaminhando o trabalho do aluno, e que o aluno deve ganhar maior autonomia e controlo no desenvolvimento das tarefas à medida que vai desenvolvendo as suas capacidades (Vygotsky, citado por Fino, 2001). Nesta perspetiva, o aluno deve ter um papel ativo em todo o processo de construção do seu conhecimento (Bidarra e Festas, 2005) e deve ser exposto a:

“reconstruções sucessivas das estruturas mentais, processo esse que passa por momentos de equilíbrio – desequilíbrio – reequilíbrio, entre as ações do sujeito e o objeto sobre o qual esse atua, o que caracteriza a génese do conflito cognitivo” (Ferreira e Fernandes, 2012, p. 37)

Mas esta perspetiva não se centra só no aluno, assume que as aprendizagens são o resultado da interação do aluno com o mundo e com o outro, sendo fundamental as oportunidades oferecidas pelo meio cultural e social em que vive (Rosatelli, Souza e Wazlawick, 2004). Numa perspetiva sócio construtivista defende-se que o conhecimento não pode ser desassociado da componente social e, por isso, o aluno constrói-o através da interação com o outro (Laburú e Arruda, 2002). Nesta linha de pensamento, Airasian e Walsh (1997) afirmam que, dependendo do meio social envolvente, o conhecimento adquirido pelo aluno tem um significado único a si mesmo ou à sua cultura, não sendo possível classificar o saber como absoluto (citados por Laburú e Arruda, 2002). No contexto escolar, é essencial que o professor assuma o papel de mediador e proporcione as devidas experiências aos seus alunos (Rosatelli, Souza e Wazlawick, 2004), tendo sempre em conta as ideias prévias, a cultura e o contexto social dos mesmos (Queiroz e Barbosa-Lima, 2007).

Inserida nesta perspetiva socio construtivista, as propostas de intervenção tiveram por base a metodologia de Gilbert e Justi (2016) sobre aprendizagem de modelos científicos, explicitada no capítulo III do presente relatório. Assim sendo, a proposta de intervenção foi desenhada tendo em mente as diferentes etapas da metodologia proposta pelos autores.

É de referir que no 6.º ano de escolaridade esta proposta de intervenção pedagógica, embora prevista para ser implementada no ano letivo 2019/2020, não foi operacionalizada devido, como explicitado no capítulo II do presente relatório, à situação pandémica COVID-19 atravessada à data.

4.1.1. Enquadramento Curricular dos Temas e Conteúdo das Intervenções

A intervenção pedagógica idealizada e concebida para os 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico assentou na temática “modelos científicos”, introduzindo, assim, novas visões e métodos científicos aos alunos. Para a aplicação do referido tema, foram abordados os blocos “corpo humano” no 1.º ciclo e “microrganismos” no 2.º ciclo, previstos nos programas curriculares dos respetivos anos de escolaridade. Assim, o bloco abordado no 1.º ciclo, integrou o conteúdo “pele” e no 2.º ciclo integrou o conteúdo “bactérias”.

A abordagem dos referidos conteúdos e temática não foi isolada dos objetivos delineados pelo Ministério da Educação e, por esse motivo, os objetivos apensos a este projeto, presentes nos diversos documentos orientadores da prática pedagógica docente, serão apresentados de seguida.

O documento “Aprendizagens Essenciais de Ciências Naturais – 6.º ano” prevê que os alunos devam “construir, usar e avaliar modelos que representem estruturas e sistemas” (DGE, 2018, pp.7-8). Embora as “Aprendizagens Essenciais de Estudo do Meio – 4.º ano” não prevejam o estudo de modelos científicos, referem que os alunos devem “reconhecer o contributo da ciência para o progresso tecnológico e para a melhoria da qualidade de vida” (DGE, 2018, p.2), sendo este tópico diretamente relacionado com modelos científicos.

No documento “Organização curricular e programas” é referido que os alunos devem:

- Desenvolver atitudes e valores relacionados com responsabilidade, tolerância, cooperação e respeito pelas diferenças;
- Utilizar, em situações concretas, instrumentos de observação e medida, como por exemplo, a lupa;
- Registrar o que observam;
- Manipular e explorar materiais.

(Ministério da Educação, n/d)

Indo ao encontro das estratégias utilizadas para trabalhar temática em estudo, o documento “Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória” refere que os alunos devem ser capazes de:

- Transformar a informação em conhecimento;
- Convocar diferentes conhecimentos, de matriz científica e humanística, utilizando diferentes metodologias e ferramentas para pensarem criticamente;
- Desenvolver novas ideias e soluções, de forma imaginativa e inovadora, como resultado da interação com outros ou da reflexão pessoal, aplicando-as a diferentes contextos e áreas de aprendizagem;

- Estabelecer relações entre conhecimentos, emoções e comportamentos;
- Manipular e manusear materiais e instrumentos diversificados para controlar, utilizar, transformar, imaginar e criar produtos e sistemas.

(Martins et al, 2017)

A intervenção pedagógica no primeiro ciclo do Ensino Básico consiste na aplicação de uma estratégia de cariz construtivista para uma abordagem do assunto “modelos científicos”, na unidade temática “pele”, do 4.º ano de escolaridade.

Uma estratégia construtivista, segundo Vygotsky (1977), defende que a aprendizagem só é eficaz quando é feita com base na interação direta entre o aluno e o objeto em estudo. Neste sentido, a construção do conhecimento ocorre através de aproximações sucessivas ao objeto, sendo que o conhecimento é adquirido por descentrações cognitivas ocorridas ao longo do processo de ensino. Assim, o aluno sente a necessidade de desenvolver formas de pensamento objetivo para conseguir explicar e formular teorias sobre o funcionamento da realidade (citado por Ferreira e Fernandes, 2012)

Desenvolvendo a teoria construtivista, Piaget (1995-1997) alega que é inato, na criança, o questionamento da realidade e, por isso, a aprendizagem deve ser orientada para a resolução de problemas de forma a estimular o seu desenvolvimento. Assim, os alunos devem:

- Ser confrontados com situações que, para as quais, não tenham respostas imediatas;
- Refletir sobre a problemática em estudo e arranjar diversos modos de resolução;
- Tomar consciência que as soluções que arranjaram podem ser passíveis de abandono.

(citado por Ferreira e Fernandes, 2012)

Piaget (1995-1997) refere ainda que o professor tem o papel fundamental de provocar um desequilíbrio cognitivo moderado, para que o aluno passe por um processo de assimilação e adaptação que lhe permita o desenvolvimento de ideias direcionadas para a aprendizagem efetiva. Para isso, o professor deve:

- Criar contextos de discussão e reflexão;
- Preparar meios de verificação ou refutação dos argumentos dos alunos;
- Observar e analisar os dados alegados pelos alunos;
- Variar as estratégias de ensino em função dos objetivos de aprendizagem.

(citado por Ferreira e Fernandes, 2012)

Visto que a abordagem dos modelos científicos se encontra contextualizada na unidade temática “pele”, o desenho desta intervenção pedagógica teve em conta os seguintes objetivos de aprendizagem, contemplados no programa da disciplina de Estudo do Meio:

- Identificar as funções da pele;
- Identificar alguns cuidados a ter com a exposição ao sol;

Além dos objetivos elencados no programa da disciplina de Estudo do Meio, foram listados, para o desenvolvimento da proposta de intervenção, os seguintes objetivos:

- Definir modelo científico;
- Identificar características dos modelos científicos;
- Analisar modelos científicos;
- Construir modelos.

A proposta de intervenção pedagógica no segundo ciclo, consiste na idealização e concepção de uma estratégia de cariz sócio construtivista para uma abordagem do assunto “modelos científicos”. Para tal, foi escolhida a unidade temática “microrganismos”, do 6.º ano de escolaridade. Esta proposta de intervenção pedagógica, conforme referido anteriormente, embora prevista para ser implementada no ano letivo 2019/2020, não foi operacionalizada devido, como explicitado no capítulo II do presente relatório, à situação pandémica COVID-19 atravessada à data.

Ao ter subjacente uma perspetiva de ensino e de aprendizagem sócio construtivista, esta estratégia de intervenção assume que as aprendizagens são o resultado da interação do aluno com o mundo e com o outro, sendo fundamental as oportunidades oferecidas pelo meio cultural e social em que vive (Rosatelli, Souza e Wazlawick, 2004). No contexto escolar, é essencial que o professor preveja mecanismos de ajuda ao aluno para que este possa de modo cada vez mais autónomo, desenvolver as suas estruturas mentais, superando o “pensamento de senso comum” (Laburú e Arruda, 2002). Assim o professor constitui um elemento essencial para esta perspetiva, devendo assumir o papel de mediador de ensino e proporcionar as devidas experiências aos seus alunos (Rosatelli, Souza e Wazlawick, 2004), tendo sempre em conta as ideias prévias, a cultura e o contexto social dos mesmos (Queiroz e Barbosa-Lima, 2007). Inserida nesta perspetiva socio-construtivista, a proposta de intervenção teve por base a metodologia de Gilbert e Justi (2016) sobre aprendizagem de modelos científicos, explicitada no capítulo III do presente relatório. Assim, esta proposta de intervenção foi desenhada tendo em mente os seguintes objetivos:

- Desenvolver a alfabetização científica;
- Construir modelos para representação de estruturas e sistemas;
- Desenvolver nos alunos a compreensão de um modelo científico;
- Compreender o papel dos modelos na Ciência;
- Desenvolver capacidades reflexiva e explicativa.

Para além disso, atendendo a que a abordagem dos modelos científicos foi integrada na unidade temática “microrganismos”, o desenho desta intervenção pedagógica teve em conta os seguintes objetivos de aprendizagem, contemplados no programa da disciplina de Ciências Naturais:

- Distinguir microrganismos patogénicos de microrganismos úteis ao ser humano;
- Explorar o modo como os microrganismos podem provocar agressões no ser humano;
- Reconhecer a existência de mecanismos de barreira naturais no corpo humano;
- Enunciar doenças provocadas por bactérias;
- Indicar mecanismos de barreira naturais do corpo humano à entrada de agentes patogénicos;
- Referir o modo como atuam os mecanismos de defesa interna do organismo humano.

4.1.2. Objetivos da Intervenção no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico

A intervenção pedagógica inerente aos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico teve subjacente os objetivos a seguir enunciados, tendo em conta as temáticas escolhidas para cada ciclo:

- (Re)construir as ideias dos alunos sobre o que são e para que servem os modelos científicos;
- Compreender a importância dos modelos na evolução do conhecimento científico;
- (Re)construir os modelos dos alunos sobre a pele e as bactérias aproximando-os dos modelos curricularmente aceites;
- Fazer uso de modelos curricularmente aceites sobre a pele e sobre as bactérias para explicar fenómenos do mundo natural;
- Aprender a usar um modelo;
- Aprender a rever um modelo;
- Aprender a reconstruir um modelo;
- Aprender a construir um modelo novo.

4.1.3. Plano Geral da Intervenção e Descrição da Intervenção Pedagógica no 1.º Ciclo do Ensino Básico

Tendo em conta todos os objetivos desta proposta, idealizaram-se e conceberam-se 4 sessões, desenhadas de modo a envolver os modos de resolução grupais: pequeno grupo e grupo turma. As atividades planeadas para as quatro sessões de projeto inicialmente previstas e autorizadas, encontram-se descritas no quadro 3. Contudo, estas sessões após o seu desenho não foram implementadas como

concebidas devido a fatores de natureza burocrática do estabelecimento de ensino. Como resultado, em vez de quatro sessões foram lecionadas apenas duas para o projeto, tendo este sido adaptado, de forma inevitável, num escasso intervalo de tempo. As alterações exigidas aconteceram após a primeira aula de projeto lecionada, tendo esta acontecido conforme planejado inicialmente.

Descrição da intervenção pedagógica como elaborada

Quadro 3: Descrição da intervenção pedagógica idealizada e concebida para o 4.º ano

| | Momentos de Aprendizagem | Conteúdos | Atividades de Aprendizagem | Modo de Operacionalização |
|------------|---|--|--|--|
| 1.ª sessão | <p>Conceito de modelo científico.</p> <p>Caraterização da pele.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Modelo científico; - Definição de pele - Descrição da pele - Funções da pele - Representação e análise de um modelo para a pele com base na informação recolhida | <ul style="list-style-type: none"> - Construção do conceito de modelo científico; - Análise da pele com vista à sua descrição; - Reflexão sobre caraterísticas e funções da pele. | <ul style="list-style-type: none"> - Pequenos grupos - Grupo turma |
| 2.ª sessão | <p>Construção de uma representação da pele.</p> <p>Modelo curricular para a pele.</p> | <p>Modelo científico da pele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicações; - Previsões; - Limitações. | <ul style="list-style-type: none"> - Construção de uma representação da pele; - Análise de modelos científicos da pele; | <ul style="list-style-type: none"> - Pequenos grupos - Grupo turma |
| 3.ª sessão | <p>Análise de modelos da pele.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Análise de modelos científicos; - Funções das terminações nervosas; - Conceito de melanina | <ul style="list-style-type: none"> - Análise e confronto de diversos modelos científicos; - Utilização de modelos para reconhecimento de outras características da pele. | <ul style="list-style-type: none"> - Pequenos grupos - Grupo turma |

| | | | | |
|------------|--------------------------------|---|---|---------------|
| 4.ª sessão | Modelos da pele e vida humana. | - Exposição solar e a pele; - Pele artificial. | - Relação entre exposição solar e a pele; - Relação entre modelos científicos e o melhoramento da vida humana. | - Grupo turma |
|------------|--------------------------------|---|---|---------------|

1.ª sessão

A primeira sessão tinha como objetivo a consciencialização dos alunos para as suas ideias acerca dos modelos científicos. Para isso, seria necessário escutar as ideias prévias dos alunos, questionando-os e refletindo sobre as suas respostas. Para esse questionamento foram pensadas as seguintes questões: “O que são modelos?” e “O que é a pele?”.

Uma vez verbalizadas as ideias dos alunos, as respostas seriam registadas e agrupadas no quadro e a partir daí emergiram questões a responder ao longo das tarefas do projeto. As questões que poderiam emergir eram:

- Para que servem os modelos?
- Para que serve a pele?
- Quais são as características da pele?
- Porque é que existem diversos tons de pele?

Num segundo momento, os alunos juntar-se-iam em grupos de trabalho de quatro/cinco elementos cada um e receberiam o livro “Sou cientista e estudo a pele” (anexo 1). Seria explicado aos alunos que se tratava de um caderno com várias tarefas para o estudo do tema pele e onde se iriam registar as respostas às atividades propostas. Seria ainda referido que as tarefas iriam ser realizadas nos grupos de trabalho.

Nesta sessão, iriam ser trabalhadas as tarefas 1 e 2 do livro “Sou cientista e estudo a pele” (anexo 1). Assim, após uma conversa com os alunos sobre as suas ideias sobre a pele e de uma breve introdução à pele na qual se iria referir que era o maior órgão do corpo humano, seria solicitado aos alunos, que em grupo, realizassem a tarefa 1 na qual se pretendia que os alunos tomassem consciência sobre as suas ideias acerca das propriedades da pele. Como resultado, poderiam emergir ideias simplistas nos grupos de trabalho, designadamente que a pele era tinha uma tonalidade clara, que servia para cobrir o interior do corpo e que era com ela que tinham sensações como frio/calor. A partir destas concepções

surgiria uma reflexão, em grupo turma, sobre alguma destas ideias seria ou não uma concepção alternativa.

Com vista a aprofundar e a evoluir as ideias dos alunos sobre a pele, iria ser solicitado aos alunos que realizassem a tarefa 2 (anexo 1). Aqui, com a ajuda de uma lupa, os alunos observariam a sua pele de forma a complementarem os registos da tarefa 1 e, de seguida, preencheriam o quadro presente na tarefa 2 (anexo 1) com as características da pele a que o grupo chegou.

Por fim, em grupo turma, analisar-se-ia as diferentes características da pele encontradas pelos pequenos grupos e, após uma reflexão conjunta e consulta do manual escolar, identificar-se-ia as funções da pele (protetora, termorreguladora, excretora e sensorial).

2.ª sessão

A segunda sessão abordaria as tarefas 3, 4 e 5 do livro “Sou cientista e estudo a pele” (anexo 1) e tinha como objetivos delineados a construção pelos alunos de uma representação da pele e análise da qualidade das suas representações. Com base nas características e funções da pele estudadas na sessão 1, cada grupo tinha o objetivo de elaborar uma representação para a pele e legendar o seu modelo. De seguida, os alunos apresentariam os seus desenhos e, para isso, cada grupo dirigir-se-ia ao quadro para mostrar a sua representação da pele. Apenas se colocariam no quadro representações distintas.

Com base nas representações, seria solicitado aos alunos que explicassem e fizessem previsões sobre fenómenos com base nos vários modelos apresentados, seguindo o guião de exploração:

Guião de Exploração

- Que alterações poderemos fazer nas representações para melhor explicar esta situação?
- Será que a melhor representação ainda é limitada?
- Poderá esta representação explicar por que motivo há pessoas que têm a pele mais gordurosa do que outras?

Com a análise das várias respostas discutidas na aula e a melhoria dos vários modelos esperava-se que o modelo dos alunos se aproximasse progressivamente do modelo cientificamente aceite.

Uma vez efetuadas as alterações, os alunos seriam convidados a analisar o modelo curricular sobre a pele, presente na tarefa 4 (anexo 1). A compreensão do modelo requer que os alunos apresentem os significados das palavras que se encontram na legenda: “poro”; “glândula”; “sebácea”; “sudorípara”

(anexo 1), através da pesquisa no dicionário físico ou digital e compreendam a função de cada constituinte da pele representado. Após a análise do modelo ser feita, a turma seria questionada se essa representação explica a situação “Por que motivo há pessoas que transpiram mais do que outras?”, cuja melhor representação da turma não era capaz de explicar.

A sessão finda com tarefa 5, onde será feita uma comparação de ambos as representações (melhor modelo da turma e o modelo curricular). No final da sessão os alunos são informados sobre o que são modelos em Ciência.

3.ª sessão

A terceira sessão abordaria as tarefas 6 e 7 do livro “Sou cientista e estudo a pele” (anexo 1), tendo como objetivos delineados a continuação da construção do conceito de modelo científico, a análise de modelos científicos mais complexos para que os alunos compreendessem que os modelos em Ciência também sofrem alterações, de modo a explicar e prever aspetos que um dado modelo não contempla. Assim, tendo por base as funções das terminações nervosas e a melanina seria dada aos alunos a ficha informativa da tarefa 6, que se encontra no livro “Sou cientista e estudo a pele” (anexo 1). Uma vez discutida a informação apresentada, os alunos seriam confrontados com uma nova questão: “Será que este modelo permite explicar o motivo pelo qual existem vários tons de pele?”. Esta nova questão implica que os alunos compreendessem por que motivo existem diferentes tons de pele. Para tal, o conceito de melanina seria introduzido a partir da exploração do modelo do anexo 2. De modo a explorar o novo modelo apresentado, seriam apresentadas aos alunos questões orientadoras, de forma a protagonizar um debate em grupo turma, para melhor compreenderem o modelo. Para tal, realizou-se o seguinte guião de exploração:

Guião de Exploração

- Sabemos que todos nós temos um tom de pele diferente, umas são mais claras e outras mais escuras. Com a ajuda deste modelo (anexo 2), quem nos consegue explicar porque é que isso acontece?
- Então, se temos tons de pele diferentes, seremos sensíveis aos raios UV da mesma forma? Porquê?
- Que cuidados devemos ter com a exposição solar?

Num momento seguinte seriam abordadas, em forma de debate em grupo turma, as vantagens e desvantagens da exposição solar, os tipos de queimaduras solares e como agir em caso de queimadura solar.

Após os alunos compreenderem que as queimaduras podem originar danos irreversíveis às células da pele, seria apresentado o grupo de investigação 3B's da Universidade do Minho, que trabalham modelos de pele artificial. Com esta apresentação, os alunos verificariam a importância dos modelos no desenvolvimento científico e na melhoria da vida humana.

4.ª sessão

A quarta sessão encerraria as tarefas do livro “Sou cientista e estudo a pele” (anexo 1), tendo como objetivo sistematizar os conhecimentos sobre modelos científicos.

Descrição da intervenção pedagógica como implementada

Como referido anteriormente, estas sessões, após o seu desenho, não foram implementadas como concebidas devido a fatores de natureza burocrática do estabelecimento de ensino. Como resultado, a primeira sessão decorreu como inicialmente prevista e, na segunda sessão, após um brainstorming e uma sensibilização inicial para os diferentes tipos de tons de pele, foi apresentado o modelo do anexo 2 e colocadas as seguintes questões, presentes no próximo guião de exploração de forma a protagonizar um debate em grupo turma, para melhor compreenderem o modelo:

Guião de Exploração

- Sabemos que todos nós temos um tom de pele diferente, umas são mais claras e outras mais escuras. Com a ajuda deste modelo (anexo 2), quem nos consegue explicar porque é que isso acontece?
- Então, se temos tons de pele diferentes, seremos sensíveis aos raios UV da mesma forma? Porquê?
- Que cuidados devemos ter com a exposição solar?

Num momento seguinte foram abordadas, em forma de debate em grupo turma, as vantagens e desvantagens da exposição solar, os tipos de queimaduras solares e como agir em caso de queimadura solar.

Após os alunos compreenderem que as queimaduras podem originar danos irreversíveis às células da pele, foi apresentado o grupo de investigação 3B's da Universidade do Minho, que trabalham modelos de pele artificial. Com esta apresentação, os alunos verificaram a importância dos modelos no desenvolvimento científico e na melhoria da vida humana.

4.1.4. Proposta de Intervenção Pedagógica para o 2.º Ciclo do Ensino Básico

Tendo em conta os objetivos desta proposta de intervenção, idealizaram-se e conceberam-se cinco atividades de aprendizagem desenhadas de modo a envolver diferentes modos de resolução: individual, pequeno grupo e grupo turma. A proposta de intervenção encontra-se estruturada em 5 momentos de aprendizagem, que compreendem os conteúdos científicos a abordar, as tarefas a realizar e o modo de operacionalização a adotar em cada momento. É importante referir que, antes da implementação da proposta, os alunos já abordaram a temática dos microrganismos, sabendo da existência de microrganismos benéficos e patogénicos. A referida proposta encontra-se presente no quadro 4.

Quadro 4: Descrição da intervenção pedagógica idealizada para o 6.º ano

| | Momentos de Aprendizagem | Conteúdos | Atividades de Aprendizagem | Modo de Operacionalização |
|-------------|---|--|--|---|
| 1.º momento | Aprender um modelo curricular. | - Modelo científico. | Atividade de evolução conceitual sobre o conceito de modelos científicos. Atividade de representação do modelo de uma bactéria. | - Individual; - Pequenos grupos; - Grupo turma. |
| 2.º momento | Aprender a usar modelos. | - Modelo curricular da bactéria. | Atividade de inferência sobre o que acontece à bactéria quando entra no organismo humano. | - Pequenos grupos. |
| 3.º momento | Aprender a rever modelos. | | Atividade de aperfeiçoamento do modelo da bactéria para uma nova situação. | - Pequenos grupos; |
| 4.º momento | Aprender a reconstruir um modelo. | - Modelo da bactéria; - Forma de atuação da bactéria. | Atividade de reconstrução do modelo da bactéria em estudo. | - Pequenos grupos; |
| 5.º momento | Apresentação dos modelos finais à comunidade escolar. | | Atividade de exposição dos trabalhos finalizados. | - Pequenos grupos. |

1.º momento

Segundo Gilbert e Justi (2016), a primeira etapa de uma metodologia de ensino baseada em modelos científicos, consiste em aprender um modelo curricular. Contudo, antes dos alunos aprenderem um dado modelo curricular, é necessário que comecem a conceptualizar o que é um modelo em Ciência.

Sobre o conceito de modelo científico os alunos possuem muitas ideias prévias, como é referido na literatura, algumas revistas no capítulo III deste trabalho. Tendo em conta este aspeto, a primeira

atividade “Modelos em Ciência” (anexo 3), teve como objetivo contribuir para a evolução da conceção dos alunos sobre modelos científicos. Esta atividade (anexo 3) foi estruturada tendo em conta o modelo de ensino orientado para a mudança conceitual, o qual inclui as seguintes fases:

- Apresentação do tema;
- Consciencialização das ideias prévias;
- Criação do conflito cognitivo;
- Apresentação da nova teoria;
- Comparação da teoria velha com a teoria nova.

(Pozo, 1987, citado por Leite, 1993)

A fase de “criação do conflito cognitivo” poderia ter sido idealizada recorrendo a vários recursos, como por exemplo, a leitura de textos (Urquijo, 2000). Contudo, no presente trabalho pensou-se na elaboração de entrevistas a microbiólogos de modo que estes pudessem dialogar com os alunos sobre o seu trabalho. A escolha da entrevista teve em consideração o facto de este texto ser abordado na disciplina de Português do 6.º ano (Buesco et al., 2015).

Uma vez elaborado o guião para a entrevista em pequenos grupos de trabalho, este deveria ser posto em prática entrevistando cientistas portugueses que trabalhem em microbiologia, de ambos os sexos e, se possível, de diferentes origens étnicas, contribuindo para desmistificar a imagem do cientista. Quando a imagem do cientista não é abordada junto dos alunos, estes tendem a considerar o cientista uma figura do sexo masculino, com alguma idade, careca, que faz uso de óculos e bata branca, que trabalha sozinho e faz experiências (por norma com resultados imprevisíveis) num laboratório ou cave, com o objetivo de fazer descobertas (Reis, Rodrigues e Santos, 2006).

Uma vez que os cientistas não falam só de modelos científicos por si só, mas também dos modelos científicos com que trabalham, é fundamental que na escolha dos cientistas se escolham aqueles que laborem diretamente com microrganismos e que estes sejam abordados nos programas do 6.º ano, em Ciências Naturais. Deste modo, estas entrevistas podem ser usadas para explorar os conteúdos do programa. Um desses microrganismos são as bactérias. Posto isto, escolher-se-iam microbiólogos cuja área de investigação é centrada nas bactérias para que os alunos possam após as entrevistas discutir ideias. Assim, procurar-se-ia, posteriormente, fazer uso das explicações dos cientistas sobre bactérias e sobre o seu mecanismo de atuação para se introduzir o modelo curricular presente no manual adotado (anexo 4). Desta forma, dar-se-ia início à segunda parte da atividade 1 (anexo 5).

Esta segunda parte da atividade (anexo 5) daria resposta direta à primeira etapa da proposta de Gilbert e Justi (2016) sobre aprender através de modelos científicos, que defende que o aluno deve

aprender um modelo curricular. Assim, os alunos em grupo deveriam criar um esquema com as informações disponibilizadas através das entrevistas feitas aos microbiólogos e, de seguida, confrontar essa informação com a informação presente no modelo do manual adotado (anexo 4): Após os ajustes necessários, a representação deveria ser partilhada e discutida com o professor e grupo turma. O confronto de ideias, desejavelmente, permitiria que o aluno se deparasse com diferentes representações, sendo obrigado a refletir sobre as mesmas. Após o confronto e discussão dar-se-ia conta das eventuais fragilidades nos esquemas criados pelos alunos de modo a conduzi-los aos modelos curricularmente aceites. No final desta atividade seria desejável que os alunos compreendessem o que são modelos científicos e que fossem capazes de representar, a partir de uma descrição, um modelo simples de uma bactéria.

Com base na literatura com o desenrolar desta atividade é esperado que sobre bactérias os alunos apresentem ideias relacionadas com inutilidade, por os considerarem como seres patogénicos, não reconhecendo os seus diversos benefícios (Gonçalves, 2012). É possível que estas ideias sejam usadas para interpretar as explicações verbais dos cientistas, formando assim um modelo híbrido que, como refere Gilbert e Justi (2016), resulta da junção de distintas partes de diferentes modelos num modelo só.

2.º momento

Segundo Gilbert e Justi (2016), a segunda etapa de uma metodologia de ensino baseada em modelos científicos, consiste em aprender a usar um modelo curricular.

Assim, nesta etapa, os alunos trabalham com o modelo curricular da bactéria presente no anexo 6, seguindo o guião da atividade do mesmo. Esta atividade tem como objetivo a formulação de explicações e previsões através do modelo em estudo.

Uma vez entregue o guião da atividade, os alunos devem fazer uma análise exaustiva do esquema apresentado, dando resposta às questões expostas, refletindo e apresentando conclusões. Neste processo, os alunos adquirirão competências de análise, de reflexão e de confronto de várias ideias científicas, previstas no perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória (Martins e outros, 2017).

Os alunos deverão concluir que o modelo apresentado serve para responder à questão-problema 1: “O que acontece à bactéria ao chegar à célula para produzir a Peste Negra?”, mas não serve para responder à questão-problema 2: “De que forma os antibióticos conseguem combater uma infeção provocada por uma bactéria?”. É aqui que integram o 3.º momento da metodologia proposta por Gilbert e Justi (2016), “aprender a rever modelos”.

3.º momento

Para fazer uma revisão de um modelo é fundamental que os alunos confrontem as várias informações e conhecimentos adquiridos até então no decorrer do projeto, bem como as novas informações a serem cedidas.

Assim, nesta etapa, os alunos terão de questionar o modelo em estudo, bem como o seu próprio modelo criado previamente, de forma a equacionarem soluções para que este lhes responda à questão “De que forma os antibióticos conseguem combater uma infecção provocada por uma bactéria?”. Para isso deverão seguir o guião de atividade, presente no anexo 7. Neste momento, conseguirão analisar o motivo pelo qual por vezes os antibióticos não são eficientes e, a partir daí, conseguirão compreender a sua forma de atuação. Neste processo, os alunos adquirirão competências de análise, compreensão, tomada de decisão e intervenção sustentada num conhecimento científico sólido, previstas no perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória (Martins e outros, 2017).

No final do 3.º momento, os estudantes conseguirão compreender, de uma forma significativa, características dos modelos científicos, uma vez que trabalharam com um modelo que não deu resposta a todas as questões-problema, mesmo estando cientificamente correto, bem como da possibilidade dos modelos serem revistos e alterados ao longo do tempo (Chittleborough, 2004). Além das competências já referidas, os alunos trabalham também a plasticidade do seu pensamento, bem como a construção, utilização e avaliação de modelos (Martins e outros, 2017).

4.º momento

Na perspetiva de Gilbert e Justi (2016), a quarta etapa de uma metodologia de ensino baseada em modelos científicos dita que os alunos reconstruam o seu modelo. Considerando esta metodologia, os estudantes, através das considerações realizadas no momento anterior, deverão reconstruir o seu modelo respondendo ao pedido do anexo 8, com coerência científica.

Para a reconstrução de modelos é necessário que os alunos consigam confrontar a informação científica com a prática em modelos tida até ao momento, de forma a criarem representações completas, íntegras e corretas.

Nesta fase, os alunos já terão uma grande diversidade de informação, pelo que se prevê que já consigam manusear e reconstruir com alguma agilidade o modelo em questão, utilizando estratégias diversificadas e criativas.

5.º momento

Na última abordagem à metodologia, Gilbert e Justi (2016) sugerem que os alunos devem, autonomamente, construir um modelo de raiz. Atendendo à idade dos alunos, à novidade da temática e à extensão da proposta, optou-se por não integrar o quinto momento sugerido pelos autores neste projeto.

No final da prática, seria desejável que os alunos reconhecessem que um raciocínio baseado em modelos se assume como um ciclo em que é necessário prever, testar e avaliar ideias, reformulando um modelo sempre que seja necessário procurar uma outra explicação (Chittleborough, 2004). Além disso, deveriam reconhecer que desta forma conseguem desenvolver o seu conhecimento científico, uma vez que o manipulam constantemente (Chittleborough, 2004), não podendo esquecer toda a investigação científica necessária.

Após o projeto ser concluído, os alunos deverão apresentar o seu trabalho à comunidade escolar, bem como aos cientistas que iniciaram a temática junto da turma, de forma que o seu trabalho e investigação sejam reconhecidos. Esta etapa permite que os alunos elevem a sua autoestima, trabalhem a comunicação e aumentem a sua motivação (Gaspar, 2014).

4.2. Metodologia de Investigação

4.2.1. Questões de Investigação no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico

O projeto de intervenção pedagógica apresentado no presente relatório tem como objetivo a abordagem aos modelos científicos nos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, nas disciplinas de Estudo do Meio e Ciências Naturais, respetivamente. Nesse sentido, foi feita uma pequena investigação para avaliar práticas implementadas e refletir sobre as mesmas, tendo os seguintes objetivos primordiais de investigação:

- Averiguar as ideias dos alunos sobre modelos científicos;
- Averiguar como evoluem as conceitualizações dos alunos acerca dos modelos científicos em ciências.

Devido aos fatores anteriormente explicitados, não foi possível implementar a investigação no 2.º ciclo do ensino básico, contudo estes objetivos foram tidos em conta para a proposta de intervenção pedagógica nesse nível de escolaridade.

4.2.2. Instrumentos de Recolha de Dados Utilizados no 1.º Ciclo do Ensino Básico

Para que fossem avaliados os resultados da implementação do projeto, foi construído um instrumento de recolha de informação de modo a responder à questão de investigação: de que forma evoluíram as conceitualizações dos alunos sobre modelos científicos.

O instrumento utilizado foi o questionário, que pode ser constituído por questões abertas ou por questões fechadas (escolha múltipla e/ou dicotómicas), sendo que ambas têm vantagens e desvantagens. Segundo Mattar (1994), as questões abertas têm como vantagens: exigir menor tempo de elaboração e proporcionar explicações significativas para se interpretar e analisar; como desvantagens têm o facto de serem menos objetivas e despendem de mais tempo de resposta e de análise. As questões de escolha múltipla, como vantagens, têm a facilidade de resposta e análise, e a pouca possibilidade de erros; como desvantagens pode-se destacar o cuidado e o tempo de preparação e o facto de o inquirido poder ser influenciado pelas opções apresentadas. As questões dicotómicas têm como vantagens a rapidez e facilidade de resposta e análise, e são altamente objetivas. Como desvantagens verifica-se os erros de medição, caso a temática permita várias alternativas (por exemplo questões de concordância), e a necessidade de uma atenção superior na formulação das questões (citado por Chagas, 2000).

De forma a minimizar as desvantagens, Chagas (2000), defende que na formulação de perguntas deve-se usar palavras conhecidas e não ambíguas, evitar perguntas que sugiram a resposta, perguntas de dupla resposta e evitar ainda mudanças bruscas de temas.

Para proceder à elaboração do questionário foram construídos uma matriz, que está presente no Quadro 5, e, a partir desta, o questionário a aplicar.

Quadro 5: Matriz do questionário elaborado.

| Questão | Objetivos | Formato das respostas |
|--|--|-----------------------|
| 1 – Indica se, para ti, cada item indicado na tabela é ou não um modelo. | Perceber o que os alunos consideram modelos científicos | Fechada |
| 2 – Observa a representação do ciclo da água da figura. Assinala o teu grau de concordância com cada uma das afirmações. | Averiguar as perceções dos alunos acerca das funções que os modelos têm. | Fechada |
| 3 – Para cada alínea, indica a opção com que mais concordas. | Recolher as conceções dos alunos sobre o que são modelos científicos. | Fechada |

O questionário foi aplicado antes da implementação das práticas pedagógicas, denominado pré-teste, e depois das mesmas, aplicando o pós-teste. Assim, foi possível analisar as conceções prévias dos alunos, relativamente aos modelos científicos, e as mudanças conceituais que ocorreram após a intervenção. A análise dos dados do questionário foi feita através do confronto das respostas dos alunos no pré-teste com as do pós-teste. O pré-teste foi implementado três dias antes do início da prática pedagógica e o pós-teste foi implementado sete dias após a mesma.

As questões do questionário foram adaptadas da tese de doutoramento intitulada “The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Student’s Mental Models of Chemical Phenomena”, de Gail Diana Chittleborough, após uma extensa pesquisa por vários autores. O questionário foi validado pela professora supervisora, Doutora Ana Sofia Afonso.

No anexo 9 apresenta-se o referido questionário. A elaboração do questionário assumiu-se como um desafio, uma vez que teve de ser criado tendo em conta o ciclo de ensino em questão e a temática do projeto: modelos científicos. Esse desafio prendeu-se ao facto do tema não ser reconhecido pelos alunos, isto porque quando se fala em modelos junto da faixa etária em questão, é facilmente associado a modelos de moda ou de carros, devido ao seu pensamento se concentrar nas experiências do seu quotidiano (Schollum e Osborne, citado por Sá, 1996). Como dificuldades na realização do questionário, assinalo a formulação de questões que não permitissem a dispersão da temática, a adaptação das questões ao público-alvo, a utilização de vocabulário simples e concreto e a organização das questões.

V – AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

5.1. Avaliação da Intervenção Pedagógica Desenvolvida na Turma do 1.º Ciclo do Ensino Básico

Na tabela 3 é possível observar as respostas dos alunos à primeira questão do questionário. Como se pode constatar, antes do ensino os alunos não eram capazes de identificar um modelo científico, o que não é surpreendente, uma vez que nesta faixa etária os alunos nunca tinham trabalhado com modelos, conforme é previsto por Chittleborough e Treagust (2009). Assim, quando lhes foram apresentados exemplos de situações que lhes eram familiares das aulas de ciências, a maioria dos alunos considerou que uma fotografia de uma observação microscópica do sangue ou a experiência dos vasos comunicantes constituíam modelos científicos. Embora em número reduzido, alguns alunos consideravam, de modo inadequado, que um animal vivo era também o exemplo de um modelo científico. Estas respostas são semelhantes às encontradas noutros estudos, que dizem que os alunos não consideram os modelos como representações, mas sim uma réplica da própria realidade (Treagust, Chittleborough e Mamiala, 2002). No que se refere ao pós-teste, constata-se que não houve evolução nas respostas dos alunos e que em alguns casos houve mesmo retrocesso. Tal é o caso da experiência com os vasos comunicantes em que os alunos, após o ensino, passaram a considerar este acontecimento como um modelo científico.

Tabela 3: Análise da questão 1 do questionário

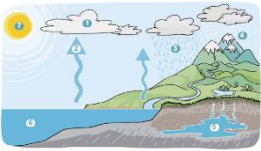
| Questão 1: Indica se, para ti, cada item indicado na tabela é um modelo | | |
|---|-----------|-----------|
| Item | f | |
| | Pré-teste | Pós-teste |
| Globo terrestre. | 24 | 25 |
| Animal vivo, ex.: doninha. | 5 | 0 |
| Experiência dos vasos comunicantes. | 20 | 26 |
| Fotografia do sangue visto ao microscópio. | 19 | 20 |
| Diagrama de um osso humano. | 19 | 20 |
| Esqueleto humano articulado. | 21 | 26 |

Na tabela 4, são apresentadas as respostas dos alunos à segunda questão do questionário implementado. Antes da intervenção, a maioria dos alunos estava de acordo com a afirmação “O ciclo da água apresentado na figura: é uma representação de como a água se movimenta no planeta Terra”.

Uma minoria dos alunos não sabia ou discordava que “O ciclo da água apresentado na figura ajuda a construir uma imagem mental de como a água se movimenta no planeta Terra”. Alguns estudantes concordavam com a afirmação “O ciclo da água apresentado na figura é o único modelo que existe do ciclo da água”. Estas respostas não são inéditas, uma vez que em diversos estudos analisados, os alunos não consideram um modelo como uma representação de um fenómeno, sendo tendência surgirem dúvidas sobre a ajuda dos modelos na criação de imagens mentais de uma realidade e ainda acreditarem que os modelos são únicos e imutáveis (Chittleborough 2004).

Após a intervenção, não se verificam alterações consideráveis nas respostas dos alunos.

Tabela 4: Análise da questão 2 do questionário

| Questão 2: | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Pensa no ciclo da água. Assinala o teu grau de concordância com cada uma das afirmações | | | | | | |
|  <p>O ciclo da água apresentado na figura:</p> | Pré-teste | | | Pós-teste | | |
| | f “Discordo” | f “Concordo” | f “Não sei” | f “Discordo” | f “Concordo” | f “Não sei” |
| - Descreve com detalhe e ao pormenor o movimento da água no planeta Terra. | 6 | 13 | 7 | 8 | 13 | 5 |
| - É uma representação de como a água se movimenta no planeta Terra, apresentando apenas os elementos principais. | 4 | 21 | 1 | 3 | 23 | 0 |
| - Ajuda a construir uma imagem mental de como a água se movimenta no planeta Terra. | 2 | 20 | 4 | 0 | 26 | 0 |
| - Permite fazer previsões sobre a variação de água potável ao longo do ano. | 14 | 1 | 11 | 15 | 1 | 10 |
| - É o único modelo que existe do ciclo da água. | 18 | 5 | 3 | 19 | 0 | 7 |
| - Não vai sofrer mais alterações no futuro. | 9 | 2 | 15 | 9 | 1 | 16 |

Na tabela 5, analisa-se as respostas dos alunos à terceira e última questão do questionário. Como é possível verificar, antes da intervenção pedagógica, vários alunos consideravam que um modelo era uma cópia da realidade e uma minoria dos alunos considerava que um modelo era inalterável ao longo do tempo. Estavam divididos no que concerne ao facto de um modelo ser fruto de um ato criativo ou uma intuição e nenhum aluno considerou que para um acontecimento poderia haver um único modelo. Analisando estudos de vários investigadores, é possível verificar que as respostas obtidas no pré-teste são as mesmas que outros alunos costumam dar antes de trabalharem os modelos em contexto educativo.

Depois da operacionalização das aulas conducentes ao projeto, verifica-se uma mudança em algumas respostas. Todos os alunos da turma passaram a concordar que um modelo é uma representação da realidade, que pode sofrer alterações e que não é único, podendo existir vários modelos para um dado acontecimento. No que concerne ao tópico “Um modelo científico resulta de um ato criativo”, a maioria dos alunos consideraram a opção correta.

Tabela 5: Análise da questão 3 do questionário

| Questão 3: | | |
|--|-----------|-----------|
| Para cada alínea, indica a opção com que mais concordas. | | |
| | f | |
| | Pré-teste | Pós-teste |
| a) Um modelo é uma: | | |
| Cópia da realidade | 7 | 0 |
| Representação da realidade. | 19 | 26 |
| b) Um modelo científico | | |
| É inalterável no tempo | 2 | 0 |
| Pode sofrer alterações | 24 | 26 |
| c) Um modelo científico resulta de: | | |
| Um ato criativo | 13 | 24 |
| Uma intuição | 13 | 2 |
| d) Para um dado acontecimento: | | |
| Apenas um modelo científico | 0 | 0 |
| Podem existir vários modelos científicos | 26 | 26 |

Analisando globalmente as respostas dadas no pré-teste, verifica-se que muitos alunos tinham ideias alternativas sobre modelos científicos, à semelhança dos resultados dos estudos de Treagust, Chittleborough e Mamiala (2002), Chittleborough e Treagust (2009) e Chittleborough (2004). Algumas concepções alternativas tidas como ponto de partida são:

- Uma fotografia de uma observação microscópica do sangue é um modelo;
- A experiência dos vasos comunicantes é um modelo;
- Um animal vivo é um modelo;
- Um modelo não é uma representação;
- Um modelo não ajuda a criar uma imagem mental de um fenómeno;
- Os modelos são únicos;
- Um modelo é uma cópia da realidade;
- Um modelo é inalterável ao longo do tempo;
- Um modelo é uma intuição.

Após a intervenção pedagógica em sala de aula, as ideias iniciais dos alunos mantiveram-se praticamente inalteradas. O pouco tempo de intervenção em sala de aula parece justificar a persistência de concepções iniciais dos alunos sobre modelos científicos pois não lhes foi dado tempo para refletirem sobre os mesmos e, como refere o estudo do Estado de Victoria (2020), testar e reformular modelos é extremamente útil na Ciência e no ensino das ciências para uma melhor compreensão dos processos/estruturas que os modelos representam. Embora a literatura refira dificuldades dos alunos mais pequenos na compreensão dos modelos, conforme explanado no capítulo III, este trabalho deve ser feito em sala de aula permitindo aos alunos consciencializarem-se sobre as suas ideias e encontrarem estratégias para a evolução concetual. Refletindo sobre a prática, é possível concluir que estratégias que não beneficiem a manipulação e experimentação de modelos, ficando apenas pela informação teórica e abstrata, sem explorar as limitações e potencialidades dos mesmos, não permitem a evolução do conceito de modelo junto dos alunos, tal como é subentendido no estudo de Chittleborough (2004).

VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

“O contexto socioeducativo português constitui um crescente desafio para os profissionais da educação, em particular os docentes, no sentido que devem possuir um conjunto de técnicas que, efetivamente, sejam capazes de permitir aos alunos alcançar as metas da educação, aperfeiçoar as competências, aumentar os índices de autoconfiança, motivação e de valorização.” (Neves, M., 2019, pp.21)

Consciente de todos os desafios inerentes ao contexto socioeducativo português, é fundamental que o professor seja capaz de motivar os alunos bem como aperfeiçoar as suas competências através da estimulação cognitiva, por forma a desenvolver benefícios para o desempenho escolar (Cavalcante, M. et al, 2020). A nova geração de crianças apresenta dificuldades em se sujeitar a tarefas pouco estimulantes e rotineiras, desmotivando com grande facilidade quando expostos às mesmas (Neves, M., 2019). Assim sendo, e considerando que o trabalho através de modelos não é uma realidade comum nas salas de aulas das escolas, procurou-se planificar uma prática capaz de levar os alunos a alcançar as metas da educação, aperfeiçoar as suas competências, aumentar os índices de autoconfiança, motivação e de valorização, enquanto aprendem Ciência, sobre a Ciência e a fazer Ciência (Hodson, 1992, 2003, citado por Justi, 2011).

Tendo em conta que aprender os modelos curriculares não é uma tarefa fácil para os alunos, nas propostas pedagógicas procurou-se levar os alunos à reflexão e conseqüente consciência dos seus modelos mentais, assegurando sempre que eram partilhadas as suas ideias prévias para o conhecimento emergir a partir das mesmas (Souza, 2013). Assim, procurou-se que os alunos entendessem as limitações dos seus modelos mentais, encaminhando-os para a reformulação dos mesmos, bem como que compreendessem a forma como os modelos são produzidos, utilizados e abandonados na Ciência, dando-lhes a oportunidade de assumir o papel do cientista.

Após uma planificação consciente das necessidades para a realização de um trabalho baseado em modelos, iniciou-se a prática. Por forma a avaliar a mudança conceitual dos alunos, foram aplicados um pré-teste e um pós-teste. Assim, através da análise do pré-teste, averiguou-se que no 1.º ciclo do Ensino Básico, na turma do 4.º ano de escolaridade, os alunos apresentavam concepções alternativas sobre modelos científicos, nomeadamente:

- Um animal vivo é um modelo;
- A experiência dos vasos comunicantes são modelos;
- A fotografia do sangue visto ao microscópio é um modelo;
- Um modelo não ajuda a construir uma imagem mental;
- Um modelo não permite fazer previsões;
- Um modelo não sofre alterações;

- Um modelo é uma cópia da realidade.

Após a implementação do projeto, os alunos (re)construíram alguns dos seus conceitos, conseguindo identificar que um animal vivo não é um modelo, que um modelo ajuda a construir uma imagem mental de um determinado fenómeno e que um modelo é uma representação da realidade. Não obstante, nos restantes tópicos não houve alteração das concepções, existindo, em alguns casos um retrocesso nas mesmas. Tais resultados poderão ser justificados pela falta de tempo na aula dedicada à temática, essencialmente para a reflexão e trabalho com modelos. Assim, considerando que o tempo previsto para a prática pedagógica neste ano de escolaridade reduziu para metade, devido a alterações de origem burocrática do estabelecimento de ensino, não foi possível a manipulação esperada dos modelos, tendo este grupo de alunos ficado limitado à observação e análise de vários modelos. Através desta adversidade, foi possível refletir sobre a importância da manipulação para a aquisição e compreensão do conceito e modo de operacionalização dos modelos científicos.

Na tentativa de combater a supressão de sessões destinadas ao trabalho com modelos científicos e proporcionar uma aprendizagem mais significativa no âmbito desta temática, foi contruído um modelo da pele em três dimensões (anexo 2). Contudo, não se traduziu numa grande vantagem, uma vez que apenas foi utilizado, uma vez mais, para a observação e análise devido à escassez de tempo. A novidade mobilizada com este recurso foi a apresentação de um modelo diferente dos conhecidos até então, visto que era em três dimensões. Este instrumento permitiu aumentar a curiosidade dos alunos sobre as diferentes apresentações em que os modelos podem surgir, não tendo havido oportunidade de proporcionar tarefas que permitissem aos alunos descobrir mais e construir o seu próprio modelo da pele de forma criativa.

Considerando que o conhecimento é construído pelos alunos com diferentes ritmos de aprendizagem e através de diferentes estratégias pedagógicas, é de esperar que alguns estudantes tenham, ainda assim, conseguido compreender com mais facilidade o conceito de modelo, o que não significa que o balanço tenha sido muito positivo. Após uma reflexão, foi possível concluir que a supressão de algumas partes da sequência didática planificada foi crucial para a falha na construção de conceitos cientificamente corretos e eficazes sobre modelos.

A criança constrói e reconstrói a sua compreensão do mundo e desenvolve capacidades de socialização através da interação, utilização e, entre outros, experimentação de papéis sociais (Modesto e Rubio, 2014), assim sendo, considerando este ponto de vista, o envolvimento dos alunos nas tarefas de construção e manipulação de modelos seria essencial, traduzindo-se na construção de conceitos corretos. Além disso, os objetivos do projeto seriam, de forma espetável, cumpridos.

Por forma a agilizar a abordagem ao modelo científico da pele, poderia esta temática estar incluída no desenho do estudo avaliativo do 1.º ciclo do Ensino Básico, permitindo perceber antecipadamente as conceções prévias dos alunos, não só dos modelos científicos, mas também destes associados à pele, bem como as suas perceções prévias sobre a pele. Como não foi incluído, estas conceções só foram expostas na primeira sessão do projeto através da partilha dos alunos em grupo turma, o que pode não ter demonstrado as reais conceções prévias alternativas de todas as crianças, tanto por inibição de participar como por influência das respostas dos colegas. Por estes motivos, a não contemplação da temática pele no desenho do estudo avaliativo, assumiu-se como uma limitação do mesmo.

Para uma abordagem à temática no 2.º ciclo do Ensino Básico, numa turma de 6.º ano, era esperado implementar igualmente os pré-teste e pós-teste, por forma a avaliar a evolução dos conceitos dos alunos sobre modelos. Utilizando a reflexão feita na prática anterior, com os alunos do 4.º ano, a nova proposta de intervenção foi pensada para ser totalmente desenvolvida pelos alunos, não contemplando momentos expositivos por parte do professor. Desta forma, esperava-se que as ideias iniciais dos alunos fossem reconstruídas ou, se necessário, abandonadas, para que se construíssem conceitos cientificamente aceites sobre modelos. Para isso, os alunos iriam passar por diferentes etapas: aprender um modelo curricular, aprender a usar modelos, aprender a rever modelos e aprender a reconstruir um modelo (Gilbert e Justi, 2016). Neste processo, os alunos trabalham as suas competências de reflexão e argumentação, tornando-os cidadãos mais críticos e informados.

Na impossibilidade de aplicação da proposta no 2.º ciclo do Ensino Básico, não foi possível obter informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos da temática em estudo, não havendo, por esse motivo, dados a analisar.

Em forma de balanço global da formação, pode-se concluir que os objetivos de aprendizagem delineados para a unidade curricular a que o presente relatório diz respeito foram, globalmente, atingidos, nomeadamente os seguintes:

- Promover o conhecimento de perspetivas teóricas relevantes para a compreensão dos fenómenos educativos;
- Proporcionar o aprofundamento dos conhecimentos disciplinares pertinentes para o desempenho profissional;
- Proporcionar os instrumentos teóricos, técnicos e estratégicos para a construção de projetos curriculares adequados aos contextos;
- Selecionar metodologias e recursos diversificados e criativos na gestão dos processos de ensino e aprendizagem que permitam criar ambientes de qualidade;

- Utilizar diferentes modalidades de avaliação, com recurso a diversas estratégias e instrumentos;
- Estimular o desenvolvimento de competências de aprendizagem, o espírito crítico e inventivo, a curiosidade intelectual, a abertura à diversidade, o trabalho colaborativo, numa perspetiva de formação permanente.
- Evidenciar atitudes e estratégias investigativas, eticamente sustentadas, que capacitem para uma intervenção fundamentada e criteriosa.

Considerando os objetivos de aprendizagem supra elencados adquiridos, percebe-se a importância de o projeto ter sido desenvolvido no âmbito dos modelos científicos, uma vez que através do uso e construção de modelos são desenvolvidas atitudes positivas e competências como o raciocínio e a argumentação em ciências, competências previstas para serem desenvolvidas a partir do 1.º ciclo do Ensino Básico (Martins et al, 2017). A nível profissional, o enfoque deste trabalho nos modelos científicos foi fundamental, uma vez que permitirá levar esta temática, no ensino das ciências, às salas de aula, abandonando a típica abordagem aos modelos de forma inconsciente (Coll, France e Taylor, 2005), tornando os alunos capazes na análise e manipulação de modelos, o que favorece a sua aprendizagem (Dourado & Leite, 2008).

A nível pessoal, com o trabalho neste projeto, foram desenvolvidas diversas competências como a comunicação, a escuta ativa, as habilidades socio emocionais e tecnológicas, o pensamento crítico, e o conhecimento científico.

As limitações identificadas ao longo desta jornada, que impediram a realização de um normal percurso e conseqüente falta de implementação do projeto pensado no 2.º ciclo do Ensino Básico, prenderam-se à situação pandémica causada pelo COVID-19. Nesse sentido, o projeto foi sofrendo adaptações, por forma a combater as fragilidades inevitáveis, tendo sido adotadas diversas estratégias para as solucionar, nomeadamente:

- Adaptação das planificações, por forma a lecionar da forma mais abrangente possível;
- Criação de uma planificação fundamentada para o 2.º ciclo do Ensino Básico, por forma ao projeto poder ser implementado, eventualmente, numa futura turma de 6.º ano de escolaridade;
- Tentativa de implementação do projeto na modalidade de Ensino à Distância (não autorizada pelo estabelecimento de ensino responsável pelo estágio).

Em suma, embora os resultados deste projeto tenham ficado aquém do inicialmente esperado, foi sempre desenvolvido um trabalho contínuo e empenhado com vista a superar todas as dificuldades que

surgiram. Em projetos futuros nesta temática, é desejável ser feito um trabalho contínuo com os alunos, envolvendo-os sempre em todas as etapas do processo, contemplando as suas ideias e propostas. Além disso, é fundamental prever antecipadamente vários cenários, planejando várias estruturas de aula, para que os contratempos não influenciem a aplicabilidade e conseqüente sucesso do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A., Leite, L. (2003). A inter-relação teoria-evidência-explicação científica: Um estudo com alunos do 9º e do 11º anos de escolaridade. *Didácticas e Metodologias de Educação – Percursos e Desafios*. pp. 1175-1186. Consultado em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10037/1/A%20inter-rela%c3%a7%c3%a3o%20teoria-vid%c3%aancia-explica%c3%a7%c3%a3o%20cient%c3%adfica.%20Um%20estudo.pdf>
- Alexander, D. (2007). Modelos para Relacionar Ciência e Religião. Instituto Faraday para Ciência e Religião. Consultado em: https://www.faraday.cam.ac.uk/wp-content/uploads/resources/Faraday%20Papers/Faraday%20Paper%203%20Alexander_PORT.pdf
- ALLEN, M. (2010). Misconceptions in primary science. Berkshire: Open University Press
- Alves, E. (2016). Atividades Práticas e o Desenvolvimento Conceptual dos Alunos em Estudo do Meio e Ciências Naturais. Universidade do Minho.
- Bajd, B., Brecko, M. (2011). Pre-school children's conceptions about skin. *School and Health*. 21(1). pp.227-234. Consultado em: https://www.ped.muni.cz/z21/knihy/2011/39/texty/eng/24_bajd_verbovsekrcko_eng.pdf
- Bernardi, G., Leonardi, A., Silveira, M., Ferreira, S. e Golschmidt, A. (2019). Concepções prévias dos alunos dos anos iniciais sobre microrganismos. *Revista Ciências & Ideias*. 10(1). pp.55-69.
- Bidarra, M. Festas, M. (2005). Construtivismo(s): Implicações e Interpretações Educativas. *Revista Portuguesa de Pedagogia*. 39(2), pp.177-195. Consultado em: http://www.fpce.uc.pt/niips/i_pub/gru_pub/Bidarra2005_Construtivismo.pdf
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., e Rebelo, H. (2013). Metas Curriculares do Ensino Básico – Ciências Naturais 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23s2/v23s2a2.pdf>
- Buescu, H., Morais, J., Rocha, M., Magalhães, V. (2015). Programa e Metas Curriculares de Português do Ensino Básico. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Cardoso, A. (2017). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: a pele e o uso de areias e argilas no seu cuidado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

- Cavalcante, M., Lúcio, I., Vieira, A., Bittencourt, I., Barbosa, L. e Caldas, M. (2020). Estimulação cognitiva e aprendizagem infantil: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*. 6(6). pp. 41982-41990.
- Chittleborough, G.(2004). The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students' Mental Models of Chemical Phenomena. Science and Mathematics Education Centre.
- Chittleborough, G., e Treagust, D. (2009). Why Models are Advantageous to Learning Science. *Educación Química*. 20(1). pp 12-17. Consultado em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000100001
- Chiu, M., e Lin, J. (2019). Modeling competence in science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. 1(1). pp 1-11. Consultado em: <https://diser.springeropen.com/articles/10.1186/s43031-019-0012-y>
- Contessa, G. (2006). Scientific models, partial structures and the new received view of theories. *Studies in History and Philosophy of Science*. 37(2). pp.370-377. Consultado em: <http://neti-net.org/wp-content/uploads/2016/05/Contessa-2006-Scientific-models-partial-structures-and-the-new-received-view-of-theories.pdf>
- Cupani, A. (1989). A objetividade científica como problema filosófico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. 6(1). pp.18-29.
- DGE, Direção Geral de Educação (2004). Organização Curricular e Programas, Ensino básico – 1.º Ciclo (4.ª ed). Lisboa: Direção Geral da Educação, Ministério de Educação e Ciência.
- DGE, Direção Geral de Educação (2018). Aprendizagens Essenciais de Estudo do Meio, 4.º ano. Lisboa: Direção Geral da Educação, Ministério de Educação e Ciência.
- DGE, Direção Geral de Educação (2018). Aprendizagens Essenciais de Ciências Naturais, 6.º ano. Lisboa: Direção Geral da Educação, Ministério de Educação e Ciência.
- Dourado, L., e Leite, L. (2008). As actividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. *Actas do XXI Congresso de ENCIGA*. Carballiño: ENCIGA. Consultado em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9731/1/TEXTO_ENCIGA_LDourado_e_LLeite_08%5B1%5D.pdf
- Eccheli, S. (2008). A motivação como prevenção da indisciplina. *Educar em revista*. (32). pp.199-213. Consultado em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40602008000200014&script=sci_abstract&tlng=pt

- Ferreira, M., Fernandes, S. (2012). Desenvolvimento e aprendizagem: da perspectiva construtivista à socioconstrutivista. *Psicologia da Educação*. 34(1), pp.37-62. Consultado em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psie/n34/n34a04.pdf>
- Fino, C. (2001). Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação*. 14(2), pp. 273-291. Consultado em: <http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/11.pdf>
- Formosinho, S. (1999). A relação entre a ciência e a religião num mundo pós-moderno, in *Didaskalia*. pp. 453-472. Consultado em: <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/18402/1/V0290102-453-472.pdf>
- Frigg, R., Hartmann, S. (2020). Models in Science. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Consultado em: <https://seop.illc.uva.nl/entries/models-science/>
- Gilbert, J.K., Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Switzerland: Springer
- Hallstrom, J. e Schonbom, K. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education* 6(22).
- Harlen, W. (2007). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. (3ª reimpressão da 2ª edição completamente actualizada). Madrid: Ediciones Morata
- Gonçalves, P. (2012). Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico: Abordagem Curricular, Conceções Alternativas e Propostas de Atividades Experimentais. Universidade do Minho.
- INE (2012). Censos 2011. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. Consultado em: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=73212469&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*. 24(2). Consultado em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824/96328>
- Justi, R. (2015). Relações entre argumentação e modelagem no context da Ciência e do Ensino de ciências. *Revista Ensaio*. 17(1). pp. 31-48. Consultado em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/PJnWzcv8fLY3zJtqgxTXtNj/?format=pdf&lang=pt>
- Karadon, H., Sahin, N. (2010). Primary school students' basic knowledge, opinions and risk perceptions about microorganisms. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2(2). pp.4398-4401. Consultado em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810007408>
- Leite, L. (1993). Conceções alternativas em mecânica – um contributo para a compreensão do seu conteúdo e persistência. Universidade do Minho.

- Lombardi, O., Acorinti, H., Martínez, J. (2016). Modelos científicos: el problema de la representación. *Scientiae Studia*. 14(1). Consultado em: <https://www.revistas.usp.br/ss/article/download/123757/119948>
- Martins, G., Gomes, C., Brocado, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L.,..., Rodrigues, S. (2017). Perfil dos alunos à Saida da Escolaridade Obrigatória. Lisboa: Direção Geral da Educação, Ministério de Educação e Ciência.
- Martins, I. Veiga, M., Teixeira F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. e outros (2007). Educação em ciências e ensino experimental – formação de professores. Ministério da Educação.
- Mello, M., Boscolo, R., Esteves, A., e Tufik, S. (2005). O exercício físico e os aspectos psicobiológicos. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 11(3). Consultado em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v11n3/a10v11n3.pdf>
- Melo, M. R. e Neto, G. L. (2013). Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, 35(2), pp.112-122. Retirado de: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf
- Meneguetti, D. (2014). Vírus ser vivo ou não? Eis a questão!. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*. 4(1).
- Mitre, M. (2016). As relações entre ciência e política, especialização e democracia: a trajetória de um debate em aberto. *Estudos Avançados*. 30(87). pp. 279-298. Consultado em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3xdXXRk5TnXgVtQv9snfjsH/?lang=pt&format=pdf>
- Modesto, M. e Rubio, J. (2014). A Importância da Ludicidade na Construção do Conhecimento. *Revista Eletrônica Saberes da Educação*. 5(1).
- Monteiro, I. G., e Justi, R. S. (2000). Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v5(2), pp. 67-68. Consultado em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/650/441>
- Moraes, C. e Varela, S. (2007). Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. *Revista Eletrônica de Educação*. 1(1). Consultado em: http://web.unifil.br/docs/revista_eletronica/educacao/Artigo_06.pdf
- Neves, M. (2019). Ser professor, a alquimia do conhecimento e da emoção – um guia para professores do século XXI. Porto: Mais Leituras.
- Pereira, F., Crespo, A., Trindade, A., Cosme, A., Croca, F., e Breia, G. e outros. (2018). *Para uma Educação Inclusiva: Manual de Apoio à Prática* (p. 33). Lisboa: Ministério da Educação/Direção-

- Geral da Educação (DGE). Consultado em:
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/EEspecial/manual_de_apoio_a_pratica.pdf
- Pilling, D., Dias, P. (2007). A hipótese heliocêntrica na Antiguidade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 29(4). Consultado em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/JYFxxmcZcbMT4R4vghQq3Cw/?lang=pt>
- Pires, E., Saucedo, K. e Malacarne, V. (2017). Concepções sobre a natureza da ciência de alunos concluintes do curso de Pedagogia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 16(2). pp 215-230. Consultado em:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5998536&orden=0&info=link>
- Reis, P., Rodrigues, S. e 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 Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 5(1). pp.51-74. Consultado em:
https://www.researchgate.net/publication/255617108_Concepcoes_sobre_os_cientistas_em_alunos_do_1_ciclo_do_Ensino_Basico_Pocoas_maquinas_monstros_invencoes_e_outras_coisas_malucas
- Scheid, N., Ferrari, N., e Delizoicov, D. (2007). Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), pp. 157-181. Retirado de: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/470-947-1-SM.pdf>
- Schwartz, R. e Skjold, B. (2012). Teaching about Scientific Models in a Science Content Course. *Educación Química*. 23(4). pp 451-457. Consultado em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X17301325>
- Silva, F. e Catelli, F. (2019). Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 41(4). Consultado em:
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tppttn4TXLkh9STzkrGVFKb/?format=pdf&lang=pt>
- Silva, F. e Catelli, F. (2020). Os modelos no Ensino de Ciências: Reações de estudantes ao utilizar um objeto-modelo mecânico concreto analógico didático (OMMCAD). *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 42. Consultado em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v42/1806-9126-RBEF-42-e20190248.pdf>
- Silva, J., Afonso, A. e Durães, M. (2019). Ciência-Religião no caso de Galileu Galilei: Que relações veiculadas na literatura infantil e juvenil?. *História da Ciência e Ensino*. 20(1). pp. 275-288.
- Silveira, M., Oliveros, P., Araújo, M. (n/d). Concepções espontâneas sobre bactérias de alunos do 6.º ao 9.º ano. UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- Souza, E. (2013). A formação de modelos mentais na sala de aula. *Revista EXITUS*. 3(1). pp.169-184.

- Souza, L., Silva, L, Huguenin, J. e Balthazar, W. (2015). Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 37(4). Consultado em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/WRMLYzQmhqYGXD9kL5pffMw/?lang=pt&format=pdf>
- Tarouco, F., Kaufmann, L., Almeida, L, Souza, T., Correa, D. Bierhalz, C. (2017). Conceitos sobre pele e anexos a partir da temática cosméticos. *Comunicação Científica de Iniciação à Docência*. Consultado em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/8104/6668-9804-1-DR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trindade, J. (2014). Evolução das ideias sobre microrganismos em alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico. Braga: Universidade do Minho.
- EU, União Europeia. (2021). COVID-19: investigação e vacinas. Consultado em: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/coronavirus/covid-19-research-and-vaccines/>
- Urquijo, S. (2000). Aprendizagem por conflito sócio-cognitivo em interação com aspectos psicodinâmicos da personalidade. Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Educação.
- ZÔMPERO & JUNIOR (2003). A investigação dos conhecimentos prévios sobre microrganismos em saúde por meio da utilização de metodologia alternativa. Consultado em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL016.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Livro “Sou cientista e estudo a pele”



TAREFA 1

O que sabemos sobre as propriedades da pele?
Discute com os teus colegas e regista as vossas ideias.

TAREFA 2

Para complementar os teus registos, utiliza uma lupa e verifica que outros aspetos da pele poderás conseguir observar.
Regista as observações.

| Características da pele | Funções da pele |
|-------------------------|-----------------|
| | |

TAREFA 3

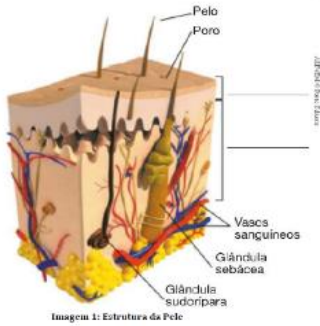
Em grupo, e com base nos vossos registos, representa a vossa ideia sobre como é constituída a pele.

Representação

Legenda

TAREFA 4

Observa o seguinte modelo da pele e descreve-o.



TAREFA 5

Agora, vamos analisar a precisão desse modelo quando comparado com o modelo aceito pela turma. Para isso, compara os.

Assinala, para cada situação, o que cada modelo permite explicar:

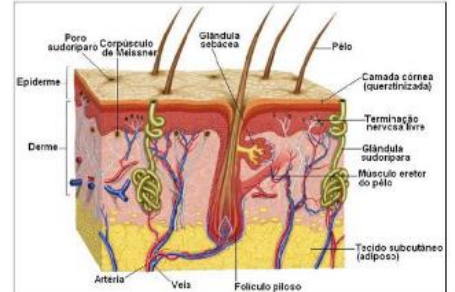
| | O MODELO DA TURMA | MODELO DA FIGURA 1 | NENHUM |
|--|-------------------|--------------------|--------|
| Porque é que há pessoas que transpiram mais do que outras? | | | |
| Porque é que a pele das pessoas está em constante regeneração? | | | |

Assinala, para cada situação, o que cada modelo te permite prever:

| | O MODELO DA TURMA | MODELO DA FIGURA 1 | NENHUM |
|--|-------------------|--------------------|--------|
| O que acontece à pele ao longo do tempo? | | | |
| O que acontece à pele quando engordamos? | | | |

TAREFA 6

Os modelos científicos não são únicos. Existem modelos mais e menos completos. Observa o modelo seguinte que é mais preciso do que os anteriores.



Este modelo, ao contrário dos anteriores, permite explicar o motivo pelo qual a nossa pele é sensível a estímulos mecânicos, térmicos e dolorosos. São as terminações nervosas que permitem que a pele tenha essa sensibilidade.

Além disso, será que este modelo permite explicar o motivo pelo qual existem vários tons de pele?

TAREFA 7

Em grupo, analisa o modelo da pele que te será apresentado e procura responder à questão: Porque é que existem diversos tons de pele?

RESUMINDO...

Os modelos científicos são representações de uma realidade baseadas em evidências.

Os cientistas utilizam modelos científicos para compreender o mundo que nos rodeia, para explicá-lo e para fazer previsões.

Os modelos vão sendo alterados à medida que os cientistas descobrem coisas novas e isso permite que a ciência evolua.

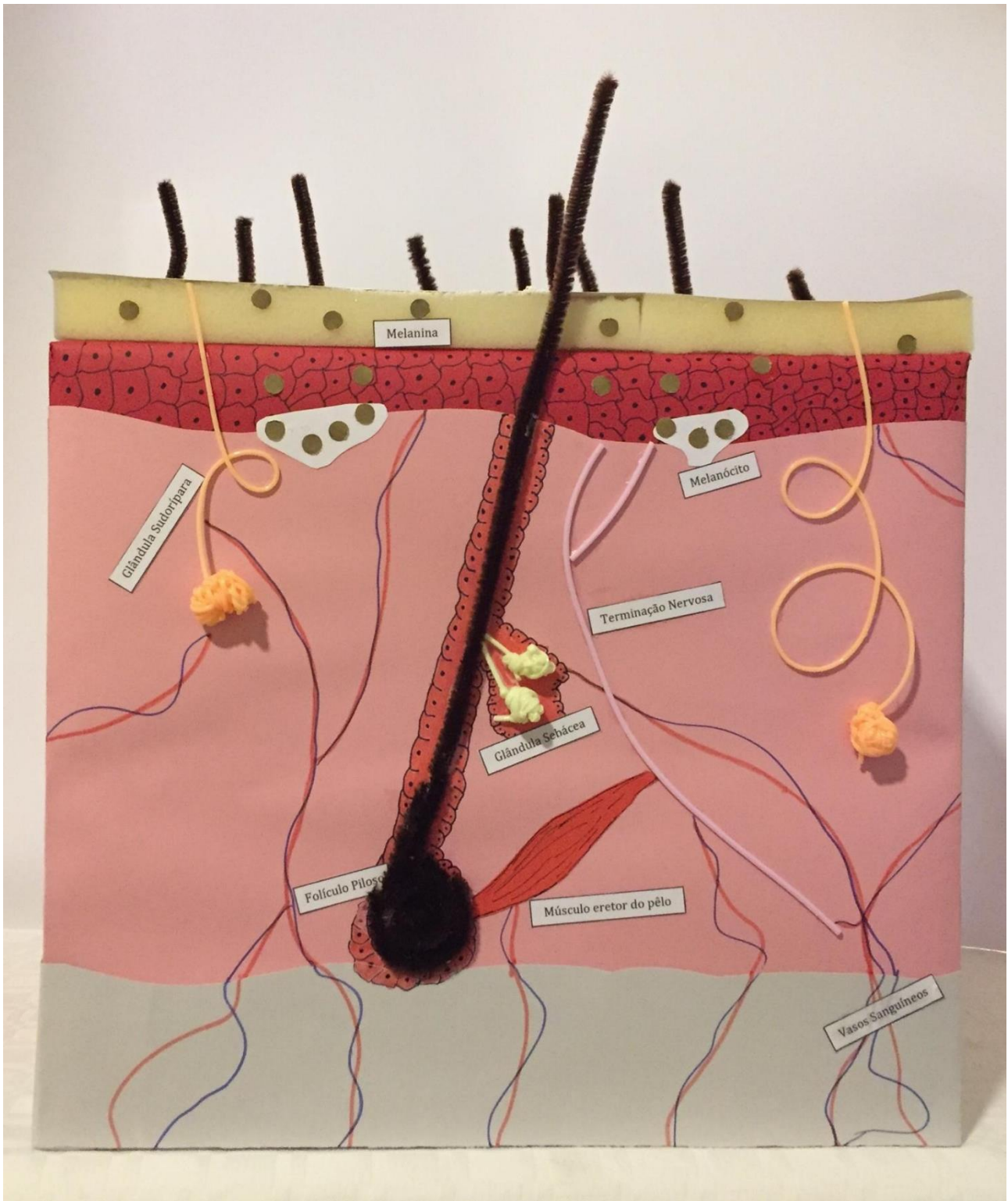
É através de modelos que os cientistas conseguem criar protótipos para melhorar a vida humana, como por exemplo, a criação de uma pele artificial.

PARABÉNS CIENTISTAS!

AGORA JÁ SABES MAIS SOBRE MODELOS CIENTÍFICOS DA PELE.

O/A CIENTISTA,

Anexo 2: Modelo 3D da pele



Modelos em Ciência I

Nome: _____

Turma: _____ Data: _____

Ano Letivo 2019/2020

Parte I

1. Já ouviste falar sobre modelos científicos?

Sim

Não

2. Se respondeste sim, indica:

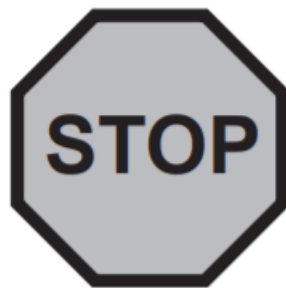
2.1. O que é, para ti, um modelo científico?

2.2. Para que serve um modelo científico?

2.3. Dá um exemplo de um modelo científico que conheças.

3. Partilha e discute as tuas ideias com os teus colegas de grupo e tentem chegar a uma única resposta para cada alínea da questão 2.

4. Partilhem as vossas ideias com o professor e colegas de turma.



Não avances até indicação em contrário!

2. Agora, vão entrevista o microbiólogo X** através da plataforma *Zoom*.

3. Com base nas respostas dadas pelo microbiólogo, registem, no quadro seguinte, as suas ideias sobre modelos científicos.

Quadro A: Respostas resultantes da entrevista

| Modelos científicos | Resposta do/a microbiólogo/a |
|--|------------------------------|
| O que são? | |
| Quem os utiliza? | |
| Para que servem? | |
| Como se constroem? | |
| Sofrem alterações ao longo do tempo? Se sim, de que forma? | |
| | |
| | |
| | |

** o “microbiólogo X” corresponde ao “cientista Z” identificado na questão anterior.

4. Juntamente com o teu grupo, compara as ideias iniciais da turma com os registos efetuados no quadro anterior. Efetuarias alterações?

5. Com base na atividade efetuada, que definição construirias para um modelo científico?

Anexo 4: Modelo presente no manual CienTIC6



Figura 2.1 Meios habitados por bactérias.

(CienTIC6,2020)

Anexo 5: Modelos em Ciência II

Modelos em Ciência II

Nome: _____

Turma: _____ Data: _____

Ano Letivo 2019/2020

1. Nas entrevistas realizadas, falaram-te sobre um ser microscópico.

1.1. Indica o seu nome.

1.2. Com base nas entrevistas, faz um esquema que traduza as bactérias estudadas pelos microbiólogos.

2. Compara o teu esquema com o que aparece no teu manual e indica como o alterarias.

3. Partilha o teu esquema com os teus colegas de grupo e cheguem a um esquema único.

4. Partilhem o vosso esquema com o professor e colegas de turma.

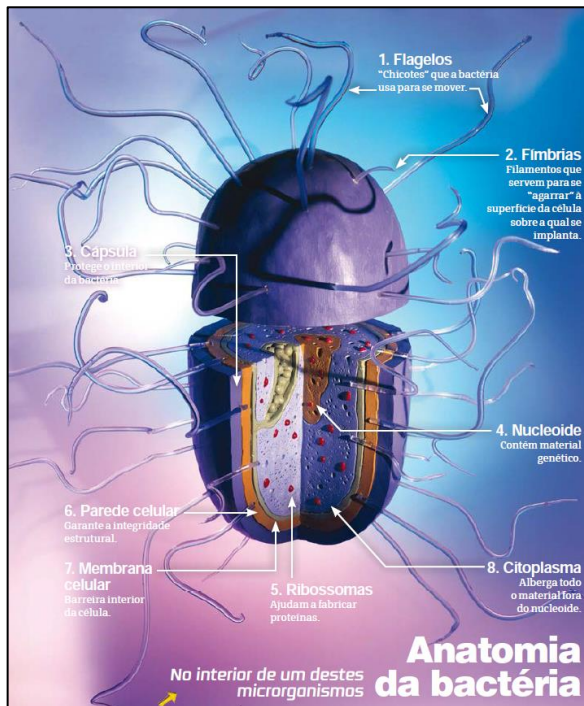
Modelos em Ciência III

Nome: _____

Turma: _____ Data: _____

Ano Letivo 2019/2020

1. Observe com atenção o modelo seguinte da bactéria e a sua forma de atuação.



(Revista Quero Saber, n/d)

Como é, então, que bactérias comuns como a *S. aureas* e a *E. coli* evoluem tão depressa de um incômodo curável para uma potencial pandemia? Começemos por lembrar Darwin. A evolução por seleção natural requer três fatores: reprodução, variedade e pressão seletiva. As bactérias são mestres da reprodução. Sob as condições certas, uma colônia bacteriana duplica de tamanho a cada dez minutos, através de cissiparidade. Basicamente, a bactéria cria uma cópia do seu próprio ADN e divide-a em duas. Com tanta cópia e divisão, acabam por ocorrer erros (mutações). Estas mutações genéticas aumentam a variedade de traços que as bactérias podem exibir. E a variedade não é apenas um condimento da vida, é também o motor da evolução.

(Revista Quero Saber, n/d)

2. Lê a informação.

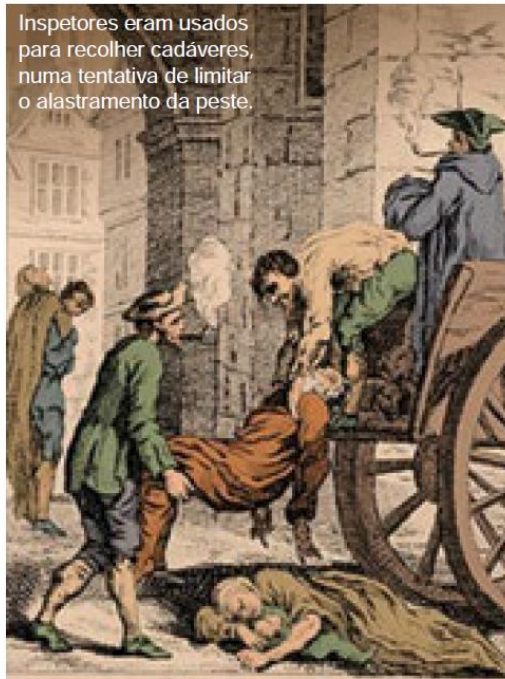
A Peste Negra

Talvez a pandemia mais letal da história humana, a Peste Negra assolou a Europa a partir de 1348-1350, matando até metade da população nesse curto período. Na sua origem esteve a bactéria causadora da peste bubônica, a *Yersinia pestis*.

Surgindo na Ásia, a peste começou por atingir a China, onde matou cerca de 25 milhões de pessoas. Alastrou depois para a Europa, seguindo a Rota da Seda. A bactéria *Y. pestis* era transmitida por pulgas, elas próprias transportadas pelas ratazanas que prosperavam nos cascos de navios mercantes.

Chegando primeiro à costa italiana em 1347, a Peste Negra propagou-se para norte até Inglaterra no verão seguinte e prosseguiu para a Alemanha e Escandinávia em 1348.

Altamente infecciosa, a doença atingia e matava as suas vítimas com uma velocidade alarmante. O sinal de infeção era o aparecimento de gânglios linfáticos inchados – bubões –, tipicamente na zona das virilhas, pescoço e axilas. A vítima desenvolvia então uma febre alta e começava a vomitar sangue, tendendo a morrer no período de uma semana desde os primeiros sintomas. Sem cura eficaz, a peste voltou repetidamente nos 300 anos seguintes.



Inspetores eram usados para recolher cadáveres, numa tentativa de limitar o alastramento da peste.

(Revista Quero Saber, n/d)

3. Após analisares os modelos acima apresentados, responde à questão seguinte.

Questão-problema 1:

O que acontece à bactéria ao chegar à célula para produzir a Peste Negra?

Anexo 7: Modelos em Ciência III (continuação)

Modelos em Ciência III

Nome: _____

Turma: _____ Data: _____

Ano Letivo 2019/2020

4. Procura, agora, responder à questão seguinte.

Questão-problema 2:

De que forma os antibióticos conseguem combater uma infeção provocada por uma bactéria?

Modelos em Ciência IV

Nome: _____

Turma: _____ Data: _____

Ano Letivo 2019/2020

1. Observa o modelo apresentado.

Porque falham os antibióticos?

As bactérias existem no nosso corpo aos milhões. Só no intestino vivem até mil espécies diferentes. Com uma população tão vasta e próspera, é fácil perceber como algumas bactérias podem aleatoriamente adquirir traços que as tornam mais resistentes a fármacos como os antibióticos. As regras da evolução ditam a sobrevivência das mais fortes e resistentes. As bactérias adquirem estes traços através de dois mecanismos: por mutações genéticas ou por transferência genética de outros organismos. Os novos traços impedem partículas de antibióticos de atingirem as suas enzimas-alvo dentro da parede celular bacteriana.

1. Alvo
Numa bactéria normal, o tratamento antibacteriano fixa-se a enzimas específicas, impedindo a replicação de ADN.

2. Mutação
Mutações genéticas aleatórias levam as enzimas a mudar de forma ou de composição química e o agente antibacteriano deixa de conseguir fixar-se.

3. Bomba de efluxo
Algumas bactérias desenvolveram uma válvula na parede celular capaz de expelir ativamente agentes antibacterianos que entram no citoplasma.

4. Barreira
Os agentes antibacterianos entram por minúsculos poros na parede celular. Certas bactérias que sofreram mutações não têm poros suficientes para permitir a entrada de uma quantidade letal.

5. Inativação
Algumas bactérias desenvolveram enzimas destrutivas que nadam pelo citoplasma suprimindo agentes antibióticos antes que estes se fixem ao alvo.

(Revista Quero Saber, n/d)

2. Confronta o teu modelo com as novas informações e regista alterações que podem ser feitas para que responda, simultaneamente, às questões-problema 1 e 2.

2.1. Reconstrói o teu modelo.

Anexo 9: Questionário pré-teste e pós-teste

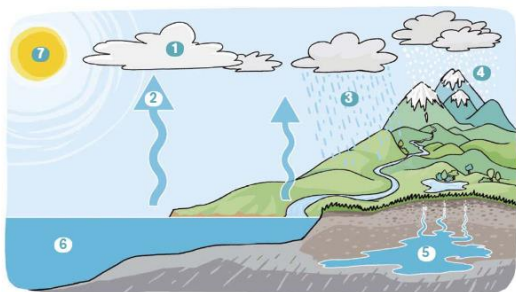
Modelos Científicos

Nome: _____

1. Indica se, para ti, cada item indicado na tabela é ou não um modelo.

| Item | É um modelo? | |
|--|--------------|-----|
| | Sim | Não |
| Globo terrestre. | | |
| Animal vivo, ex.: doninha. | | |
| Experiência dos vasos comunicantes. | | |
| Fotografia do sangue visto ao microscópio. | | |
| Diagrama de um osso humano. | | |
| Esqueleto humano articulado. | | |

2. Pensa no ciclo da água. Assinala o teu grau de concordância com cada uma das afirmações.



O ciclo da água apresentado na figura:

Discordo

Concordo

Não sei

- Descreve com detalhe e ao pormenor o movimento da água no planeta Terra.

- É uma representação de como a água se movimenta no planeta Terra, apresentando apenas os elementos principais.

- Ajuda a construir uma imagem mental de como a água se movimenta no planeta Terra.

- Permite fazer previsões sobre a variação de água potável ao longo do ano.

- É o único modelo que existe do ciclo da água.

- Não vai sofrer mais alterações no futuro.

3. Para cada alínea, indica a opção com que mais concordas.

a) Um modelo científico é uma:

Cópia da realidade

Representação da realidade

b) Um modelo científico:

É inalterável no tempo

Pode sofrer alterações

c) Um modelo científico resulta de:

Um ato criativo

Uma intuição

d) Para um dado acontecimento existe:

Apenas um modelo científico

Podem existir vários modelos científicos