

Aprender com Sentido: a Aprendizagem Multissensorial no Estudo dos Minerais como Ligação entre a Terra e a Saúde Humana.

Fábio Ferreira

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2020

Orientadores
Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Luís Cesariny Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

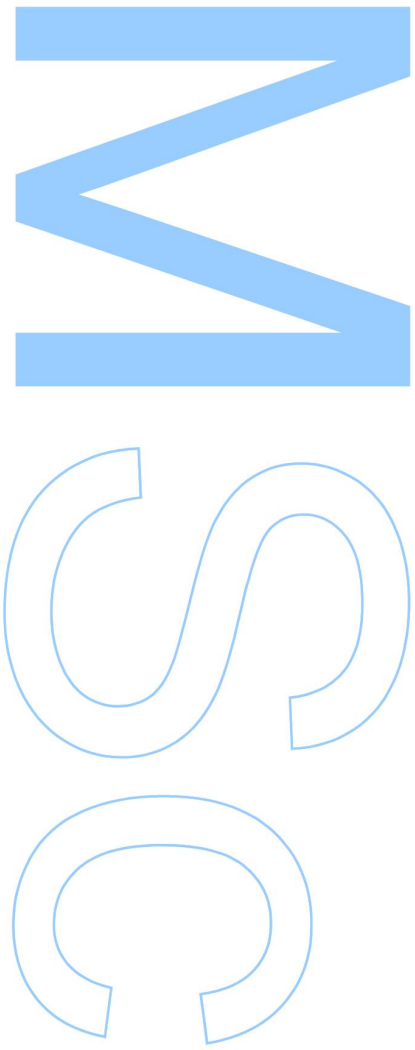
U.PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, _____/_____/_____





APRENDER PARA VIVER.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram não só para a elaboração deste relatório, mas também para a experiência que tive e conhecimento que adquiri ao realizar este projeto IPP. Um enorme obrigado dedicado em particular às pessoas que me motivaram e auxiliaram durante a experiência de estágio.

Começo por agradecer aos meus orientadores, a Professora Clara Vasconcelos e o Professor Luís Calafate, por toda a ajuda, revisão, apoio, ensinamentos e conselhos ao longo de todo o mestrado. A sua verdadeira dedicação, profissionalismo e sabedoria são uma inspiração e um exemplo. Principalmente à minha orientadora, Professora Clara, pelas muitas palavras de apoio e pelos valiosos conselhos pessoais e técnicos, e confiança que foram chave nos momentos mais difíceis. Por tudo, um franco Obrigado.

À minha "madrinha", Professora Alexandra Tabuaço, pelo enorme profissionalismo, disponibilidade, orientação e ensinamentos que me transmitiu neste estágio IPP no qual me integrou. É em grande parte a ela que se deve a existência deste relatório e a realização das aulas do projeto de intervenção aqui apresentado. Pela paciência e compressão, pelas criticas, mas também pela confiança, e pelo exemplo para a vida. Fico também bastante grato à direção da Escola Rodrigues de Freitas e professores, nomeadamente o grupo 520 de professoras, sempre disponíveis para ajudar, partilhar e sempre com interesse manifestado no nosso trabalho.

A maior parte do meu agradecimento é devido à Mariana, colega de estágio cinco estrelas, pela partilha de experiências, informações e opiniões, conselhos, a constante boa disposição, ajuda e suporte infindáveis, nos bons e maus momentos. Ambos temos pouco jeito para estas coisas, mas as palavras são pouco importantes, nem transmitem bem o que sentimos. Mas foi um ano muito mais fácil e feliz por causa dela. Um obrigado às restantes colegas do mestrado, em especial à Bia e à Lúcia, pela simpatia e pelo espírito de partilha e integração, e pela ajuda preciosa.

Finalmente, agradeço à minha família pelo apoio sempre presente: aos meus pais (Maria Olinda e Fernando) e aos meus avós (Arlindo, Cipriano, Júlia e Leopoldina), e especialmente às minhas irmãs Cláudia e Marlene (que fez um grande esforço). Sem dúvida que também os meus amigos foram o motor de todo este processo. Um especial obrigado ao Ricardo, ao Diogo, à Joana, à Rita e à Susana. Também à Luísa e ao Rui. A todos eles dedico este relatório.

RESUMO

A Terra é rica em recursos geológicos, para os quais o ser humano conseguiu desde cedo encontrar utilidade, iniciando a sua exploração. Com o avanço do conhecimento em áreas como a medicina, médicos e geocientistas começaram a notar que as explorações estavam frequentemente associadas a problemas de saúde. Atualmente é reconhecido que, desde os desastres geológicos megascópicos à escala nano/atómica dos sais minerais, a composição da geosfera e os fenómenos geológicos estão impressos no ar, na água e na nossa alimentação. Assim, torna-se fundamental compreender o seu papel e efeitos no nosso organismo e universalizar a exploração sustentável dos recursos geológicos para promover saúde de qualidade para todos, como contemplado na Agenda 2030.

O mundo em que vivemos é multissensorial, onde constantes estímulos sensoriais nos apelam e objetos são analisados e percebidos de forma multimodal. É através dos nossos sentidos que chegamos a conhecer o mundo. Invocar os sentidos permite que o nosso cérebro se prenda a algo concreto, algo substancial. O cérebro integra as informações de diferentes modalidades (sentidos) numa perceção mental coerente. Nesse contexto, surgiu um modelo para determinação das preferências modais individuais, o modelo VARK, com base em quatro modalidades percetivas de aprendizagem – visual, auditiva, leitura/escrita e cinestésica –, que conjugam os diferentes canais sensoriais de recolha de informação. Existem diferentes estratégias que podem ser usadas para ensinar, através das diferentes modalidades percetivas, o mesmo tema ou tópico.

A aprendizagem multissensorial assenta na suposição de que aprendemos melhor se formos ensinados usando mais do que um sentido. E apesar dos benefícios há muito apontados, a maioria das escolas e professores ainda se coaduna com uma ideologia pré-determinada e estabelecida de “atribuir e avaliar”, em lugar de procurar uma experiência de aprendizagem mais envolvente, significativa e duradoura. Desta forma, o propósito deste estudo foi o de avaliar os possíveis efeitos da utilização da aprendizagem multissensorial como metodologia educacional no desenvolvimento de competências cognitivas e motivação em alunos do 9º ano de uma escola do Porto, associadas ao tema dos minerais como elo entre a Terra e a saúde humana, e a possível relação com as suas preferências modais.

O programa de intervenção (PI) foi em parte aplicado às quatro turmas do 9º ano de escolaridade de uma escola da cidade do Porto (n=80), sendo posteriormente concluída a sua aplicação em duas dessas turmas (n=44). A recolha de dados foi efetuada recorrendo às técnicas de testagem, inquérito e observação, através de alguns instrumentos – testes cognitivos (pré-teste e pós-teste), guião de entrevista, questionários e grelha de observação –, aplicados numa perspetiva de triangulação metodológica (QUAN-QUAL).

Os resultados demonstraram que a aprendizagem multissensorial teve um impacte positivo no desempenho cognitivo, evidenciado pelo aumento significativo da média das classificações no pós-teste para o grupo experimental, em relação ao grupo controlo (52,66% *versus* 38,87%, p=0,010), e pela análise de conteúdo das grelhas de observação e entrevistas, que revelou, maioritariamente, respostas corretas do ponto de vista científico. A metodologia selecionada teve também um impacte positivo na motivação dos alunos, como comprovado pela análise de conteúdo das grelhas de observação, das entrevistas e das respostas ao questionário global. Adicionalmente, não se registou qualquer relação significativa entre o desempenho cognitivo e alguma das preferências modais.

Esta investigação reúne um conjunto de bons indicadores das potencialidades da metodologia de ensino apoiada na aprendizagem multissensorial. Estes últimos referem a metodologia como independentemente das preferências modais dos alunos, permitindo promover ambientes de aprendizagem verdadeiramente multissensoriais, que envolvem mais os alunos e potenciam o seu desempenho cognitivo.

Palavras-chave: sais minerais, recursos geológicos, aprendizagem multissensorial, preferências modais, VARK, triangulação metodológica.

ABSTRACT

The Earth is rich in geological resources, for which the human being was able to find utility from an early age, starting its exploration. With the advance of knowledge in areas such as medicine, physicians and geoscientists began to notice that explorations were often associated with health problems. It is now recognized that, from megascopic geological disasters to the nano/atomic scale of mineral salts, the composition of geosphere and geological phenomena are imprinted in the air, water and in our food. Thus, it is essential to understand its role and effects on our organism and to universalize the sustainable exploitation of geological resources to promote quality health for all, as contemplated in the 2030 Agenda.

The world we live in is multisensory, where constant sensory stimuli appeal to us and objects are analyzed and perceived in a multimodal manner. It is through our senses that we come to know the world. Invoking the senses allows our brain to attach itself to something concrete, something substantial. The brain integrates information from different modalities (senses) into a coherent mental perception. In this sense, a model for determining individual modal preferences emerged, the VARK model, based on four perceptual learning modalities – visual, aural, read/write and kinesthetic –, which combine the different sensory channels to collect information. Different strategies can be used to teach, through different perceptual modalities, the same theme or topic.

Multisensory learning (MSL) is based on the assumption that we learn best if we are taught using more than one sense. Despite its long-known benefits, most schools and teachers are still following a predetermined and established “assign and evaluate” ideology, rather than looking for a more engaging, meaningful and lasting learning experience. Thus, the purpose of this study was to evaluate the possible effects of using multisensory learning as an educational methodology in the development of cognitive skills and motivation in ninth grade students from a school in Porto, associated with the theme of minerals as a link between Earth and human health, and a possible relation with their modal preferences.

The intervention program was partly applied to the total four ninth grade classes in a school in the city of Porto (n=80), and subsequently completed with two of the classes (n=44). Data collection was carried out using surveys and observation as techniques, and some instruments – cognitive tests (pre-test and post-test), interview script, questionnaires and observation grid –, and applied according to a methodological triangulation (QUAN-QUAL).

Results showed that multisensory learning had a positive impact on cognitive performance, evidenced by a significant increase in the mean value of classifications in the post-test by the experimental group, in opposition to the control group (52.66% *versus* 38.87%, p=0.010), and through content analyzes of observation grids and interviews, which revealed a higher number of correct rather than incorrect answers from a scientific point of view. The selected methodology also had a positive impact on students' motivation as shown by content analysis of observation grids, interviews and responses to a generic questionnaire. In addition, no significant relation was found between cognitive performance and each of the modal preferences, in particular.

This investigation gathers some good indicators for the potential of using multisensory learning as an educational methodology. The last of which refer the methodology as independent of students' modal preferences, allowing for promotion of truly multisensory learning environments, which deeply engages students and improves their cognitive performance.

Keywords: mineral salts, geological resources, multisensory learning (MSL), modal preferences, VARK, methodological triangulation.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS ..... **VII**

RESUMO ..... **IX**

ABSTRACT ..... **XI**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XV**

ÍNDICE DE TABELAS ..... **XVI**

LISTA DE ABREVIATURAS ..... **XVII**

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO **1**

1.1. Contextualização da investigação *1*

1.2. Problema, hipóteses e objetivos da investigação *5*

1.3. Organização do Relatório de Estágio *7*

CAPÍTULO 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO **9**

2.1. Enquadramento científico *9*

2.1.1. Geologia e Geoquímica Médica 9

2.1.2. Os sais minerais, a saúde humana e a sustentabilidade 11

2.2. Enquadramento educacional *16*

2.2.1. Aprendizagem multissensorial 16

2.2.2. Estilos de aprendizagem e modalidades percetivas 18

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA **23**

3.1. Classificação da investigação *23*

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados *24*

3.2.1. Testes cognitivos 25

3.2.2. Grelha de observação 26

3.2.3. Guião de entrevista 28

3.2.4. Questionários 30

3.3. Validade e fidelidade dos instrumentos *33*

3.4. Caracterização da amostra *34*

3.5. Análise dos dados *35*

3.6. Alterações consequentes da pandemia *35*

3.7. Procedimentos *36*

CAPÍTULO 4. PROGRAMA DE INTERVENÇÃO **37**

4.1. Planificação e recursos educativos *37*

4.2. Aplicação do Programa de Intervenção *40*

CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO **45**

5.1. Testes cognitivos *45*

5.2. Grelha de observação ... *48*
5.3. Entrevistas ... *51*
5.4. Questionário global ... *55*
5.5. Questionário VARK ... *62*

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES ... **67**
6.1. Conclusões gerais ... *67*
6.2. Contributos para o desenvolvimento profissional ... *69*
6.3. Limitações e sugestões para futuras investigações ... *70*

REFERÊNCIAS ... **71**
Anexo I. Pré-teste cognitivo ... *75*
Anexo II. Pós-teste cognitivo ... *76*
Anexo III. Grelha de observação individual ... *77*
Anexo IV. Guião de entrevista ... *80*
Anexo IV. Pedido de autorização – encarregados de educação ... *82*
Anexo VI. Questionário VARK jovens ... *83*
Anexo VII. Planificações das aulas ... *85*
Anexo VIII. Menus pictográficos – 1ª sessão ... *88*
Anexo IX. Placas dos problemas de saúde – 1ª sessão ... *89*
Anexo X. Ficha de trabalho-resumo – 1ª sessão ... *90*
Anexo XI. Ficha de apoio à dissecação – 2ª sessão ... *91*
Anexo XII. Textos informativos – 2ª sessão ... *92*
Anexo XIII. Fichas pictográficas informativas – 2ª sessão ... *93*
Anexo XIV. Ficha de trabalho-resumo – 2ª sessão ... *94*
Anexo XV. Jogos interativos breakout – 3ª sessão ... *95*
Anexo XVI. "Casos" de investigação – 3ª sessão ... *96*
Anexo XVII. Ficha de trabalho-resumo – 3ª sessão ... *97*
Anexo XVIII. Codificação e transcrição das entrevistas de grupo ... *99*
Anexo XIX. Vantagens da aprendizagem multissensorial ... *103*

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1: Elementos minerais essenciais traço e macro e não essenciais tóxicos.....12

Fig.2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável associados ao tema.....15

Fig.3: Distribuição geral de preferências modais segundo o modelo VARK.....20

Fig.4: Estratégias e fatores associados às modalidades.....21

Fig.5: Modelo montado do nefrónio e tubo coletor…….....39

Fig.6: Aplicação do Programa de Intervenção.....43

Fig.7: Classificações médias obtidas nos testes cognitivos……46

Fig.8: Frequências absolutas dos registos de atitudes e valores.....49

Fig.9: Frequências absolutas dos registos de conceitos e práticas……..…50

Fig.10: Avaliação da motivação e envolvimento na terceira sessão.....57

Fig.11: Respostas ao questionário global – aulas.....58

Fig.12: Respostas ao questionário global – atividades.....59

Fig.13: Distribuição de preferências modais e modalidades percetivas.....64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Aprendizagens essenciais contempladas na temática desenvolvida…..4

Tabela 2: Objetivos do Projeto de Intervenção desenvolvido 6

Tabela 3: Parâmetros e níveis de desempenho da grelha de observação…….…...27

Tabela 4: Guião da entrevista simplificado……..29

Tabela 5: Guião do questionário de satisfação global. 31

Tabela 6: Distribuição da amostra.....34

Tabela 7: Comparação dos resultados nos testes cognitivos.....45

Tabela 8: Frequência de respostas corretas nos testes cognitivos.....47

Tabela 9: Classificação média em respostas compostas nos testes…….....48

Tabela 10: Categorias da análise da entrevista e questões.....51

Tabela 11: Subcategorias e indicadores da análise da entrevista.....51

Tabela 12: Frequências de resposta por indicador nas entrevistas – conteúdos da aula.....53

Tabela 13: Frequências de resposta por indicador nas entrevistas – metodologia da aula.....55

Tabela 14: Avaliação do conhecimento adquirido na terceira sessão.....56

Tabela 15: Vantagens da aprendizagem multissensorial segundo os alunos.....60

Tabela 16: Distribuições de preferências modais.....63

Tabela 17: Resultados dos testes cognitivos segundo as preferências modais....65

Tabela 18: Variação das classificações nos testes segundo as preferências modais.....65

LISTA DE ABREVIATURAS

AE – Aprendizagens Essenciais

ANCOVA – Analysis of Covariance;

COVID-19 – Coronavirus Disease 2019;

EOI – Ensino Orientado para a Investigação;

FTG – Fator de Intolerância à Glucose;

IPP – Iniciação à Prática Profissional;

MSL – *Multisensory Learning* (aprendizagem multissensorial)

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico;

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável;

OMS – Organização Mundial de Saúde;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PA – Perfil do Aluno para o Século XXI;

PES – Prática de Ensino Supervisionada;

PI – Programa de Intervenção;

TEIP – Territórios Educativos de Intervenção Prioritária;

TR – (elementos) Terras-Raras (elementos)

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organização para a Educação, a Ciência e a Cultura);

VAK – *Visual (*visual*), Aural (*auditiva*), Kinesthetic (*cinestésica*);*

VARK – *Visual* (visual), Aural (Auditiva), *Read/write* (leitura/escrita) *Kinesthetic* (cinestésica);

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização da investigação

Em linha com o Projeto de Estágio de Iniciação à Prática Profissional (IPP) e após implementação do Programa de Intervenção no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), realizada como pressuposto na Unidade Curricular (FP5000) do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, elaborou-se o presente documento como Relatório de Estágio. O Programa de Intervenção foi implementado com alunos do 9º ano de escolaridade da Escola Sede do Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas, da cidade do Porto.

O agrupamento, incluindo a Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas, encontram-se inseridos no Programa Territórios Educativos de Intervenção Prioritária (TEIP). Dada a sua localização, no centro da área metropolitana do Porto, serve um vasto conjunto de crianças e adolescentes com realidades económicas, culturais e sociais amplamente dispares. Ao longo dos últimos anos o número total de alunos tem diminuído, mas a escola conta com uma boa oferta educativa e vários projetos educativos. É também uma escola de referência para a inclusão de crianças e adolescentes cegos e com baixa visão.

Na segunda metade do ano letivo em que decorreu o estágio e a implementação do Projeto de Intervenção, a escola esteve sujeita a alterações radicais, com o desenvolvimento da pandemia pelo SARS-CoV-2, que provoca um síndrome respiratório agudo designado por COVID-19, nomeadamente a substituição completa das aulas presenciais por ensino à distância, a partir do final do 2º Período letivo. Desta forma, a implementação do Projeto de Intervenção foi afetada na sua fase final, pelo que foram incutidas algumas alterações à metodologia e planeamento previstos no Projeto de Estágio, na adaptação ao ensino à distância, as quais se encontram discriminadas nos respetivos capítulos.

"Nada substitui a sala de aula" foi uma frase comum durante esta fase transformante. A mensagem propugnada prende-se com o maior dinamismo e flexibilidade no ensino da matéria que a educação presencial permite, despertando mais facilmente questões inovadoras. Estando mais bem estabelecido e sendo mais íntimo, o ensino presencial é normalmente mais bem-sucedido, favorecendo a relação direta e o sinergismo comunitário, com pessoas e serviços educativos. Assim, evita a dependência dos sistemas de redes e abandono da aula por desinteresse. O próprio ambiente da sala de aula oferece mais motivação, incentivo e direção (Kemp & Grieve,

2014). Contudo, o ensino à distância também "veio para ficar" e apresenta vantagens incontornáveis, com um conjunto de novos recursos e ferramentas que potenciam a experiência educativa. Com a pandemia, esta tornou-se numa componente de complemento à formação de professores com uma subida brusca na procura, não apenas pela necessidade de minimizar os efeitos nefastos da educação à distância imposta na aprendizagem, mas também para otimizar o processo pedagógico.

A formação inicial de professores é tida como uma ponte entre a teoria e a prática. Os estágios, que atualmente decorrem ao longo da segunda metade do curso, propiciam a articulação entre as dimensões teórica e práticas da formação (Pimenta & Lima, 2004). Contudo, a alocação da prática do ensino ao ambiente escolar e das bases teóricas às instituições de ensino superior corresponde a uma perspetiva demasiado espartilhada e redutora. Existem dificuldades em conceber os rumos que tanto a formação inicial como a formação contínua de professores terão de tomar para serem atingidas as aprendizagens bem-sucedidas de todos alunos. Um dos caminhos para a reconceptualização da formação dos professores é o que se consubstancia na metáfora dos "professores como investigadores", através de práticas investigativas focadas nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como observações e reflexões sobre situações contextualizadas (Esteves, 2001). A investigação consiste na possibilidade dos estagiários desenvolverem posturas e habilidades de investigadores a partir das situações de estágio, elaborando projetos e relatórios que lhes permitam compreender e problematizar as situações que observam (Pimenta & Lima, 2004).

Os projetos de investigação na formação inicial são também impulsionadores da prática reflexiva ao longo da carreira, num contexto de aprendizagem permanente. O professor torna-se mais autónomo, sensível e atento à complexidade do espaço em que está inserido e fatores que afetam a sua prática, viabilizando a construção da(s) identidade(s) como docente (Passos et al., 2010). Muitas vezes torna-se então num professor-investigador, que investiga a própria prática, transformando antigos saberes e produzindo novos, melhorando essa prática (Tancredi, 2009).

A literacia científica e tecnológica é considerada pela UNESCO um dos pilares basilares para o exercício de uma cidadania consciente na vida política, social e cultural, e motor de crescimento dos países. Apesar das melhorias, a literacia científica dos jovens em Portugal foi avaliada como um aspeto problemático relativamente à média dos outros países da OCDE (Conselho Nacional de Educação, 2017). É fundamental haver um sincronismo com a dinâmica das descobertas científicas, mas são igualmente importantes as estratégias e metodologias didáticas que os professores utilizam.

Embora não exista um método único, os diferentes métodos são mais válidos em determinados contextos, dependendo do conteúdo, docente e discente.

Concomitantemente, segundo as perspetivas atuais do Ensino Orientado para a Investigação (EOI), o Ensino das Ciências tem como objetivos a compreensão abrangente dos conceitos e o desenvolvimento do raciocínio científico e de competências na resolução de problemas, incluindo competências de conhecimento (substantivo, processual, epistemológico), raciocínio crítico, comunicação e atitudes, preparando os alunos para serem cidadãos intervenientes e dotados de literacia científica (Freire, 2009).

Além de ser uma ciência aplicada, a prática do ensino é também uma arte, tanto no sentido de criação intuitiva como no sentido de prática artesanal. Esta requalificação afasta-se da conceção que reduz a atividade do professor a uma mera aplicação técnica dos conhecimentos científicos produzidos pelas ciências da educação (Esteves, 2001). A conceção "artística" da atividade e do conhecimento dos professores relaciona-se com a aprendizagem multissensorial, pelo apelo a todos os sentidos e vias de perceção que integram. Esta conceção prende-se com a adoção de estratégias de aprendizagem numa vertente multissensorial, abrangendo vários estilos de aprendizagem e modalidades percetivas (Baines, 2008). Esta metodologia adequa-se naturalmente à grande maioria dos conteúdos em Biologia e Geologia, como sendo áreas de estudo baseadas na perceção do meio envolvente. Tal como os conceitos não são desconetados, o ensino não deve ser compartimentado, contrapondo-se a interdisciplinaridade e a colaboração.

A aplicação deste PI ao 9º ano de escolaridade, de acordo com o atual currículo escolar, subordina-se ao estudo da saúde humana, e fatores associados, e do corpo humano. Tão variados quanto as estruturas no nosso organismo são os recursos mineralógicos na geosfera. De facto, a sua composição integra muitos dos mesmos elementos. Perceber como estes circulam entre os minerais e o corpo humano, como são absorvidos, utilizados e excretados e qual a sua função no organismo é não só objeto de estudo deste PI, mas também da Geologia Médica. Os minerais encerram em si uma ligação intrincada entre a geosfera e os tecidos biológicos, como será evidenciado no enquadramento científico.

De entre os vários domínios de estudo em Geologia Médica, propõe-se aqui a análise da variação dos níveis de elementos essenciais sob a forma de sais minerais no organismo; nomeadamente, a relação existente entre minerais, elementos essenciais e o corpo humano, tendo em atenção as suas fontes e distribuição. Por outro lado, são

também abordados os efeitos nefastos da exposição a elementos não essenciais tóxicos.

Esta temática encontra-se alinhada com as Aprendizagens Essenciais (AE) estabelecidas pelo Ministério da Educação para o 9º ano de escolaridade (Despacho n.o 6944-A/2018, 19 de Julho 2018), cujo tema/organizador geral é "Viver Melhor Na Terra", associadas aos elementos-traço e os seus efeitos no organismo e à reabsorção dos elementos essenciais no tubo urinífero, no sentido de promover a saúde individual, familiar e comunitária. Estabelece também uma ponte com AE do 7º ano do Ensino Básico, associadas ao subtema: "Ciência geológica e sustentabilidade da vida na Terra" [ver Tabela 1]. Não obstante, a temática transcende as AE, caminhando no sentido de promover interdisciplinaridade com diferentes áreas, nomeadamente Química, Geografia e História, e equipar os alunos com novos conhecimentos para além do essencial decretado.

Tabela 1| Aprendizagens essenciais contempladas na temática desenvolvida.

7º Ano	**Tema:** Terra Em Transformação **Subtema:** Ciência geológica e sustentabilidade da vida na Terra

- Relacionar o ambiente geológico com a saúde e a ocorrência de doenças nas pessoas, nos animais e nas plantas que vivem nesse ambiente, partindo de questões problemáticas locais, regionais ou nacionais.

9º Ano	**Tema:** Viver Melhor Na Terra

- Relacionar a insuficiência de elementos-traço com os seus efeitos no organismo;
- Relacionar os constituintes do sistema urinário com a função que desempenham e caracterizar a anatomia e a morfologia do rim de um mamífero, explicitando as funções desempenhadas pelos seus constituintes;
- Relacionar as características da unidade funcional do rim com o processo de formação da urina, identificando alguns fatores que condicionam a sua formação;
- Analisar criticamente estratégias de atuação na promoção da saúde individual, familiar e comunitária, partindo de questões enquadradas em problemáticas locais, regionais ou nacionais.

Simultaneamente, a implementação deste PI favoreceu o desenvolvimento de diversas competências, em consonância com o descrito no Perfil do Aluno para o século XXI (PA), em especial as competências na área de raciocínio e resolução de problemas, competências na área de desenvolvimento pessoal e autonomia, competências na área de pensamento crítico e pensamento criativo, competências na área de relacionamento interpessoal e competências na área de bem-estar e saúde (Gomes et al., 2017).

1.2. Problema, hipóteses e objetivos da investigação

É importante ter uma questão de investigação (ou várias) focada, concisa e relevante (Cohen et al., 2007). Nesta investigação, pretende-se avaliar o impacte da metodologia de ensino multissensorial, com estratégias associadas às diferentes modalidades percetivas (variável independente), no desenvolvimento de competências cognitivas e atitudinais dos alunos (variável dependente), na temática dos minerais como ligação entre a geosfera e a saúde humana. O desempenho cognitivo foi avaliado por classificação obtida em pré e pós testes, mas, em parte, também por entrevista e questionário, assim como outros fatores do domínio cognitivo (por exemplo, memorização). A avaliação do impacte no domínio atitudinal dos alunos foi analisada, sobretudo, com recurso à entrevista, questionário e observação sistemática. Pretendeu-se ainda verificar se as preferências modais dos alunos (variável independente) condicionam o seu desempenho cognitivo na temática proposta (variável dependente).

Questões da investigação

Especificamente, a investigação procura responder às seguintes questões:

1. Qual o impacte da implementação de aulas baseadas no ensino multissensorial no desenvolvimento de competências cognitivas e atitudinais dos alunos, na temática dos minerais como ligação entre a geosfera e a saúde humana?

2. Existe alguma relação entre a preferência modal (estilo de aprendizagem) do aluno e o desenvolvimento de competências cognitivas, após as aulas lecionadas tendo por base a aprendizagem multissensorial?

Hipóteses da investigação

Com base no quadro conceitual, as seguintes hipóteses nulas e alternativas para a **primeira (1) e segunda (2) questões de investigação** foram testadas:

(1)H_0 A utilização da aprendizagem multissensorial como metodologia educacional não tem efeito no desempenho cognitivo dos alunos, na temática dos minerais como ligação entre a geosfera e a saúde humana.

(1)H_1 A utilização da aprendizagem multissensorial como metodologia educacional tem um efeito positivo desempenho cognitivo dos alunos, na temática dos minerais como ligação entre a geosfera e a saúde humana.

(2)H_0 Não existe uma relação entre o desempenho cognitivo, após aulas lecionadas segundo a metodologia de ensino multissensorial, e as preferências modais dos alunos.

(2)H_1 Existe uma relação entre o desempenho cognitivo, após aulas lecionadas segundo a metodologia de ensino multissensorial, e as preferências modais dos alunos.

Objetivos da investigação

Em linha com as questões de investigação propostas, e de forma a direcionar as atividades educacionais e avaliação propostas, três grupos de objetivos – concetuais, educacionais e profissionais – foram propostos para este PI [ver Tabela 2].

Tabela 2| Objetivos do Projeto de Intervenção desenvolvido.

Objetivos concetuais
– Compreender a importância da preservação e exploração sustentável dos recursos geológicos;
– Relacionar as fontes de minerais na geosfera com a forma como estão disponíveis para serem usados pelo corpo humano.
– Reconhecer o papel e a importância dos sais minerais e determinados elementos no nosso organismo.
– Refletir criticamente sobre as consequências para a saúde humana da exposição a quantidades excessivas de determinados sais minerais/elementos ou sua carência na dieta.
Objetivos educacionais
– Promover o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia educativa eleita, o ensino multissensorial, no ensino das Ciências Naturais;
– Analisar a potencialidade da aprendizagem multissensorial no desenvolvimento de competências cognitivas e atitudinais nos(as) alunos(as);
– Incutir em cada aluno(a) a autorreflexão e adoção de diferentes estratégias de estudo, segundo preferências modais de aprendizagem individuais.
Objetivos profissionais
– Desenvolver competências profissionais no âmbito da preparação e aplicação de estratégias associadas a diferentes modalidades percetivas no ensino multissensorial;
– Adquirir competências no âmbito da Investigação em Educação;
– Promover o desenvolvimento e a emancipação profissional docente através de uma ação participativa e reflexiva.

1.3. Organização do Relatório de Estágio

Para facilitar a leitura, integração e compreensão, inclui-se um resumo do seccionamento e organização gerais e principais tópicos abordados em cada capítulo do Relatório de Estágio. O relatório está estruturado em seis capítulos, contemplando um capítulo introdutório de contextualização, problemática e propósito do estudo, um capítulo de enquadramento científico e educacional, um capítulo dedicado às metodologias de investigação adotadas e outro focado no Programa de Intervenção (PI), um capítulo de exposição dos resultados obtidos e de discussão dos resultados, e um capítulo conclusivo. Acrescentam-se ainda as referências e anexos.

O capítulo de introdução inicia-se com a apresentação da organização do relatório, seguindo-se uma breve apresentação e contextualização profissional da investigação, assim como o enquadramento do estudo. Segue-se ainda a contextualização curricular da temática escolhida, após a qual se clarifica o propósito e problema a investigar, bem como as hipóteses e objetivos – objetivos concetuais, educacionais e profissionais – que conduziram a investigação.

O segundo capítulo, de enquadramento teórico, subdivide-se em enquadramento científico e enquadramento educacional, em que se aprofunda o tema científico proposto e a metodologia educativa adotada, respetivamente. A base teórica é resultante da pesquisa e análise de literatura científica subjacente ao tema, em que se inclui a Geologia Médica e a Geoquímica, importância dos minerais para a saúde humana e na sustentabilidade do nosso planeta. Relativamente ao enquadramento educacional, a secção expõe os fundamentos da aprendizagem multissensorial e a sua relação com as modalidades percetivas, especificamente segundo o modelo VARK.

O terceiro capítulo inclui a metodologia adotada, instrumentos e o design do estudo, caracterizando a investigação e a amostra, enquanto que o quarto capítulo, descreve o Programa de Intervenção, incluindo a sua planificação e aplicação.

Os resultados obtidos após a implementação do Programa de Intervenção são apresentados no quinto capítulo, assim como a discussão, análise, correlação e integração desses resultados.

Finalmente, o sexto e último capítulo apresenta as principais indicações e conclusões da investigação, assim como as limitações e perspetivas futuras. Inclui ainda uma reflexão sobre implicações profissionais e possíveis implicações coletivas.

CAPÍTULO 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Enquadramento científico

2.1.1. Geologia e Geoquímica Médica

Mesmo quando nos tornamos cada vez mais conscientes do nosso poder em mudar o meio-ambiente na Terra, podemos dizer que, geologicamente, a Terra está em grande forma. A humanidade, no entanto, é que pode não estar tão bem. A Terra é o principal sistema de suporte à vida, suprindo as nossas necessidades básicas de minerais, água e ar. O interesse crescente em perceber como funciona o nosso planeta deve-se, em parte, à ligação entre Geologia e Saúde.

Cada erupção ou terramoto pode resultar em traumas físicos agudos distintos, com consequências imediatamente visíveis e que exigem atenção médica. As relações são óbvias, a causa é baseada na dinâmica terrestre e o efeito é instantâneo, causando danos diretos e prejuízos imediatos à saúde e bem-estar humanos. Mas existem ainda outros perigos que são muito mais difíceis de detetar e avaliar (Wardrop & Le Blond, 2015). A ligação entre a Terra e os seus perigos é uma área ativa de investigação com vários nomes; dois que foram usados em Geologia são Geomedicina (Låg, 1990) e Geologia Médica (Berger, 2003). Apesar de “Geomedicina” ter sido o termo inicialmente mais usado, o termo mais antigo “Geologia Médica” foi oficialmente aceite para designar a subespecialidade emergente. A Geologia Médica não é estritamente uma disciplina emergente, mas sim uma disciplina reemergente, definida como a ciência que lida com a relação entre fatores geológicos naturais e a saúde humana e animal, e com o estudo da influência de fatores ambientais comuns na distribuição geográfica de certos problemas de saúde. Este é um objeto de estudo amplo e complicado que implica contribuições multidisciplinares de ciências da Terra, Saúde e Vida, desde cedo envolvendo a colaboração de geocientistas, cientistas biomédicos, ecologistas, entre outros profissionais (Hasan et al., 2013).

A Geologia Médica abrange atualmente uma ampla gama de ambientes físicos e químicos naturais, em escalas microscópicas a globais, adquirindo o potencial para ajudar comunidades médicas e instituições de saúde pública em todo o mundo na procura de soluções para inúmeras situações de doença induzidas naturalmente pelo ambiente (Finkleman et al., 2001). A Geologia Médica, ao se concentrar nos impactes de materiais e processos geológicos, como erupções, terramotos e poeiras (ou seja, o ambiente natural), na saúde animal e humana, pode ser considerada complementar à Medicina Ambiental (Selinus & Frank, 2000).

Desde que surgiram na Terra, os hominídeos processaram materiais geológicos pelas suas características, incluindo propriedades curativas, como, por exemplo, minerais de arsénio, através da sua ação corrosiva. À medida que as civilizações evoluíram, desenvolveu-se uma melhor compreensão dos atributos benéficos e prejudiciais desses materiais e esse conhecimento foi incorporado na prática médica, que remonta há cerca de 5000 anos. Várias civilizações, como a chinesa, grega, romana e egípcia, deram contribuições valiosas no campo da medicina, enfatizando o uso de minerais no tratamento de doenças (Bunnell et al., 2007; Rodrigues et al., 2016).

No seu sentido mais amplo, a Geologia Médica estuda a exposição ou a carência em certos oligoelementos e outros sais minerais; inalação de poeiras minerais e emissões vulcânicas; transporte, modificação e concentração de compostos orgânicos e inorgânicos; e exposição a radioisótopos, micróbios e agentes patogénicos. As preocupações atuais e futuras em Geologia Médica incluem: níveis elevados de elementos e compostos na água da rede pública em vários países, como arsénio e o chumbo; emissões de mercúrio na combustão de carvão e bioacumulação no meio ambiente; os impactes da exploração mineira, como a mineração artesanal de ouro e a mobilização de mercúrio, arsénio e chumbo nas águas superficiais e subterrâneas dessas regiões; os impactes diretos e indiretos na nossa saúde de fenómenos geológicos, como emissões vulcânicas, terramotos e poeira geogênica; exposição a minerais fibrosos como o amianto (incluindo o crisótilo) e a erionite; e os efeitos das alterações climáticas globais. Milhões de pessoas, a maioria nos países em desenvolvimento, são atingidas por estes e outros problemas de saúde ambiental que podem ser evitados, prevenidos, mitigados ou minimizados com a contribuição de investigações detalhadas e abrangentes, e a sua extensão ao âmbito educacional (Davies et al., 2005; Bunnell, 2007).

Nos últimos dois séculos, médicos e geocientistas conseguiram estabelecer ligações entre o enquadramento geológico de determinadas áreas e a incidência de certas doenças. A composição das rochas e minerais está impressa no ar que respiramos, na água que bebemos e nos alimentos que comemos. A transferência de minerais e oligoelementos que eles contêm podem ocorrer por contacto, inalação ou, mais frequentemente, por ingestão e absorção (Hassan et al., 2013). A principal fonte destes minerais é o solo, um complexo de partículas inorgânicas e biológicas. Os solos, produto de processos erosivos, são a zona de transição entre a atmosfera e a litosfera, cuja composição varia naturalmente entre diferentes regiões, podendo ser alterada por fatores naturais ou antrópicos. Esta composição repercute-se nas propriedades da água de infiltração e na flora, condicionando finalmente a componente inorgânica da dieta em

animais, incluindo o Homem (Mills, 1996). Neste sentido, os estudos em Geologia Médica dependem de uma abordagem integrativa aos subsistemas terrestres e as possíveis interações entre eles.

V. M. Goldschmidt, conhecido como o pai da Geoquímica moderna, classificou os elementos geoquimicamente e estabeleceu as bases teóricas para a compreensão das afinidades de diferentes elementos químicos em diferentes unidades geológicas, assim como as regras que governam a distribuição dos elementos em minerais e rochas. Também estudou a geoquímica dos elementos de terras raras (TR) e a importância do raio iónico, da carga iónica e da natureza da ligação química em minerais. Este e outros cientistas promoveram uma melhor compreensão dos ciclos e vias geoquímicos (Goldschmidt, 1954; Mason, 1992). O termo "Geoquímica Médica", embora não seja tão comum como Geologia Médica, corresponde à área de estudo que lida com a química dos elementos nos materiais geológicos em relação à saúde no Homem e noutros seres vivos, nomeadamente a sua função, toxicidade e biodisponibilidade (Dissanayake & Chandrajith, 2009).

2.1.2. Os sais minerais, a saúde humana e a sustentabilidade

Todos os organismos vivos são compostos por elementos maiores, menores e vestigiais, de acordo com a sua abundância na crusta terrestre. Para além dos elementos estruturais mais abundantes no corpo humano (oxigénio, carbono, hidrogénio e azoto), uma série de outros elementos são essenciais ao bom funcionamento do nosso organismo. Estes incluem a necessidade de maiores quantidades de fósforo, enxofre, cálcio, sódio, magnésio, cloro, silício e potássio, normalmente denominados minerais principais (macrominerais), assim como de outros elementos, catiões e aniões, em concentrações menores, ou ínfimas, os minerais secundários (elementos-traço ou oligoelementos), frequentemente cofatores em processos metabólicos. Os restantes elementos não são, até à data, considerados essenciais, alguns dos quais são até prejudiciais, sendo considerados tóxicos mesmo em quantidades diminutas (Skinner, 2007) [ver Figura 1].

Num contexto de nutrição, um mineral é um elemento químico exigido como um nutriente essencial pelos organismos para desempenhar funções necessárias à vida (Godswill et al, 2020). Todos os minerais necessários à vida, normalmente ionizados na forma de sais, derivam principalmente das porções próximas da superfície terrestre, do mar e do ar. Alguns estão presentes na água do mar e na camada basáltica subjacente

(Rona, 2002), mas a grande parte encontra-se na crusta continental. A maioria dos sais minerais surge nos produtos de fundição das minas, geoquimicamente associados a outros minerais. As plantas absorvem os sais minerais dissolvidos no solo, que sobem depois na cadeia alimentar, enquanto que bactérias e fungos degradam compostos mais complexos de volta à sua forma mais simples e transformam alguns sais minerais, como o cobalto, em formas utilizáveis (Craig et al., 2001).

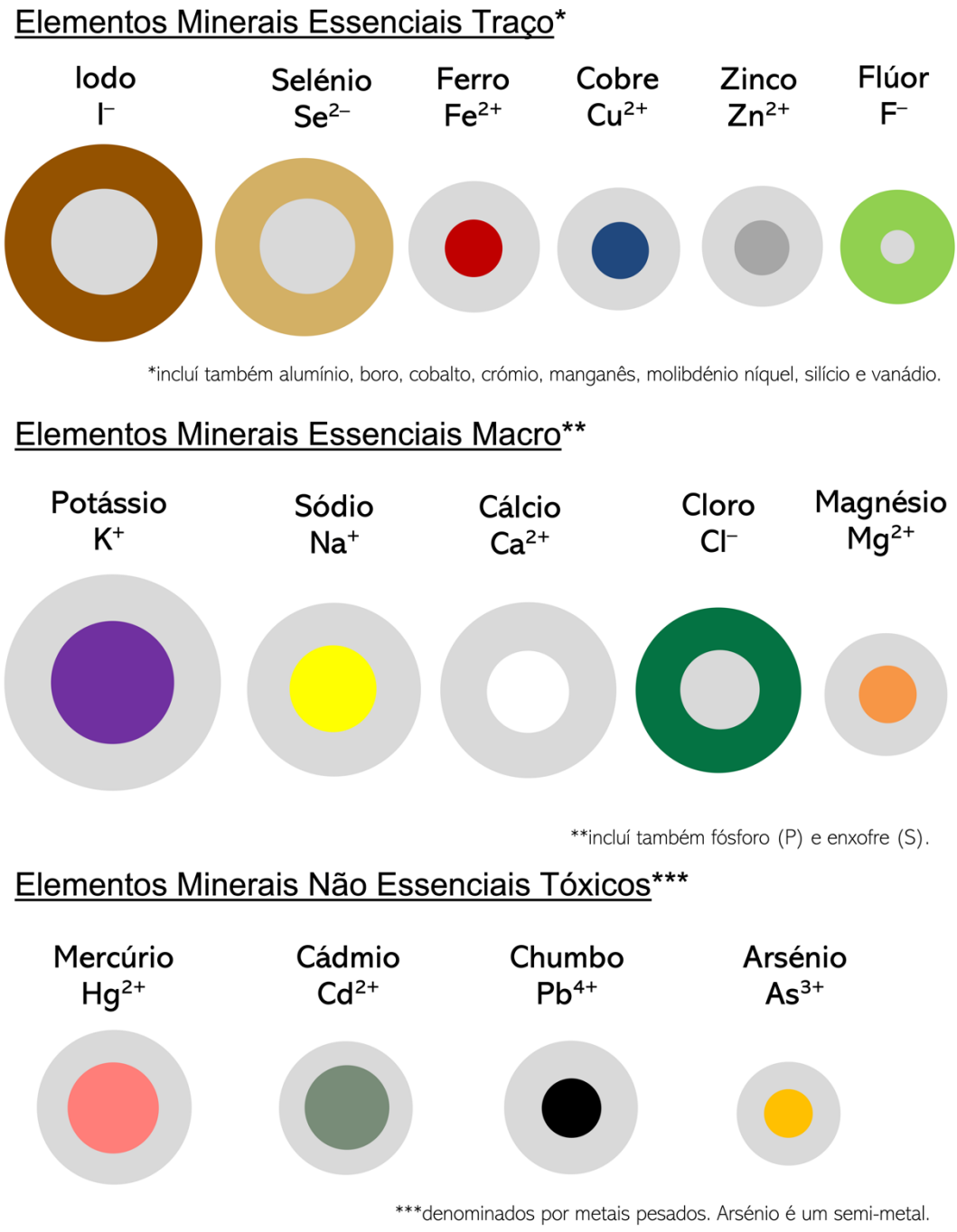


Figura 1| Elementos minerais essenciais traço e macro e não essenciais tóxicos. Forma iónica mais comum de alguns dos elementos minerais essenciais traço e macro e não essenciais.

Os sais minerais desempenham um papel essencial no metabolismo normal e nas funções fisiológicas, em vários processos moleculares e celulares. Mais de duas dezenas de elementos, na sua maioria metais ou metalóides, são conhecidos ou considerados "essenciais" para manter um bom estado de saúde. Cálcio, fósforo, flúor e magnésio, por exemplo, são necessários para funções estruturais nos ossos, dentes e membranas. O fósforo e o enxofre são constituintes essenciais de biomoléculas como os ácidos nucleicos e as proteínas, respetivamente. Sódio, cálcio, potássio e cloro são necessários para a manutenção do equilíbrio de água e eletrólitos nas células, fundamentais na transmissão do impulso nervoso e na contração muscular. O ferro é essencial para que a hemoglobina execute as suas funções. A maioria dos oligoelementos, tais como zinco, cobre, selénio, manganês e molibdénio são constituintes essenciais de enzimas ou servem como transportadores de ligandos que fazem parte do metabolismo (sobretudo de ferro). Alguns oligoelementos são também importantes para o funcionamento do sistema endócrino. Por exemplo, o iodo é um componente essencial da hormona da tiroide, a tiroxina, e o crómio é o átomo central do complexo fator de tolerância à glucose (FTG), regulando os níveis de glucose no sangue com a insulina (Carvalho, 2015; Bhattacharya et al., 2016). Como todas estas são funções críticas à vida, os níveis fisiológicos de muitos “macro e microminerais” essenciais tendem a ser regulados dentro de certos intervalos e dependem de vários processos orgânicos, especialmente o controlo homeostático da absorção entérica, armazenamento tecidual e/ou excreção. Alterações nestes processos fisiológicos podem agravar os efeitos de carências alimentares a curto prazo ou do excesso de determinado micronutriente (Shenkin, 2008).

“Nós somos aquilo que comemos [e bebemos]” é um velho ditado comum, que do ponto de vista puramente geoquímico tem uma base científica. Os princípios geoquímicos gerais ditam os processos de distribuição, acumulação e depleção de oligoelementos em ambientes específicos. Embora existam outros fatores – estilo de vida, sexo, idade, etnia e hábitos alimentares –, desequilíbrios, seja carência ou excesso, na quantidade de elementos inorgânicos essenciais captados resultam em consequências marcantes para a saúde humana e animal, aumentando a suscetibilidade a doenças (Dissanayake & Chandrajith, 2009). As anomalias na biodisponibilidade de oligoelementos têm um impacte significativo na composição das cadeias alimentares, situações mais evidentes em países em desenvolvimento, onde grandes populações vivem em contato mais direto com o solo e dependem em grande escala do meio ambiente local. Variações e anomalias geoquímicas intensas influenciam rapidamente a saúde da população local (Davies et al., 2005).

Doenças devidas a carência ou excesso de sais minerais são conhecidas para iodo, cobre, zinco, selénio, molibdénio, manganês, ferro e cálcio (Lindh, 2005). A anemia como consequência direta da falta de ferro ou cobre na alimentação é talvez a mais conhecida. Contudo, doenças endémicas correlacionadas com os baixos níveis de selénio no solo foram descritas em algumas doenças como a cardiomiopatia juvenil e a Doença de Keshan, (Fordyce, 2005), assim como distúrbios da falta de iodo, incluindo bócio e cretinismo (Nordberg & Cherian, 2005). Por outro lado, a concentração em excesso de flúor na água da rede pública causou fluorose dentária em 30 milhões de pessoas na China. Para cada elemento, um conjunto de sintomas e situações clínicas são registados, dependendo da alimentação e localização geográfica.

Para além dos desequilíbrios nos elementos essenciais, muitos outros elementos para os quais ainda não foi ainda descoberta uma função importante no organismo, podem apresentar complicações médicas quando presentes acima de certos níveis. Estes elementos são normalmente metais pesados, comuns no ambiente e, consequentemente, na nossa alimentação, acumulando-se ao longo da vida nos tecidos, comprometendo a sua vitalidade. Contudo, em determinados locais do globo, no seguimento de determinados desastres ambientais ou como consequência da ação antrópica, a concentração destes elementos tóxicos no meio ambiente pode aumentar para níveis muito acima do limiar permitido. Elementos tóxicos (não essenciais) como o cádmio e o arsénio, foram e são ainda responsáveis por diversos episódios confirmados epidemiologicamente de dores intensas, distúrbios ósseos e função renal perturbada por consumo de arroz com elevadas concentrações de cádmio na China e no Japão (doença de Itai Itai), e lesões cutâneas, seguidas de doença generalizada e morte por cancro em milhares de pessoas que consumiram água da rede pública contento elevadas concentrações de arsénio no Bangladesh (Skinner, 2007). Apesar do reconhecimento dos desastres históricos associados aos efeitos nefastos de metais pesados com o chumbo e o mercúrio, ainda na atualidade são detetadas concentrações prejudiciais na água para consumo e muitos alimentos, constituindo uma ameaça à saúde em muitas populações (Rebelo & Caldas, 2016).

Pobreza, fome, sistemas alimentares inadequados, subdesenvolvimento, desastres naturais, guerras, falta de apoio à saúde e más práticas alimentares contribuem para a desnutrição em muitas regiões do mundo. Nos países em desenvolvimento, metade de todas as mortes de crianças – mais de 8 milhões por ano – estão relacionadas com a dieta inadequada, incluindo micronutrientes, como os sais minerais (Bratter et al., 2009). De acordo com a OMS (Organização Mundial de Saúde), os sinais clínicos de deficiências em micronutrientes ocorrem não apenas nos países

em desenvolvimento, onde o acesso inadequado a alimentos ricos em micronutrientes é um problema frequente, mas também em países industrializados, onde hábitos e preferências alimentares pouco variadas podem favorecer alimentos com baixo conteúdo em certos oligoelementos. É importante conhecer as fontes alimentares que fornecem os sais minerais necessários e que permitem uma dieta mais equilibrada e completa, dando prioridade a alimentos ricos em determinados sais minerais, escassos em certas regiões, ou superalimentos (OMS, 2000).

Os níveis de exploração de recursos geológicos da Terra combinados com a biodisponibilidade e a consequente absorção biológica estão entre as muitas variáveis complexas que influenciam o bem-estar e a longevidade humana (Nacional research Council, 1981). As mudanças na composição dos solos provocadas pela extração, enriquecimento e consumo de recursos naturais são acompanhadas por efeitos colaterais prejudiciais que envolvem degradação ambiental e viabilidade geral diminuída da biosfera e, concomitantemente, riscos para a saúde humana (Skinner, 2007). Para promover a sustentabilidade mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) definiu há cinco anos, 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), na designada Agenda 2030. As questões relacionadas com a educação e com a alimentação segura, sustentável e melhorada, incluindo acesso a água potável surgem como problemas de estudo prementes que devem ser alvo de um ensino contextualizado em Educação em Ciências [ver Figura 2].



Figura 2| Objetivos de Desenvolvimento Sustentável associados ao tema.

Daqui se destaca a necessidade de melhorar a qualidade da água e reduzir substancialmente o número de mortes e doenças causadas por produtos químicos e materiais perigosos, incluindo metais pesados, e poluição e contaminação do ar, da água e do solo, e acabar com todas as formas de desnutrição, e o consequente subdesenvolvimento em crianças (ONU, 2019).

2.2. Enquadramento educacional

2.2.1. Aprendizagem multissensorial

Desde o início da humanidade, a aprendizagem nunca foi apenas um processo unissensorial. Por exemplo, para a maioria dos ofícios, o treino prático seria necessário para garantir o melhor desenvolvimento do aprendiz, o que envolvia ouvir, observar cuidadosamente e, principalmente, manipular. Mesmo num ambiente mais teórico, ouvir e escrever dificilmente seria o suficiente para a maioria dos alunos atingir um nível maior de conhecimento, ou seria mais difícil. Isto porque tal cenário não é natural para nós. Tal foi inicialmente comprovado por Orton (1925), que registou o uso de técnicas multissensoriais num contexto de dislexia, envolvendo modalidades visuais, auditivas e cinestésicas, com ótimos resultados na tentativa de superar problemas disléxicos de leitura. Desde então, várias técnicas multissensoriais foram desenvolvidas para facilitar a aprendizagem de pessoas com dificuldades visuais ou auditivas (Gori, 2015). Ainda antes, Montessori percebeu a importância do movimento, dos nossos sentidos e da perceção multimodal, parte do seu método (Montessori, 1912, 1967). No entanto, o ensino continua a ser frequentemente concebido como um ditado, conduzido pelo educador, e ignorando o poder das ferramentas gráficas e do movimento, por exemplo.

O mundo é um ambiente “naturalmente” enriquecido em cores, sons, texturas, sabores, odores, movimentos e outras sensações que apenas conseguimos aceder através dos nossos órgãos sensoriais. Estes são a porta de entrada aos *inputs* que vão ser processados no cérebro criando uma resposta e perpetuação associada como memória a curto, médio ou longo-prazo. Se o ambiente que nos rodeia corresponde a informação multissensorial, então os nossos sentidos são essenciais à nossa sobrevivência, incluindo processos basilares como a aprendizagem (Baines, 2008). A premissa do ensino/aprendizagem multissensorial é simples: os métodos multissensoriais envolvem tirar proveito do impacte dos sentidos e a importância dos movimentos corporais, ou cinestésicos, para ensinar e aprender. Quando os alunos invocam mais do que um sentido na criação das representações mentais do objeto, conceito ou fenómeno, tendem a interagir com este mais intensamente e, assim, retêm o que aprenderam por períodos mais longos. Numa abordagem posterior, um novo estímulo multissensorial, ou mesmo unissensorial, permite aceder mais facilmente a essa memória (Shams & Seitz, 2008).

No ensino multissensorial, o professor envolve os alunos por meio de, pelo menos dois estímulos aos diferentes sentidos, sejam eles práticos, visuais ou auditivos, e, em seguida, vincula a atividade a objetivos académicos relevantes. Esta estende-se a múltiplos meios de apresentação, múltiplos meios de envolvimento e múltiplos meios de avaliação (Brand & Dalton, 2012). A maioria das noções abstratas pode ser comunicada usando várias técnicas sensoriais. É importante que os alunos experienciem conceitos através de uma variedade de sentidos, construam uma variedade de representações, e as conexões entre elas, para construírem uma compreensão mais flexível da ideia, conceito ou fenómeno que está a ser ensinado. Contudo, isto não implica necessariamente a apresentação de ideias usando todos os sentidos em simultâneo. Preferencialmente, deve existir uma relação natural entre estímulos, ou seja, devem ser congruentes e consistentes com a experiência anterior do indivíduo. É através da relação recíproca entre o *input* sensorial e o pensamento que as técnicas multissensoriais ganham poder (Shams & Seitz, 2008).

As técnicas multissensoriais têm sido aplicadas, sobretudo, no ensino da escrita e leitura, revelando-se especialmente eficazes neste contexto, como no caso da técnica Orton-Gillingham (OG) (Birsh, 1999). O sucesso obtido foi a prova de que uma alteração no ambiente ou uma interrupção do processamento num dos sentidos, pode resultar num impressionante grau de plasticidade neuronal entre os sentidos (Shimojo & Shams, 2001). Tendo em consideração este fenómeno fisiológico adaptativo, foram surgindo após os anos 70 os espaços *Snoezelen* – inicialmente projetados como terapia para o autismo e outras deficiências de desenvolvimento, demência ou lesão cerebral. Mais tarde estas salas sensoriais foram também usadas com crianças com deficiência grave ou perturbações emocionais, e mesmo em crianças sem dificuldades aparentes. Nestes ambientes multissensoriais, não são apenas as interações entre alunos e professores que condicionam a aprendizagem, é reconhecida a importância do ambiente físico, a interação com os objetos e imagens projetadas (Verheul & Hulsegge, 1987).

A ligação entre o processamento sensorial e o desenvolvimento cerebral – em humanos e animais – desenvolve-se de acordo com a qualidade e natureza dos estímulos no ambiente (Striedter, 2006). Estudos em macacos e outros mamíferos e moscas provaram a existência de interações intermodais e concluíram que ambientes ricos em experiências sensoriais se associam ao desenvolvimento cerebral e maior longevidade (Diamond & Hopson, 1998). No entanto, a abordagem educacional dominante continua a ser a exposição de grande quantidade de informações abstratas num ambiente pobre em experiências sensoriais.

O ensino multissensorial nas escolas em Portugal ou a aplicação das modalidades percetivas, nomeadamente na área das Ciências da Vida, não tem ido além de breves trabalhos de investigação (por exemplo, Ferreira da Cunha, 2015) ou abordagens fragmentadas e fruto da natureza da área de estudo, como representações visuais e aulas laboratoriais. Contudo, a robustez e a facilidade com que se estabelecem relações multi e interdisciplinares nas ciências experimentais e tecnológicas favorecem a incorporação de abordagens multissensoriais na sala de aula. As tecnologias multissensoriais, em formatos como realidade virtual, simulações e viagens de campo virtuais são tidas como o empurrão necessário a essa realidade (Raskind et al., 2005).

2.2.2. Estilos de aprendizagem e modalidades percetivas

Segundo o famoso psicólogo Lev Vygotsky, alunos de uma faixa etária semelhante nem sempre estão no mesmo nível de desenvolvimento mental (Van de Walle, 2007). Para além disso, mesmo com base apenas no senso comum é percetível que os alunos aprendem de maneiras diferentes. Uma das grandes contribuições de Howard Gardner (1999) através da teoria das inteligências múltiplas é o reconhecimento de que os alunos são talentos diferenciados. Um estudante pode ser um "pensador lógico brilhante, mas um mau orador; um atleta excelente, mas um arquiteto inapto".

Uma das abordagens mais antigas e amplamente usadas para caracterizar estilos de aprendizagem é a proposta por Rita e Kenneth Dunn (Dunn & Dunn, 1978). O conceito de estilo de aprendizagem foi desenvolvido por diversos investigadores para atribuir aos alunos o seu modo preferencial de perceber e processar informações (Buch & Bartley, 2002). O movimento dos estilos de aprendizagem atribui aos alunos uma forma preferencial de aprender: auditiva, visual, tátil e cinestésica. Os alunos que aprendem melhor a ouvir têm uma vantagem nas salas de aula dominadas pelo discurso dos professores. Os alunos que aprendem melhor a assistir são beneficiados nas salas de aula onde os professores usam recursos visuais. Pode haver preferência por um ou mais estilos de aprendizagem e, se o ambiente de aprendizagem não for consistente com o estilo individual de aprendizagem, a aprendizagem poderá ser ignorada e negligenciada. Compreender os estilos de aprendizagem dos alunos ajuda a criar estratégias de aprendizagem. Embora um professor possa ser mais eficaz se ensinar expressamente o estilo de aprendizagem preferido do aluno (Dunn et al., 1995), tentar combinar estilos de aprendizagem individuais com estratégias educacionais depende do número de alunos e na variabilidade distribuída por turma, podendo tornar-se logisticamente impossível, à luz das outras responsabilidades de um professor.

Desde os anos 70, vários investigadores estudaram os estilos de aprendizagem e desenvolveram modelos de estilos de aprendizagem. Os modelos mais utilizados e aplicados foram desenvolvidos por Kolb (1984), Honey e Mumford (1986) e Gregorc (1985), por exemplo. Contudo, apesar da perspetiva promissora, muitos dos trabalhos de investigação que se sucederam falharam em comprovar os benefícios da adaptação das metodologias e técnicas de ensino ao estilo de aprendizagem de cada aluno. Pelo que, atualmente, existe ainda uma grande discussão em relação à validade dos estilos de aprendizagem. Por seu lado, as preferências modais afastam-se da controvérsia, na medida em que correspondem a apenas uma das várias componentes que compõe os estilos de aprendizagem, como, por exemplo, a motivação e diversos elementos sociais, físicos e ambientais. As preferências modais são apenas uma preferência entre a amálgama de preferências que constituem os estilos de aprendizagem, e que refletem as várias formas como gostamos de receber as informações, assim como as formas como preferimos demonstrar o que aprendemos. (Fleming 1995, 2001; VARK Learn Lda., 2020)

Nesse sentido, surgiu o modelo VARK (Fleming & Mills, 1992, Fleming 2001), com um questionário associado, tendo por base um dos primeiros modelos multissensoriais desenvolvidos, o VAK Learning Styles Model, introduzido nos anos 1920s por psicólogos como Fernald, Keller, Orton, Gillingham, Stillman e Montessori. O acrónimo VARK corresponde às quatro modalidades preferenciais na forma de receber a informação: visual (*Visual*), auditiva (*Aural*), leitura/escrita (*Read/Write*), cinestésica (*Kinesthetic*). A modalidade leitura/escrita foi uma proposta gemulada da modalidade visual, no seguimento do reconhecimento da existência de alunos com predileção distinta por palavras impressas, e alunos com uma maior primazia por informações simbólicas, como mapas e gráficos.

O questionário VARK compõe-se de 16 questões baseadas em escolhas e experiências reais, com quatro possibilidades de resposta cada. Neste questionário, é permitida a seleção de mais do que uma opção por questão. No final, a preferência modal apontada poderá corresponder a qualquer uma das quatro modalidades percetivas (preferência unimodal ou singular) ou uma combinação entre elas (bi, tri ou tetramodal – preferências multimodais) [ver Figura 3], servindo como guia para compreender melhor as preferências de aprendizagem de cada um e promover a metacognição (VARK Learn Lda., 2020).

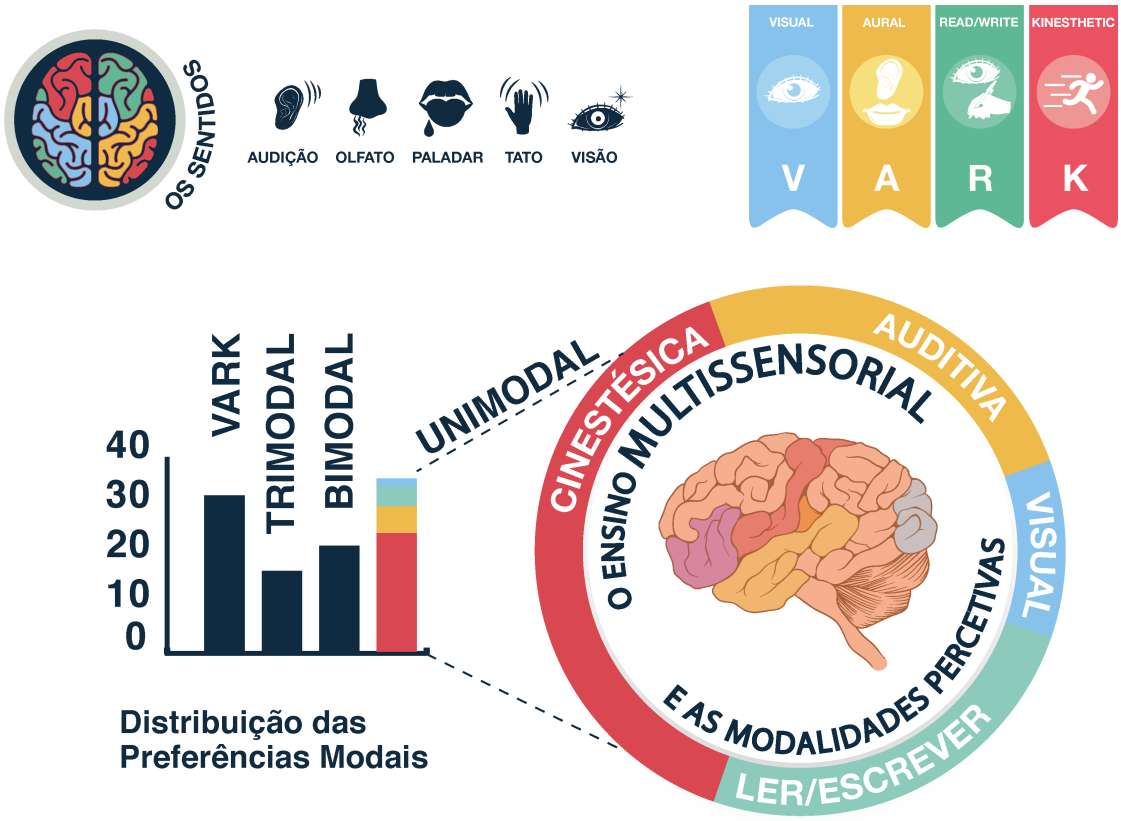


Figura 3| Distribuição de preferências modais de aprendizagem segundo o modelo VARK. Distribuição das preferências modais, baseadas na integração dos sentido, de acordo com respostas ao questionário VARK online (VARK Learn Lda, 2020). Unimodal: V, A, R, K; Bimodal: VA, VR, VK, AR, AK; Trimodal: VAR, VAK, ARK; Tetramodal: VARK.

Um aluno que demonstra uma preferência pela modalidade visual prefere a aprendizagem mediada por cores, gráficos e representações simbólicas, acima de *inp*uts auditivos como, por exemplo, explicações ou apresentações verbais do instrutor. A preferência percetiva auricular/auditiva, normalmente, indica que o aluno percebe melhor as informações auditivas, verbais e, portanto, ouvidas, tais como histórias, discussões, conversas, explicações em palavras ou palestras. Na modalidade de leitura/escrita a perceção da informação, e consequente produção de resposta, é favorecida por informações em formato textual e sem sons ou gráficos, ao contrário das modalidades anteriores. Inclui listas, títulos, dicionários, glossários e livros didáticos (Fleming, 2001; Fleming & Baume, 2006). De acordo com Fleming (2001), esta preferência de aprendizagem é a mais enraizada na maioria dos alunos/estudantes, sobretudo do sexo feminino. A preferência cinestésica enfatiza a experiência prática e dinâmica sobre as outras modalidades percetivas, sublinhando a importância da prática real ou simulada, desde experiências pessoais e reais, exemplos concretos e estudos de caso, a visitas de campo, jogos e trabalhos laboratoriais, opções normalmente prediletas dos alunos do sexo masculino [ver Figura 4].



Figura 4| Estratégias e fatores associados às modalidades percetivas isoladas. Algumas das principais estratégias e fatores associados a cada uma das quatro modalidades percetivas isoladas, segundo o VARK.

A pragmática dos estilos de aprendizagem não se limita às modalidades de perceção e processamento de informação – influi também nos métodos de avaliação dos alunos. A generalização dos testes escritos estandardizados, frequentemente compostos por escolhas múltiplas, apesar das vantagens administrativas e logísticas, favorece alunos cuja modalidade percetiva preferencial se patenteia pelo estímulo visual nas palavras lidas e escritas. Como todas as avaliações favorecem alguns estilos de aprendizagem em detrimento de outros, é importante dar aos alunos oportunidades diversificadas de demonstrar o que aprenderam (Simon & Soileil, 1993).

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

A adequação metodológica de uma investigação deve ser entendida e discutida em relação aos requisitos metodológicos do tipo de trabalho desenvolvido, com um ajuste entre o método, o objetivo e as circunstâncias da investigação. A investigação está também inextricavelmente relacionada com a teoria e questões a que se procura responder (Cohen et al., 2007). O método experimental consiste em variar valores ou opções de determinada variável independente e registar os efeitos na variável dependente. Este é normalmente reconhecido como o método de maior rigor científico. Os métodos de investigação quantitativa procuram maximizar a objetividade, a replicabilidade e a generalização das descobertas. Assim, pretende-se excluir experiências, influências e perceções do investigador para garantir objetividade na condução do estudo e nas conclusões tiradas. Apesar de tradicionalmente as investigações apoiadas pelo método quantitativo terem maior relevância, nas últimas décadas assistiu-se a um aumento do entusiasmo dos investigadores em educação pela perspetiva qualitativa, uma vez que a complexidade da natureza humana e o número de fenómenos e interações sociais, contrastam com a ordem e a regularidade dos fenómenos do mundo natural. Na investigação qualitativa, a representatividade numérica não é muito relevante, mas sim o aprofundamento da compreensão de um determinado problema (Cohen et al., 2007; Gay et al., 2012). Uma forma de aumentar a validade, força e potencial interpretativo de um estudo, diminuir as influências e fornecer várias perspetivas é usar métodos que envolvam triangulação. É uma forma expansiva e criativa de investigação, inclusiva, pluralista e complementar, e sugere que os investigadores adotem uma abordagem eclética (Denzin, 1977).

3.1. Classificação da investigação

Quanto ao propósito, com base em Gay e colaboradores (2012), esta investigação é classificada como um estudo de avaliação formativa, uma vez que se baseou na recolha e análise de dados contínuas sobre a qualidade, mérito e eficiência de uma prática (técnicas associadas ao ensino multissensorial), e pretende melhorar essa prática, possibilitando fortalecê-la antes de ser implementada (o avaliador interno é interno ao processo).

Segundo os mesmo autores, quanto à classificação da investigação relativamente ao método selecionado, trata-se de uma triangulação – a combinação de duas ou mais fontes de dados, investigadores, abordagens metodológicas, perspetivas

teóricas ou métodos analíticos no mesmo estudo. Estas combinações resultam em triangulação de dados, triangulação do investigador, triangulação metodológica, triangulação teórica ou triangulação analítica (Denzin, 1977; Kimchi et al., 1991). Esta investigação seguiu o modelo de mistura de métodos por triangulação, envolvendo a combinação e utilização dos métodos qualitativos e quantitativos no estudo de um fenómeno – "triangulação intermétodos ou "entre métodos" (Kimchi, 1991). No caso do método quantitativo, a causalidade entre duas variáveis não pode ser inferida com precisão se o design experimental não for válido. Esta investigação baseia-se, no entanto, num design quase-experimental. Apesar da falta de randomização, o design quase-experimental ainda pode ser benéfico, pois as amostras são normalmente mais fáceis de formar do que em estudos com seleção aleatória. A proposta de combinação de métodos qualitativos e quantitativos usa, sobretudo, estes dois métodos de investigação para tentar encontrar mais evidências convergentes ou divergentes e confirmar ou revogar, respetivamente, os resultados de investigações sobre o mesmo domínio. Esta perspetiva de triangulação metodológica baseia-se no pressuposto de que nenhum método de investigação está livre de erros e, portanto, é importante o exame do problema de tantas abordagens diferentes quanto possível, favorecendo a credibilidade (validade interna) e a fiabilidade (Denzin 1977; Erzberger & Prein, 1997).

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Em estudos que incluam métodos qualitativo, muitas formas de recolha de dados são aceitáveis, desde que a abordagem à recolha seja ética e que os dados obtidos contribuam para a compreensão do fenómeno em estudo (Gay et al., 2012). Assim, no sentido de responder às questões de investigação apresentadas e averiguar se os alunos alcançaram os objetivos inicialmente propostos para este PI, foram selecionadas como técnicas de avaliação e recolha de dados, para além da testagem, o inquérito por questionário, o inquérito por entrevista e a observação. À semelhança de estudos de natureza unicamente qualitativa, na abordagem mais qualitativa desta investigação o principal instrumento de recolha de dados consiste no próprio investigador (Cohen et al. 2007; Gay et al., 2012). Desta forma, para além dos testes, foram também escolhidos como instrumentos de recolha de dados os questionários, o guião de entrevista e a grelha de observação.

3.2.1. Testes cognitivos

Nos testes, os investigadores têm à disposição um instrumento poderoso de recolha de dados – uma grande variedade de testes pode ser usada para recolher dados do tipo numérico e não verbal. A construção e aplicação de testes é uma parte essencial do modelo experimental de investigação, incluindo pré-testes e pós-testes elaborados para grupos controlo e experimentais. Esta abordagem deve também seguir algumas diretrizes: o pré-teste pode ter perguntas que diferem na forma ou na redação do pós-teste, embora os dois testes devam testar o mesmo conteúdo, ou seja, serão formas alternativas de um teste para os mesmos grupos, devem ser os mesmos testes para os grupos controlo e experimental e a construção de um pós-teste deve evitar facilitar a realização do teste por um dos grupos – o nível de dificuldade deve ser o mesmo. Os mesmos géneros de questões também podem integrar questionários e entrevistas (Cohen et al., 2007).

Tanto o pré-teste [ver Anexo I] quanto o pós-teste [ver Anexo II] consistiram em quatro grupos de questões, incluindo: escolha múltipla, perguntas de resposta curta, perguntas de completar ou correspondências. A forma alternativa para o pós-teste foi selecionada como uma forma equivalente em termos de conteúdo, processos de resposta e características estatísticas, com o objetivo de evitar efeitos de transmissão e, em parte, efeitos de reatividade. Embora as perguntas na globalidade exigissem respostas fechadas, os testes foram avaliados de forma independente pelo investigador e colega de estágio IPP, e comparados para garantir uma avaliação mais neutra.

Os dois testes cognitivos aplicados incluíram quatro questões cada, focando equivalentemente os subtópicos predominantes: definição e nomeação de elementos-traço, fontes alimentares e doenças ou funções associadas. Todas as questões foram cotadas e corrigidas segundo a sua tipologia e critérios próprios. As questões de escolha múltipla foram cotadas com 6 pontos; os itens de correspondência foram cotados com 12 pontos, distribuídos pelo total de correspondências; os itens para completar quadros foram cotados com 12 e 14 pontos, distribuídos pelo total de espaços a completar; e as questões de resposta curta foram cotadas com 8 pontos – sendo atribuída a respetiva cotação quando o aluno selecionava ou escrevia uma resposta correta, num total de 40 pontos [ver Anexos I e II]. No caso de resposta incompleta ou parcialmente correta, foi atribuída metade da cotação correspondente, e nos casos de ausência de resposta ou incorreção, não foram atribuídos quaisquer pontos. Posteriormente, as classificações finais obtidas foram recalculadas para uma escala de 0 a 100 pontos percentuais.

3.2.2. Grelha de observação

A característica distintiva da observação como um instrumento de investigação é que oferece ao investigador a oportunidade de recolher dados 'ao vivo', pela cognição direta em situações que ocorrem naturalmente. Numa observação muito estruturada sabe-se com antecedência o que se procura e quais as categorias de observação. Uma observação semiestruturada tem questões predefinidas, mas a recolha de dados explicativos é menos predeterminada ou sistemática. Como instrumento de recolha de dados foi utilizada uma grelha de observação com a inclusão de um conjunto de indicadores suficientes para permitir uma análise adequada do contexto em estudo (estruturada a semiestruturada).

Nos estudos participante-observacional, como nesta investigação, o investigador interage com os participantes para reduzir os efeitos da reatividade no comportamento do aluno, registando observações e assumindo um papel nessa situação (Cohen et al., 2007; Gay et al., 2012). Adicionalmente foi ainda preenchida uma grelha de observação, por duas observadoras com participação limitada, observadoras-participantes, a professora cooperante da IPP e a colega de estágio da IPP, permitindo diminuir a subjetividade das observações. A grelha final elaborada para cada turma [cuja folha de registo pode ser consultada no Anexo III] pretendeu aferir algumas atitudes e valores, assim como conceitos e práticas dos alunos durante a aplicação do Programa de Intervenção. Para além de aspetos formais, como a assiduidade, pontualidade, material necessário e comportamento, um dos parâmetros definidos foi a motivação, avaliada através da iniciativa, participação e empenho demonstrados, e tendo em conta também a pertinência das intervenções. Ao nível do desempenho, os parâmetros definidos incluíram o domínio de materiais, técnicas, processos e conhecimentos adquiridos, para além da capacidade de analisar e expor ideias e a criatividade manifestadas (ver Tabela 3). Este conjunto de parâmetros foi definido e selecionado por incluir algumas das principais condicionantes das dinâmicas educativas e aprendizagens (Ribeiro, 2011; Kuhn et al., 2000).

Tabela 3| Parâmetros e níveis de desempenho da grelha de observação. Principais grupos de parâmetros aferidos através da grelha de observação, e descrição dos níveis de desempenho.

Atitudes e valores	
Parâmetros	**Motivação:** iniciativa e participação, empenho e pertinências das intervenções. Avaliada como decisão espontânea de iniciar determinada tarefa, com persistência, esforço e pertinência no decorrer da mesma.
Desempenho	**Mau –** o aluno não revela iniciativa, empenho ou pertinência, nem participa nas tarefas propostas; **Insuficiente –** o aluno revela pouca iniciativa, participação, empenho e persistência para completar o seu desempenho; **Suficiente –** o aluno revela alguma iniciativa, participação, empenho e persistência para completar o seu desempenho; **Bom –** o aluno revela bastante iniciativa, participação, empenho e persistência para completar o seu desempenho; **Muito bom –** o aluno revela sempre iniciativa, participação, empenho e persistência para completar o seu desempenho.

Conceitos e práticas	
Parâmetros	**Desempenho cognitivo:** domínio dos materiais fornecidos, das técnicas e processos envolvidos nas atividades, e da aplicação dos conhecimentos adquiridos, capacidade de análise dos dados e exposição de ideias e pensamentos, demonstração de criatividade nas atividades.
Desempenho	**Mau –** o aluno não revela domínio dos materiais, técnicas e processos, ou conhecimentos, nem capacidade de análise e exposição de ideias ou criatividade nas tarefas propostas; **Insuficiente –** o aluno revela pouco domínio dos materiais, técnicas e processos, ou conhecimentos, e capacidade de análise e exposição de ideias ou criatividade para completar o seu desempenho; **Suficiente –** o aluno revela algum domínio dos materiais, técnicas e processos, ou conhecimentos, e capacidade de análise e exposição de ideias ou criatividade para completar o seu desempenho; **Bom –** o aluno revela bastante domínio dos materiais, técnicas e processos, ou conhecimentos, e capacidade de análise e exposição de ideias ou criatividade para completar o seu desempenho; **Muito bom –** o aluno revela pleno domínio dos materiais, técnicas e processos, ou conhecimentos, e capacidade de análise e exposição de ideias ou criatividade para completar o seu desempenho.

3.2.3. Guião de entrevista

Uma entrevista é uma interação intencional em que uma pessoa obtém informações de outra(s). É uma ferramenta flexível de recolha de dados, permitindo o uso de várias componentes do discurso – verbal, não verbal, falado e ouvido. A ordem da entrevista pode ser controlada, havendo ainda espontaneidade, com diferentes tipos de questões, estrutura e propósito (Cohen et al., 2007; Gay et al., 2012). Nesta investigação, as entrevistas conduzidas foram semiestruturadas, seguindo um guião de entrevista – os tópicos e questões a serem cobertos são especificados com antecedência, permitindo ainda assim respostas abertas, interação e esclarecimento, e que o entrevistador troque a ordem das questões ou adicione/remova perguntas entre participantes, no decorrer da entrevista.

Neste PI, as entrevistas foram realizadas em vários pequenos grupos, constituídos por dois a três alunos cada, correspondendo aos grupos de trabalho formados durante a sessão, com o propósito de verificar e aprofundar a análise do desenvolvimento de competências cognitivas e atitudinais alcançadas no seguimento da segunda sessão de aulas multissensoriais. O processo de entrevista foi selecionado no sentido de promover a facilidade e rapidez da entrevista, o entendimento mútuo e genuíno dos alunos, bem como as suas visões pessoais, permitindo a participação efetiva de um maior número de alunos (Gay et al., 2012).

Desta forma, as questões das entrevistas foram agrupadas em duas classes: questões científicas, focadas no desempenho cognitivo no seguimento da segunda sessão da implementação do PI, e questões relativas à visão dos alunos acerca da metodologia de ensino [ver objetivos e questões correspondentes, incluídas no guião de entrevista na tabela 4, e versão completa do guião no Anexo IV].

O consentimento para a realização das entrevistas foi previamente requisitado aos encarregados de educação [ver Anexo V], dando a conhecer o objetivo da investigação e pedindo o consentimento para a recolha de dados. As entrevistas decorreram durante o horário das aulas práticas, uma a duas semanas depois da segunda sessão de aulas de implementação do PI, com uma duração aproximada de 10 minutos por entrevista. Contudo, devido à pandemia pelo SARS-CoV-2, que provoca um síndrome respiratório agudo designado por COVID-19, dez dos grupos foram entrevistados apenas no decorrer do 3º Período já no paradigma do ensino à distância, correspondendo a uma das duas turmas. As entrevistas foram gravadas em formato áudio, tendo sido posteriormente transcritas e analisadas. Todas as respostas foram codificadas de forma a simplificar e facilitar a interpretação e a análise descritiva.

Tabela 4| Guião da entrevista simplificado. Blocos, objetivos e questões correspondentes da entrevista conduzida no final da segunda sessão de aulas multissensoriais.

Bloco I: Legitimação da entrevista	
Objetivos	
- Informar os objetivos da investigação; - Ressalvar a importância da entrevista para o enriquecimento dos resultados e conclusões. - Assegurar a confidencialidade e anonimato; - Informar da gravação da entrevista.	
Bloco II: Aprendizagens e conceitos	
Objetivos	**Questões**
- Avaliar o efeito das aulas multissensoriais no nível de desempenho cognitivo associado ao tema.	1. Quais os cinco sais minerais essenciais que foram abordados na aula? 2. Quais as duas principais diferenças entre o rim de coelho e o rim humano? 3. Qual a secção do nefrónio onde não ocorre reabsorção de nenhum dos sais minerais estudados? 4. Que condição médica pode surgir com o desequilíbrio dos níveis corporais de um dos sais minerais estudados? 5. Que mineral inclui dois dos cinco sais minerais abordados na sua composição?
Bloco III: Aulas multissensoriais	
Objetivos	**Questões**
- Entender quais as características que valorizam as aulas multissensoriais.	6. Este tipo de aulas que utiliza diferentes recursos e atividades que envolvem todos os sentidos tem sido comum no teu percurso escolar? 7. Para ti, o que diferencia estas aulas de outras, como as aulas de resolução de exercícios? 8. Qual a maior vantagem/desvantagem destas aulas para ti?
- Compreender o efeito das aulas multissensoriais no desempenho cognitivo (aprendizagem e memorização) e na motivação.	9. Achas que a utilização de diferentes recursos e atividades que envolvem todos os teus sentidos têm vantagens no teu processo de aprendizagem, memorização ou motivação? Se sim, em qual(ais)?
- Entender que atividades/ recursos utilizados são diferenciadores.	10. Quais as memórias mais presentes que tens da sessão / a primeira memória da sessão que surge na tua cabeça? 11. Qual(ais) a(s) atividade(s)/recurso(s) que preferiste? 12. Qual(ais) a(s) atividade(s)/recurso(s) que tiveste maior dificuldade em executar?
Bloco IV: Questões finais	
Objetivos	**Questões**
- Agradecer a colaboração.	13. Houve alguma questão da temática desta entrevista que gostarias de partilhar, esclarecer ou não percebeste bem?

3.2.4. Questionários

O questionário é um instrumento amplamente utilizado e útil para recolher informação sobre as crenças, atitudes ou comportamentos de um determinado grupo, fornecendo dados estruturados, geralmente numéricos, podendo ser administrados rapidamente a grupos numerosos. Embora exista uma grande variedade de tipos de questionários, existe uma regra simples: quanto maior o tamanho da amostra, mais estruturado, fechado e numérico deve ser o questionário (Cohen et al., 2007).

O questionário preferível é normalmente semiestruturado, em que uma série de perguntas são apresentadas e os inquiridos respondem da forma que acharam melhor (Gay et al., 2012). Existe uma estrutura, sequência e foco claros, mas o formato é também aberto, permitindo que os alunos respondam por palavras próprias. Assim, um questionário semiestruturado anónimo, incluindo perguntas fechadas e abertas, foi construído e disponibilizado *online* após a terceira sessão para investigar a reação dos alunos em relação à experiência multissensorial e às mudanças na sua motivação. O questionário incluiu oito questões em escala Likert, com foco na satisfação dos alunos com as aulas (Q1) e o tema (Q9), opinião sobre a dificuldade do tema (Q10) e importância para o seu futuro (Q11), bem como a qualidade dos materiais fornecidos (Q8), ambiente criado (Q12), organização (Q13) e apoio prestado (Q14) durante as sessões; quatro questões de seleção múltipla, pedindo aos alunos que selecionassem entre todas as estratégias das três sessões de acordo com a preferência (Q4), melhor compreensão (Q5) e memorização (Q6), e maior dificuldade (Q7); duas questões de resposta aberta, voltadas para as vantagens da instrução multissensorial (Q3) e propostas de melhoria ou outras opiniões (Q21-22); e duas perguntas sim/não/sem certeza, com foco na preferência dos alunos entre uma metodologia de aprendizagem mais tradicional ou multissensorial (Q2), e a sua perceção do possível efeito da educação à distância no seu processo de aprendizagem (Q15) [ver Tabela 5].

Para além das questões referentes à globalidade das sessões, foram também incluídas no questionário de satisfação final três questões de avaliação cognitiva de resposta aberta (curta) e duas questões de satisfação em escala Likert, referentes à última das sessões, decorrida segundo o paradigma do ensino à distância imposto [Tabela 5].

Tabela 5| Guião do questionário de satisfação global. Domínios, indicadores e opções de resposta para as 22 questões do questionário anónimo global, incluindo questões de avaliação cognitiva e satisfação referentes especificamente à última sessão, à distância.

Domínio	Indicador	Questão	Resposta
Metodologia	Grau de satisfação com a aplicação da metodologia	**Q1:** Como classificas o teu nível de satisfação com as aulas em que participaste?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
	Grau de preferência pela metodologia utilizada em relação a outras mais comuns	**Q2:** Preferes estas aulas em relação a outras aulas mais comuns? (Usa como exemplo comparativo as aulas de resolução de exercícios)	Sim Não Sem certeza
	Vantagens da metodologia	**Q3**: Qual a principal vantagem para ti destas aulas?	Aberta
Estratégias/Atividades	Capacidade de motivação das estratégias/ atividades	**Q4**: Qual(ais) a(s) atividade(s) que mais gostaste de realizar? (podes selecionar mais do que uma)	Estratégias e atividades realizadas. (*)
	Facilitação da compreensão pelas estratégias/ Atividades	**Q5:** Qual(ais) das atividades que realizaste nestas aulas te ajudou(aram) na compreensão de alguma parte da matéria? (podes selecionar mais do que uma)	Estratégias e atividades realizadas. (*)
	Facilitação da memorização pela estratégias/ atividades	**Q6:** Qual(ais) das atividades que realizaste nestas aulas te ajudou(aram) na memorização de alguma parte da matéria? (podes selecionar mais do que uma)	Estratégias e atividades realizadas. (*)
	Dificuldade das estratégias/ atividades	**Q7**: Qual(ais) a(s) atividade(s) em que encontraste mais dificuldades ao realizar? (podes selecionar mais do que uma)	Estratégias e atividades realizadas. (*)
Recursos/ Materiais	Grau de qualidade dos materiais e recursos	**Q8:** Como classificas o nível de qualidade que atribuís aos materiais e recursos que foram disponibilizados nestas aulas?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
Tema/ Tópicos	Grau de satisfação com o tema	**Q9:** Como classificas o teu nível de satisfação com o tema abordado nestas aulas?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
	Grau de dificuldade do tema	**Q10:** Como classificas o nível de dificuldade que atribuís ao tema abordado nestas aulas?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
	Grau de pertinência do tema/tópicos associados	**Q11:** Como classificas o nível de importância do tema abordado nestas aulas para o teu futuro?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)

Ambiente	Grau de satisfação com o ambiente nas aulas	**Q12:** Como classificas o teu nível de satisfação com o ambiente durante estas aulas?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
Organização	Grau de satisfação com a organização das aulas	**Q13:** Como classificas o teu nível de satisfação com a organização destas aulas?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
Suporte	Grau de satisfação com o suporte prestado	**Q14:** Como classificas o teu nível de satisfação com o suporte e apoio prestados durante estas aulas?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
E@D	Limitação pelo ensino à distância	**Q15:** Relativamente à última aula, dedicada aos elementos tóxicos: consideras que o facto de ter ocorrido por ensino à distância pode ter afetado negativamente a tua aprendizagem?	Sim Não Sem certeza Ausente
Aula " Elementos Não-Essenciais Tóxicos"	Análise cognitiva	**Q16:** Relativamente à última aula, dedicada aos elementos tóxicos: qual(ais) o(s) elemento(s) tóxico(s) "assassino(s)" de que te recordas da aula?	Aberta (resposta curta)
	Análise cognitiva	**Q17:** Relativamente à última aula, dedicada aos elementos tóxicos: que problema de saúde te recordas estar associado à toxicidade de algum dos elementos tóxicos?	Aberta (resposta curta)
	Análise cognitiva	**Q18:** Relativamente à última aula, dedicada aos elementos tóxicos: que material, utensílio ou mineral te recordas estar associado a algum dos elementos tóxicos?	Aberta (resposta curta)
	Grau de motivação com a aplicação das estratégias	**Q19:** Relativamente à última aula, dedicada aos elementos tóxicos: como classificas o teu nível de motivação na aula?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
	Grau de envolvimento com a aplicação das estratégias	**Q20:** Relativamente à última aula, dedicada aos elementos tóxicos: como classificas o teu nível de envolvimento na aula?	Níveis 1-10 (Muito baixo-Muito elevado)
Melhorias	Melhorias	**Q21**: Tens alguma sugestão de melhoria destas aulas, de forma a ir ao encontro da tua forma preferida de aprender? Se sim, qual(ais)?	Semiaberta
Outras opiniões	Outras opiniões	**Q22**: Existe alguma questão que não compreendeste ou gostarias que fosse mais desenvolvida? Se sim, qual(ais)?	Semiaberta

(*) Provas de degustação de alimentos; Miniteatros das doenças; Completar fichas de trabalho; Dissecação de um rim; Montagem e exploração do modelo do tudo urinífero; Exploração de fichas e imagens; Exploração de rochas e minerais; Explicações e conversas; Jogo interativo *online* "elemento assassino"; Nenhuma.

Com o propósito de avaliar a preferência modal na aprendizagem de cada aluno segundo o modelo de Neil Fleming (Fleming & Mills, 1992), um questionário não-anónimo foi aplicado no final do ano letivo – o questionário estruturado VARK; nomeadamente a versão para jovens (Questionário VARK versão 8.01), baseada na versão original, mas adaptada a alunos que frequentem o ensino básico (*https://vark-learn.com/*). Após pedido de autorização para utilização legal do questionário e respetiva tradução no contexto do estágio IPP, as 16 questões de seleção múltipla foram reconvertidas num questionário, a preencher no final do ano [consultar questionário no Anexo VI]. Os resultados foram disponibilizados aos alunos e o seu significado foi devidamente explicado.

3.3. Validade e fidelidade dos instrumentos

A validade de um instrumento de recolha de dados corresponde ao grau de precisão com que este mede o que se propõe medir, conduzindo a interpretações adequadas dos resultados. A fiabilidade diz respeito ao grau de consistência com que um teste mede aquilo que está a ser medido. Quanto maior a fiabilidade de um instrumento de recolha, mais confiáveis serão os dados obtidos a partir dele, ou seja, quando utilizado ao longo do tempo em amostras e contextos similares, um instrumento de recolha fiável originará dados similares (Cohen et al., 2007; Gay et al., 2012).

Ambos os testes, grelha de observação, guião de entrevista e o questionário de satisfação final criados nesta investigação foram previamente validados, após terem sido verificados pelos orientadores científicos da IPP+PES e dois docentes da escola em que decorreu a implementação do PI, e foram também alvo de uma adequada análise de conteúdo.

Para garantir a fiabilidade dos instrumentos, os pré e pós-testes foram aplicados previamente a uma amostra-piloto de oito alunos do 9º ano de outra escola. A fiabilidade baseada em formas paralelas foi analisada com o coeficiente de correlação Ró (ρ) de Spearman, resultando num valor de 0,75, o qual foi considerado aceitável para a realização do estudo. Relativamente à grelha de observação, verificou-se um nível de concordância entre observadores superior a 76%, suficiente para assegurar a fiabilidade deste instrumento. Para garantir a fiabilidade do guião de entrevista foi aplicada uma técnica de reflexão falada. Neste caso, dois alunos que faltaram à sessão precedente foram entrevistados para esse efeito. Em relação ao questionário de satisfação global, o coeficiente alfa de Cronbach foi aplicado para determinar a consistência interna. Uma

técnica de reflexão falada foi também selecionada para garantir a fiabilidade do questionário, aplicada a duas alunas do 9º ano de uma terceira escola. As perguntas foram reformuladas sempre que estas manifestassem imprecisão ou hesitação, para evitar possíveis dúvidas e interpretações erradas.

3.4. Caracterização da amostra

A amostra de conveniência sujeita à implementação do PI contemplou as quatro turmas do 9º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto. Esta amostra de conveniência não é representativa da população com um propósito de generalização, e, portanto, não é probabilística. Um total de 80 pessoas falantes de Português e residentes no distrito do Porto completaram o pré e o pós-teste (n=80). Ao começo do ano letivo, as idades estavam compreendidas entre os 13 e 17 anos (mediana=14 anos) – quinze pessoas com 13 anos, quarenta e seis com 14 anos, doze com 15 anos, seis com 16 anos e uma pessoa com 17 anos. A amostra apresentava também um equilíbrio entre o número de alunas (n=39) e alunos (n=41). Quatro pessoas apresentavam necessidades educativas especiais, não impeditivas à aplicação do PI. À data, cerca de 10% dos envolvidos tinham nacionalidade estrangeira, maioritariamente brasileira. Quanto ao aproveitamento escolar, alguns dos envolvidos experienciaram retenção em anos precedentes (n=27, 34%). A distribuição da amostra pelos grupos controlo e experimental encontra-se descrita na Tabela 6.

Tabela 6| Distribuição da amostra. Distribuição dos grupos controlo e experimental da amostra inicial (n=80), segundo o género (M – masculino, F – feminino), idades e retenção anterior.

	M (n=41)	F (n=39)	Intervalo de idades	Retenção anterior
Grupo Controlo (n=38)	26	12	13-17	17
Grupo Experimental (n=42)	15	27	13-16	10

Na aplicação das técnicas de recolha de dados que se sucederam, a amostra foi reduzida, numa aproximação à saturação. Duas turmas (n=27 e n=17, respetivamente), num total de 28 alunos e 16 alunas, de 13 a 16 anos (mediana=14 anos), foram contempladas, incluindo duas pessoas com necessidades educativas especiais, cinco com nacionalidade estrangeira e onze que experienciaram retenção em anos anteriores. No final do ano letivo, o aproveitamento geral, e na disciplina de Ciência Naturais em específico, foi considerado satisfatório numa das turmas e bom na outra. Estas representam as turmas-alvo do núcleo de estágio da IPP+PES. Desta forma, nesta análise é apenas possível obter indicadores para os parâmetros avaliados.

3.5. Análise dos dados

A fim de comparar os resultados obtidos nos pré ou pós-testes para cada grupo, os dados foram primeiramente testados para confirmar se os grupos seguiam uma distribuição normal da amostra, utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. O teste de Levene foi realizado para testar a homogeneidade do grupo, e a homogeneidade das inclinações de regressão também foi testada. Após confirmação, realizou-se o teste paramétrico de análise de covariância (Two-Way Analysis of Covariance – ANCOVA) das pontuações do pós-teste. Quanto ao questionário de satisfação global, os dados quantitativos foram analisados por distribuição percentual, e os dados qualitativos codificados e categorizados. As respostas anónimas ao questionário de satisfação global e as respostas às entrevistas foram processadas individualmente por meio da análise de conteúdo dos dados obtidos, que consistiu na avaliação sistemática das questões abertas. A possível relação entre cada grupo de preferências modais e o desempenho cognitivo foi avaliado através da aplicação dos testes de Wilcoxon e independência do qui-quadrado. A análise estatística descritiva, incluindo o processamento das observações e resultados do questionário VARK, e todos os testes estatísticos foram aplicados recorrendo ao *software* IBM® SPSS® *Statistics* 26.

3.6. Alterações consequentes da pandemia

Devido à evolução da pandemia pelo SARS-CoV-2, que provoca um síndrome respiratório agudo designado por COVID-19, algumas modificações do PI proposto inicialmente tornaram-se necessárias, como adaptação ao paradigma do ensino à distância. No sentido de atingir os objetivos propostos, mantendo a qualidade e rigor na recolha de dados e implementação das técnicas e instrumentos propostos, a terceira e última sessão de aulas prevista no PI foi reconvertida, tendo em vista a sua aplicação em ambiente virtual. A atividade de realização de pósteres pelos alunos proposta para o 3º Período, no seguimento da última sessão, foi excluída. Com o propósito de não sobrecarregar os alunos, e pela inaplicabilidade do instrumento nos contornos pretendidos, a análise do cumprimento dos objetivos propostos nesta sessão foi, alternativamente, incluída no questionário global final. Para além da última sessão, foi imposto também o adiamento de parte das entrevistas previstas para o 2º Período, após a segunda sessão, que decorreram por *webcam* no 3º Período.

3.7. Procedimentos

A implementação deste PI consistiu em três sessões. Durante o primeiro semestre foram utilizados dois grupos, com os alunos distribuídos de forma não aleatória pelos grupos, uma vez que as turmas foram formadas no início do ano letivo pela administração da escola. Todos os alunos do 9º ano foram solicitados para completar um pré-teste após a primeira aula teórica sobre os sais minerais (elementos-traço) idêntica para as duas turmas, e seguindo uma metodologia tradicional expositiva, mas antes de uma segunda aula de reforço. Depois, um grupo foi incluído numa aula de reforço conduzida por uma metodologia multissensorial (grupo experimental), enquanto o outro grupo participou numa aula de reforço que consistiu em exercícios escritos do manual – o método tradicional (grupo controlo). Mais de uma semana depois, todos os alunos realizaram um pós-teste – uma forma alternativa, estrutural e conceitualmente muito semelhante ao pré-teste – para verificar o efeito da aprendizagem multissensorial no desempenho cognitivo relativamente à metodologia tradicional. Ambos os testes foram aplicados várias semanas antes da avaliação escolar regular correspondente. Todos os alunos foram ensinados pela respetiva professora. A duração das aulas foi a mesma entre os grupos, 50 minutos para cada aula.

Já na segunda e terceira sessões, o grupo experimental participou ainda noutras aulas de 50 minutos baseadas na aprendizagem multissensorial, durante o 2º e 3º Períodos, respetivamente. A segunda sessão consistiu em duas aulas sucessivas, cuja avaliação cognitiva e motivacional decorreu com recurso a entrevistas em pequenos grupos, para além do preenchimento de grelhas de observação.

No final da terceira fase, cada aluno das duas turmas respondeu individualmente a um questionário *online* anónimo, incluindo a avaliação do cumprimento dos objetivos e metas propostos na terceira e última sessão. Este questionário correspondeu também ao questionário de satisfação global, inquirindo sobre a opinião e experiências dos alunos em relação às três sessões, no sentido de avaliar os efeitos da aprendizagem multissensorial no desenvolvimento atitudinal, nomeadamente na motivação.

Para responder à segunda questão de investigação proposta, e determinar o estilo de aprendizagem de cada aluno, foi por último implementado um segundo questionário, de curta duração, o pré-estabelecido Questionário VARK. Os resultados do questionário foram posteriormente integrados com os resultados dos instrumentos anteriores, no sentido de avaliar o possível efeito das diferentes preferências modais no desempenho cognitivo dos alunos.

CAPÍTULO 4. PROGRAMA DE INTERVENÇÃO

Para responder às questões de investigação propostas e atingir os objetivos da investigação definidos, seguindo o enquadramento teórico e metodológico apresentado anteriormente, foi desenvolvido e implementado este Programa de Intervenção.

Desta forma, este capítulo corresponde à descrição da planificação e dos recursos educativos construídos, e da sua aplicação no decurso de quatro aulas de Ciências Naturais, correspondendo a três sessões, num total de pelo menos 200 minutos por turno das aulas práticas e por turma.

4.1. Planificação e recursos educativos

O planeamento de aulas é uma parte importante e integrante da complexa atividade de ensinar, garantindo não só a preparação das aulas subsequentes, mas também reformulações, ajustes e previsões, acabando por condicionar a prática educativa a longo-prazo, e promover a autorreflexão do próprio docente. A estrutura clássica é baseada em quatro componentes: especificação de objetivos, seleção de estratégias de aprendizagem para atingir os objetivos, organização das estratégias de aprendizagem e avaliação da eficácia das estratégias de aprendizagem. Atualmente, existe uma variedade de modelos de planos de aulas, cujos componentes comuns são a identificação de: metas e objetivos, atividades do professor e dos alunos (estratégias de ensino e aprendizagem), materiais a serem usados na aula, *feedback* e orientação para os alunos, e avaliação/avaliação dos procedimentos que determinam se os objetivos identificados foram alcançados (Freiberg & Driscoll, 2000).

Neste Programa de Intervenção, foram realizadas três planificações de aula [Anexo VII], correspondendo a cada uma das três sessões de aulas. Nestas planificações foram discriminados os objetivos e aprendizagens essenciais, a conexão com aulas anteriores e posteriores, etapas de desenvolvimento das aulas e conteúdos associados, assim como as tarefas solicitadas aos alunos e as metodologias e estratégias pedagógicas. Estas incluíam também os recursos necessários, estratégias de avaliação e conceitos desenvolvidos.

Por cada uma das aulas, diversos recursos foram elaborados e utilizados num apelo aos vários sentidos e modalidades percetivas, dos quais se serve a aprendizagem multissensorial. Neste sentido, foi utilizado um código de cores, ou seja, a cada um dos sais minerais/elementos escopo deste PI e recursos criados foi associada uma cor.

Primeira Sessão: “Os cozinheiros”

Para a primeira sessão foram desenvolvidos dois testes cognitivos (pré-teste e pós-teste) constituídos por quatro questões cada, consistindo em versões alternativas [Anexo I e II], aplicados antes e uma a duas semanas depois da aula de reforço, respetivamente. Estes testes cognitivos foram planeados para avaliarem o desempenho cognitivo associado ao tema, na maior amplitude possível, sem, no entanto, serem demasiado extensos ou complexos.

Para construção do cenário foram utilizadas seis toalhas de mesa com diferentes cores, chapéus de *chef* descartáveis e elaboradas placas de identificação do restaurante plastificadas, menus pictográficos associados a cada um dos sais minerais em estudo – cobre, ferro, flúor, iodo, selénio e zinco [Anexo VIII] – e placas pictográficas identificadoras de enfermidades consequentes da escassez desses elementos no organismo [Anexo IX]. Foram requisitadas amostras de certos minerais do espólio da Faculdade de Ciências, nomeadamente calcopirite, hematite, azurite, blenda e fluorite; e foram coletados fios de cobre, placas de zinco, sal iodado e parafusos de ferro para apresentação e exploração na aula. Adicionalmente, diversos alimentos, ricos em cada um dos seis sais minerais estudados, foram agrupados em seis manteigueiras para a atividade de prova de degustação vendada. Por fim, foi também elaborada uma ficha de trabalho-resumo [Anexo X].

A avaliação dos alunos nesta sessão foi formativa, recorrendo-se sobretudo a testes cognitivos, para além da observação não-sistemática.

Segunda Sessão: “Os cirurgiões”

Ao contrário das outras sessões, a segunda sessão incluiu duas aulas. Para a construção do cenário da primeira aula foram utilizadas toalhas de papel, máscaras cirúrgicas, batas e luvas descartáveis para cada aluno, além de placas de identificação do hospital. Foi coletado material biológico – rins de coelho e cabrito – para cada um dos grupos efetuar a atividade de dissecação, e elaboradas fichas informativas de apoio relativas à estrutura e morfologia renal [Anexo XI].

Para a segunda parte da primeira aula foram construídos cinco modelos idênticos do tubo urinífero, um por grupo, utilizando mangueiras transparentes de diferentes diâmetros para simular as diferentes secções do nefrónio e tubo coletor. Fios de lã vermelhos e azuis entrelaçados nos tubos foram usados para simular as arteríolas e vénulas, respetivamente. Arames de ferro ou de cobre, revestidos por fita adesiva de

cinco cores distintas (correspondentes a cada um dos cinco sais minerais essenciais em estudo), foram inseridos no interior das mangueiras para simular as curvaturas características do tubo urinífero. Para além da estrutura, estes arames foram utilizados como suporte à simulação da reabsorção de sais minerais ao longo do tubo urinífero [Figura 5]. Pequenas bolas tufadas de cinco cores distintas foram usadas para simular os cinco sais minerais, às quais foi colado um pequeno íman. Para cada um dos modelos foi utilizado arame de ferro nos locais do tubo urinífero onde ocorreria a reabsorção do sal mineral essencial (íman era atraído por fora do tubo e ficava seguro), e arame de cobre nos locais onde não ocorria reabsorção do elemento (íman não era atraído e caía). Adicionalmente, etiquetas plastificadas foram preparadas para legendagem do modelo.

Para a segunda aula foram reunidas algumas amostras de minerais/rochas, nomeadamente sal-gema (halite), mármore e calcário, feldspato e mica, e talco e dolomite, para exploração pelos alunos, associadas a cada sal mineral essencial em estudo – cálcio, cloro, magnésio, potássio e sódio. Foram também elaborados textos informativos [Anexo XII] e fichas pictográficas [Anexo XIII] relativos a cada um dos cinco elementos essenciais. Tal como na sessão anterior, foi ainda elaborada uma ficha de trabalho-resumo para preenchimento ao longo das atividades [Anexo XIV].

A avaliação dos alunos nesta sessão foi também formativa, recorrendo-se a grelhas de registo observacional e, posteriormente, a um inquérito por entrevista semiestruturada, com preparação prévia do guião de entrevista [Anexo IV].

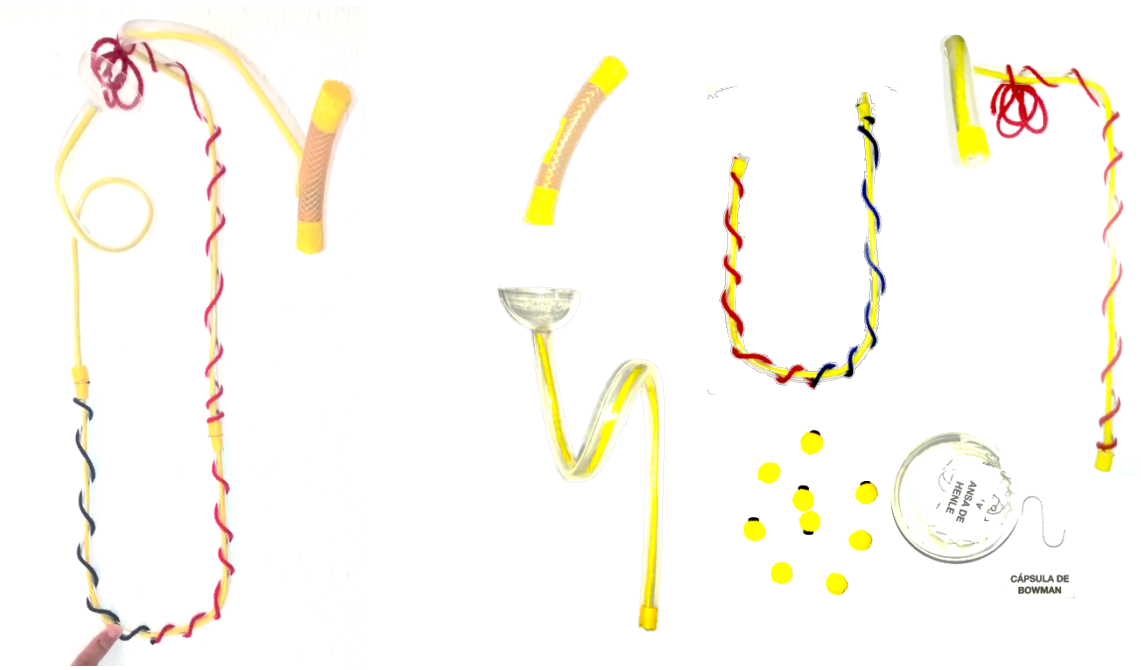


Figura 5| Modelo montado do nefrónio e tubo coletor. Montagem de um dos cinco modelos criados para a primeira aula da segunda sessão de aulas da implementação do PI.

Terceira Sessão: “Os detetives”

Na aula à virtual em que consistiu a terceira e última sessão, foram preparados quatro jogos interativos *breakout* na plataforma online Genially®, dedicados a quatro elementos não-essenciais tóxicos, respetivamente – arsénio, cádmio, chumbo e mercúrio [Anexo XV]. Estes jogos dinâmicos foram construídos sobre quatro “casos de investigação” [Anexo XVI] baseados em desastres ambientais históricos com consequências para a saúde pública, como uma adaptação ao ensino à distância. Os jogos sequenciais interativos também incluíram várias situações atuais, representações gráficas, vídeos, textos e sons associados, num apelo às diferentes modalidades percetivas. Tal como nas sessões anteriores, foi ainda elaborada uma ficha de trabalho-resumo para preenchimento ao longo da atividade [Anexo XVII].

A avaliação dos alunos nesta sessão foi formativa, recorrendo-se a um questionário semiestruturado com preparação prévia do guião, e registo observacional não sistemático, embora que limitado pelas condicionantes de ensinar à distância.

4.2. Aplicação do Programa de Intervenção

Primeira Sessão: “Os cozinheiros”

A primeira sessão decorreu no 1º Período. Após uma aula teórica expositiva a cargo da respetiva professora, quatro turmas do 9º ano preencheram um miniteste cognitivo dedicado aos elementos-traço, em 10-15 minutos da aula. De seguida, as duas turmas-alvo do núcleo de estágio IPP presenciaram uma aula guiada pela aprendizagem multissensorial, enquanto que as outras duas turmas presenciaram uma aula de reforço lecionada pela respetiva professora, consistindo numa aula de resolução de exercícios do manual.

Para a execução da aula segundo a aprendizagem multissensorial foi preparado um cenário, baseado no conceito de restaurantes, com adereços para os alunos assumirem o papel de *chefs* (Figura 6A). A cada grupo de alunos foi associado um restaurante, cujo nome correspondia aos seis elementos-traço estudados. Um código de cores foi usado e os menus correspondentes foram providenciados, convertidos em fichas de informação pictográficas do elemento.

Após uma breve introdução teórica, em que se estabeleceu um paralelismo entre célula e mineral e se definiram conceitos associados aos sais minerais, em específico os elementos-traço, algumas amostras dos minerais-fonte mais comuns de cada um dos elementos foram apresentados. Ao mesmo tempo, discutiu-se a importância dos

recursos minerais para a sustentabilidade do planeta e a nossa saúde. De seguida, foram executadas duas atividades – degustação de comida com olhos vendados e miniteatros. Na primeira atividade os alunos provaram diferentes alimentos ricos num elemento específico que escolheram e, de olhos vendados, tiveram de descobrir qual o alimento provado. Desta forma, a atividade permitiu que os alunos associassem sais minerais e fontes alimentares através do paladar e olfato.

Na segunda atividade, cada aluno escolheu uma placa correspondente a uma determinada doença/condição médica associada à escassez de um dos elementos-traço no organismo, que representou num miniteatro para que os colegas adivinhassem qual a enfermidade e o sal mineral em falta. A atividade, através do apelo ao movimento, permitiu criar situações caricatas e memoráveis, no sentido de facilitar a memorização das consequências da escassez de certos sais minerais para a saúde humana. Após a atividade concluiu-se a aula com um breve resumo das aprendizagens objetivadas.

Após uma a duas semanas, foi distribuído o pós-teste cognitivo pelas quatro turmas, em 10-15 min de aula, para avaliar as aprendizagens adquiridas sobre o tema.

Segunda Sessão: “Os cirurgiões”

Na segunda sessão de aulas baseadas no ensino multissensorial, que decorreu no início do 2º Período, as duas turmas-alvo do núcleo de estágio IPP foram envolvidas num cenário de hospital, colocando bata, máscara cirúrgica e luvas [Figura 6B]. Após uma breve introdução de explicação da aula e atividades, objetivos, relação com a sessão anterior e definição dos sais minerais essenciais (macroelementos), cada banca “hospital” dissecou um rim de coelho, observando a sua estrutura e morfologia, e comparando com um rim de cabrito. Cada aluno desenhou um esquema dos rins e legendou, com auxílio das fichas informativas facultadas. Esta atividade permitiu o contacto real e manipulação direta do objeto de estudo, num apelo ao cinestésico.

Na segunda atividade da aula, cada bancada “hospital” montou e explorou um modelo distinto do tubo urinífero, conectando as diferentes secções do nefrónio e tubo coletor e legendando-as com as etiquetas providenciadas, seguindo as indicações do livro e do professor-estagiário. De seguida, cada grupo testou a atração dos ímanes às diferentes secções do nefrónio e tubo coletor, representando a reabsorção do sal mineral atribuído a cada bancada “hospital”. Simultaneamente, cada aluno preencheu a parte da ficha de trabalho-resumo dependente da exploração do modelo. A aplicação

deste modelo permitiu conciliar a aprendizagem baseada em modelos com as restantes atividades, num ambiente multissensorial.

A segunda aula ocorreu no dia seguinte, começando com uma discussão das aprendizagens do dia anterior e reforçando as relações entre a origem dos sais minerais na geosfera e as suas funções no nosso organismo. De seguida cada grupo de alunos completou a ficha de trabalho-resumo utilizando informação disponibilizada por meios alternativos: esquemas pictográficos, textualmente/listas ou verbalmente com os professores-estagiários. Adicionalmente foram dispostas amostras de minerais/rochas associadas a cada um dos sais minerais essenciais em estudo para exploração pelos alunos e preenchimento da ficha-resumo, incluindo exemplos das respetivas explorações mineiras em Portugal. Finalmente, a ficha de trabalho-resumo foi corrigida em conjunto oralmente.

Uma a duas semanas depois (entre um e dois meses no caso de uma das turmas por imposição da pandemia) decorreu a entrevista a cada um dos dezoito grupos de dois-três alunos cada, em duas aulas laboratoriais com troca de turnos com a disciplina de Físico-Química. Para além de não ocupar o tempo não-letivo dos alunos, houve a preocupação de não interferir com o decorrer da aula. Assim, cada grupo foi chamado individualmente enquanto os restantes resolviam os exercícios propostos pela professora-orientadora do estágio IPP. Cada entrevista estendeu-se por cerca de 10 min, seguindo o guião de entrevista, mas procurando aliviar a formalidade do processo.

Terceira Sessão: “Os detetives”

A aula da terceira sessão ocorreu no 3º Período, segundo o paradigma do ensino à distância. Após uma introdução oral expositiva dos objetivos e da contextualização da aula em relação às duas sessões anteriores, foram abordados os conceitos de Geoquímica e Geologia Médica e a importância da sustentabilidade na gestão dos recursos naturais para o ambiente e para a nossa saúde. De seguida, as atividades propostas foram explicadas e os alunos iniciaram os jogos virtuais *breakout* individualmente, com o preenchimento simultâneo da ficha de trabalho-resumo disponibilizada. Cada aluno tentou descobrir o “elemento assassino” da estória abordada no jogo [Figura 6C], consistindo em desastres ambientais históricos e atuais, associados a determinadas explorações mineiras a nível nacional e internacional. As consequências para a saúde humana e equilíbrio ambiental associadas aos quatro elementos tóxicos em estudo foram igualmente desenvolvidas ao longo do jogo. Seguindo a dinâmica do jogo e as pistas, os alunos contaram ainda com a ajuda do

professor-estagiário para ultrapassar dificuldades técnicas, com a possibilidade de jogar qualquer um dos quatro jogos a qualquer momento, mesmo depois da aula.



Figura 6| Aplicação do Programa de Intervenção. Registo fotográfico das três sessões de implementação do PI, primeira sessão (A), segunda sessão (B) e terceira sessão (C).

Uma semana depois, no final de uma aula, cada aluno das duas turmas preencheu anonimamente o questionário de satisfação global. Posteriormente preencheram também o questionário VARK, também disponibilizado virtualmente para preenchimento individual.

Também no 3º Período, foi concluída a entrevista aos grupos em falta, interrompidas por imposição da pandemia de COVID-19. Estas decorreram ao longo de um mês, no final de cada aula à distância de Ciências Naturais.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Testes cognitivos

Para responder à questão proposta e determinar se existe uma diferença significativa entre os dois grupos de alunos, ou seja, entre uma aula tradicional baseada na resolução individual de exercícios escritos e uma aula não convencional construída sobre a aprendizagem multissensorial, as pontuações obtidas para cada um dos grupos no pré e pós-testes foram analisados. A homogeneidade dos declives da reta de regressão e os pressupostos da homogeneidade de grupos foram verificados (p> 0,05). Uma análise de teste *t* independente mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa de desempenho cognitivo entre os grupos experimental e controlo (t = 0,789, gl = 78; p> 0,05). Além disso, testes-*t* com amostras emparelhadas foram realizados para comparar as classificações obtidas nos pré e pós testes para o grupo controlo (t = 1,373, gl = 37; p> 0,05) e grupo experimental (t = -3,302, gl = 41; p < 0,05). As médias e desvios-padrão dos grupos experimentais e de controlo nos pré e pós-testes são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7| Comparação dos resultados dos testes cognitivos. Média, desvio padrão e erro padrão da média das pontuações obtidas no pré-teste e pós-teste, por cada um dos dois grupos.

Variável	Grupo	n	Média (%)	Desvio padrão	Erro padrão
Pré-teste	Controlo	38	46,51	25,51	4,14
	Experimental	42	42,32	22,01	3,40
Pós-teste	Controlo	38	38,87	22,14	3,59
	Experimental	42	52,66	16,86	2,60

Uma ANCOVA dupla foi realizada após a aula de reforço, com a metodologia de ensino e a retenção anterior como variáveis independentes, as pontuações do pré-teste como uma covariável, e as pontuações do pós-teste como a variável dependente. A análise estatística indicou que houve uma diferença estatisticamente significativa entre a média dos *scores* obtidos no pós-teste pelo grupo experimental e controlo, a favor do grupo experimental (F(1,355)=7,007, p=0,010) [Figura 7]. Portanto, o desempenho cognitivo dos alunos foi significativamente superior no grupo experimental, envolvido na aprendizagem multissensorial. Em relação à retenção em anos anteriores, os dados sugerem que houve uma diferença significativa a favor dos alunos sem retenção anterior (F(1,355)=5,961, p=0,017), mas não houve interação significativa entre a metodologia e retenção no desempenho cognitivo (F(1,355)=0,038, p>0,05). A mesma análise incluindo o género como variável independente revelou também a ausência de uma interação significativa, sem efeito significativo do género no desempenho cognitivo.

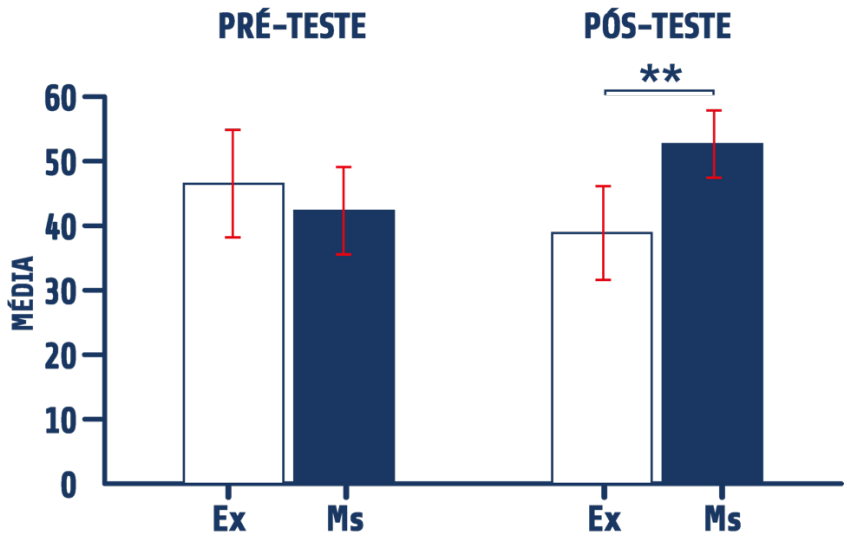


Figura 7| Classificações médias obtidas nos testes cognitivos. Representação gráfica dos valores médios das classificações (barras de erro: intervalo de confiança a 95%) obtidas pelos grupos controlo e experimental, agrupados por pré-teste e pós-teste. Os alunos que participaram numa aula baseada na aprendizagem multissensorial (Ms – grupo experimental) obtiveram uma média de pontuações significativamente superior no pós-teste em comparação com os alunos que resolveram exercícios do manual na aula (Ex – grupo controlo) (** p=0,010, α≤0,05).

De acordo com a análise das classificações obtidas nos testes cognitivos, os alunos incluídos numa aula multissensorial atingiram uma média de classificações no pós-teste significativamente maior do que os alunos submetidos a uma aula convencional guiada por exercícios do manual didático. Adicionalmente, as respostas dadas pelo grupo experimental no pós-teste favoreceram o conteúdo aprendido na aula multissensorial, ao invés de informações do manual apenas.

Pela análise das médias das classificações obtidas pelos dois grupos de alunos em cada teste é possível verificar ainda que, excetuando o grupo experimental no pós-teste, a maioria das classificações foi negativa. Certamente que a justificação se prende com a consciência dos alunos da exclusão do instrumento da avaliação à disciplina, mas também se deve em parte à falta de estudo regular. Nesse sentido, é notável a influência que a metodologia de ensino pode ter na melhoria das classificações em testes cognitivos e, portanto, no aumento e reforço das aprendizagens. No caso destes alunos do 9º ano, a aprendizagem multissensorial demonstrou ser uma metodologia mais vantajosa em relação à tradicional, para potenciar o desempenho cognitivo associado ao tema científico abordado.

A análise detalhada das classificações atribuídas em cada questão de cada um dos dois testes [Tabelas 8 e 9] revelou na generalidade baixas frequências de respostas totalmente corretas. Contudo, as classificações insuficientes foram sobretudo representadas pelas questões 3 e 4 do pré e pós-teste, respetivamente, uma vez que,

pela análise das classificações médias [Tabela 9] atribuídas na questão composta 2, os valores são superiores a metade da cotação total da questão.

No caso da questão 2 de ambos os testes, o foco recaía sobre as principais fontes alimentares dos sais minerais em estudo. A melhoria das classificações obtidas no pós-teste nesta questão, em relação ao pré-teste, foi muito mais notória para o grupo experimental, em que a maioria das respostas estavam completamente corretas e a média de classificações aproximou-se da cotação máxima da questão. Assim, a estratégia da prova de degustação vendada e dos menus pictográficos revelou ser eficaz na promoção de aprendizagens e desempenho cognitivo.

No caso da questão 3 do pré-teste e a equivalente questão 4 do pós-teste, ambas se propunham avaliar os conhecimentos relativos às enfermidades que derivam da carência de elementos-traço no organismo. Para ambos os grupos a maioria das classificações foi negativa, em ambos os testes. É, portanto, notória uma maior deficiência das aprendizagens relativas aos efeitos da carência de sais minerais na saúde humana. Esta pode ser devida a uma maior dificuldade do tema, mas aponta também para um possível insucesso da estratégia principal associada. Pela análise observacional não sistemática da aula, ao contrário da prova de degustação vendada, os miniteatros das doenças não foram tão empolgantes. Ambas as estratégias são, sobretudo, cinestésicas envolvendo mais a movimentação corporal ou o paladar e olfato, respetivamente. Contudo, por observação e questionário posterior, foi verificado um maior interesse e curiosidade dos alunos pela estratégia da degustação vendada.

Tabela 8| Frequência de respostas corretas nos testes cognitivos. Frequência de respostas completamente corretas em cada uma das quatro questões dos testes, por cada grupo.

Teste	Grupo	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Pré-teste	Controlo	n=21, 55%	n=10, 26%	n=0, 0%	n=8, 21%
	Experimental	n=25, 60%	n=1, 2%	n=0, 0%	n=12, 29%
Pós-teste	Controlo	n=19, 50%	n=17, 45%	n=1, 3%	n=3, 8%
	Experimental	n=12, 29%	n=25, 60%	n=21, 50%	n=0, 0%

Relativamente às restantes questões, de resposta mais simples, verificou-se uma diminuição da percentagem de respostas corretas à questão de escolha múltipla (questão 1) no pós-teste, para o grupo experimental, em relação à questão de escolha múltipla equivalente no pré-teste (questão 1). No entanto, o grupo experimental quase duplicou o número de respostas corretas à questão 3 do pós-teste, em relação à equivalente questão 4 do pré-teste. Para ambas as questões, as estratégias definidas para a sua apresentação, foram sobretudo expositivas, oralmente ou escritas, pelo que

apesar de serem menos dinâmicas e mais comuns, demonstram ser igualmente importantes, se contextualizadas com outras estratégias mais cinestésicas. No caso da questão 1, relativa à definição de elementos-traço e sais minerais, as aprendizagens foram reforçadas nas sessões posteriores.

Tabela 9| Classificação média em respostas compostas nos testes. Média da classificação atribuída às duas questões compostas do pré-teste e do pós-teste, por cada grupo.

Teste	Grupo	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Pré-teste	Controlo	-	52%	35%	-
	Experimental	-	51%	26%	-
Pós-teste	Controlo	-	62%	-	28%
	Experimental	-	86%	-	27%

Estes resultados surgem como um indicador de que uma única aula multissensorial pode desempenhar um papel considerável no desempenho cognitivo de jovens estudantes em aulas de Ciências Naturais, o que parece estar altamente relacionado com as estratégias especificas definidas para a aula. Os efeitos positivos sobre a cognição são parcialmente devidos a estratégias que promovem a memória natural e sem esforço (episódica), que por sua vez estão intimamente dependentes de experiências pessoais significativas e diversificadas (Banikowski & Mehring, 1999). O sucesso da aprendizagem multissensorial depende assim da eficácia e extensão com que tais experiências se transformam em memórias vívidas e duradouras, exigindo criatividade e preparação cuidadosa e previsão, em linha com o tema em estudo.

5.2. Grelha de observação

A grelha de observação desenvolvida permitiu verificar as atitudes e valores e conceitos e práticas dos alunos, afetos ao seu desempenho, ao longo da aplicação da segunda sessão do PI. A avaliação de cada um dos três observadores em relação aos três parâmetros das atitudes e valores, afetos à motivação [Figura 8], e aos cinco parâmetros dos conceitos e práticas, afetos ao desempenho dos alunos [Figura 9], foi analisada com bases nas frequências absolutas obtidas para cada parâmetro. Apesar das observadoras 1 e 2 terem efetuado os registos como observadoras-participantes, enquanto o observador 3, teve um papel participante-observador, verificou-se um valor de concordância acima de 76%, na globalidade e em cada parâmetro.

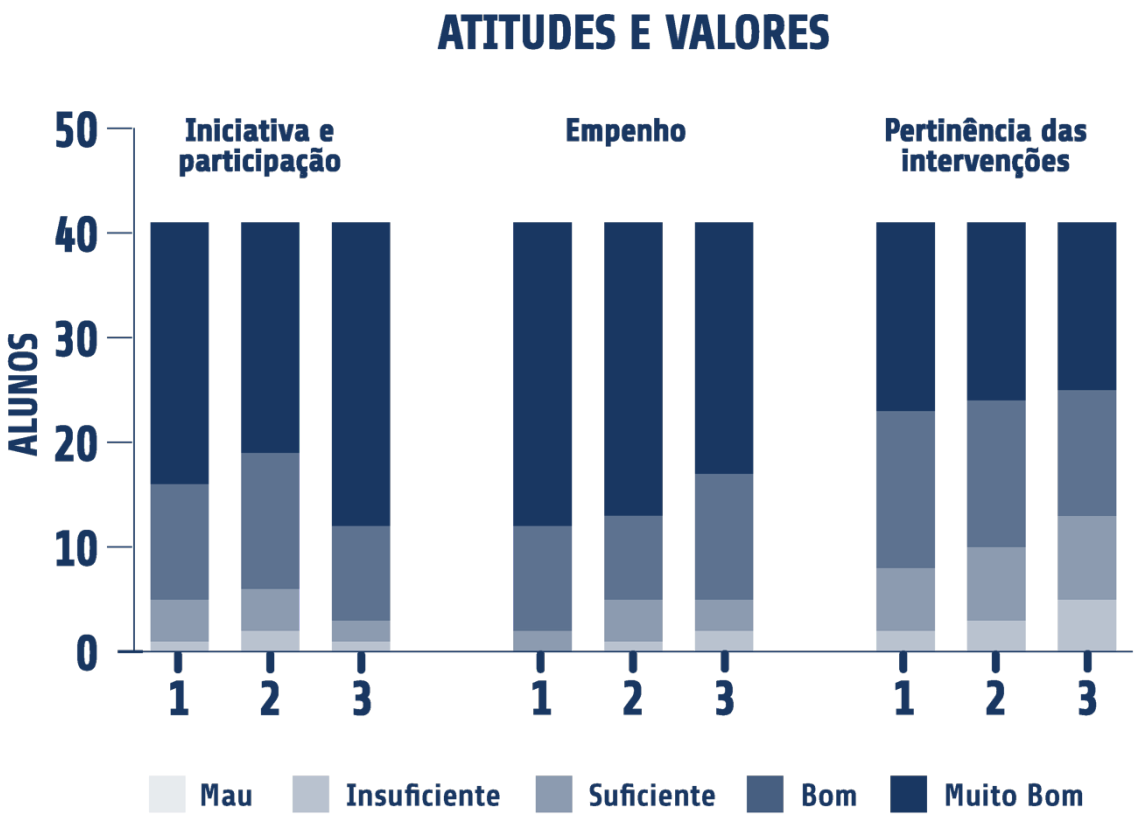


Figura 8| Registos de atitudes e valores da grelha de observação. Representação gráfica das frequências absolutas dos registos de observação dos três observadores (1, 2 e 3) durante a segunda sessão da implementação do PI, segundo os três parâmetros de atitudes e valores, afetos à motivação: iniciativa e participação, empenho e pertinência das intervenções (n=41).

De acordo com os observadores, relativamente às atitudes e valores avaliados, a maioria dos alunos (mais de 85%) demonstrou bastante ou plena iniciativa e participação nas atividades desenvolvidas nas duas aulas da segunda sessão, dedicada aos sais minerais – elementos essenciais. Um maior número de alunos (mais de 88%) demonstrou estar bastante ou sempre empenhado na realização das atividades. Por outro lado, nem sempre o empenho, a iniciativa e a participação consistiram em intervenções pertinentes, pelo que a percentagem de alunos com um nível "bom" ou "muito bom" relativo à pertinência das intervenções foi menor (68% ou superior) relativamente aos parâmetros anteriores. Contudo, no geral, a motivação dos alunos foi bastante impulsionada nestas aulas, transcendente às duas turmas, indicando um papel importante da aprendizagem multissensorial na promoção da motivação dos alunos.

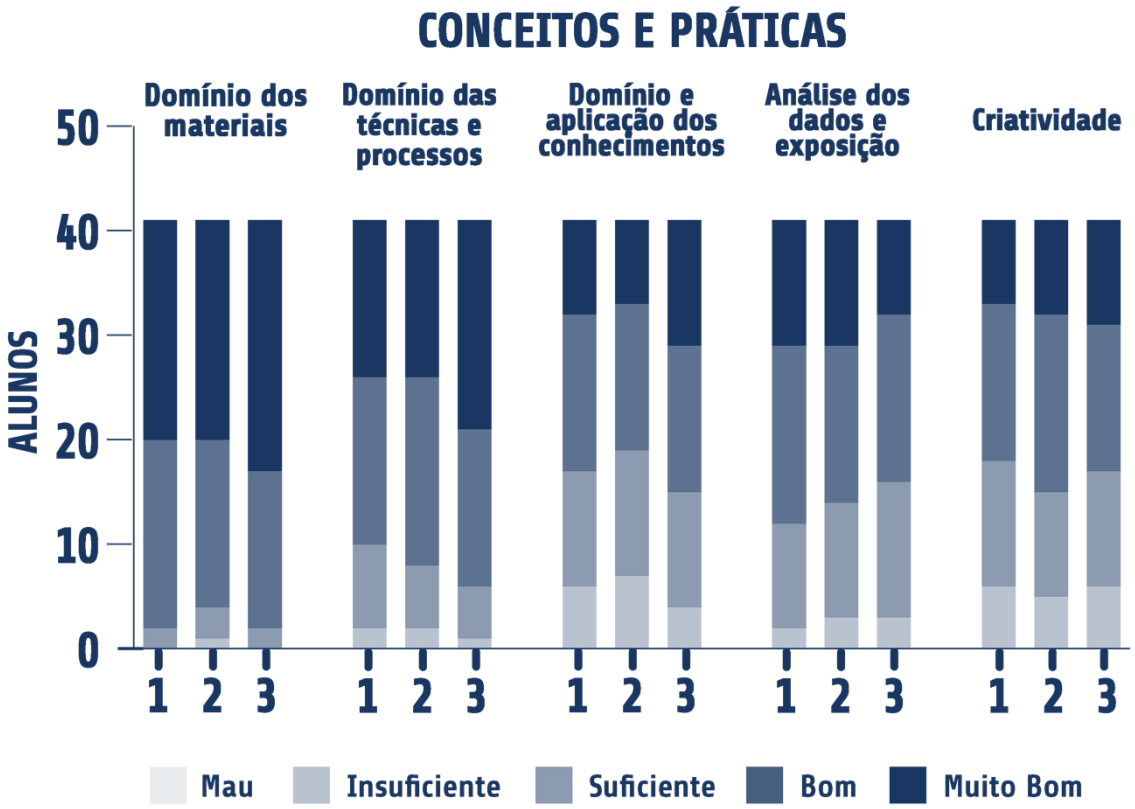


Figura 9| Registos de conceitos e práticas da grelha de observação. Representação gráfica das frequências absolutas dos registos de observação dos três observadores (1, 2 e 3) durante a segunda sessão da implementação do PI, segundo os cinco parâmetros de conceitos e práticas, afetos ao desempenho: domínio dos materiais fornecidos, das técnicas e processos envolvidos nas atividades, domínio e aplicação dos conhecimentos adquiridos, análise dos dados e exposição das ideias e pensamentos, e demonstração de criatividade nas atividades (n=41).

No caso dos parâmetros relativos a conceitos e práticas associados às duas aulas da sessão, os observadores registaram um elevado domínio dos materiais e técnicas e processos apresentados nas várias estratégias, ao longo das aulas (mais de 73%). Em contraste, os observadores registaram unanimemente um maior número de alunos com um nível “suficiente” ou “insuficiente” de domínio e aplicação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos. Contudo, pelo menos 51% dos alunos revelou um “bom” ou “muito bom” nível de domínio e aplicação dos conhecimentos, de acordo com os observadores. Similarmente, os registos de observação revelaram um nível “bom” ou “muito bom” para pelo menos 60% e 56% dos alunos, respetivamente, na avaliação da análise de dados e exposição de ideias e pensamentos, e a manifestação de criatividade na realização das atividades propostas.

Assim, no geral, o desempenho cognitivo dos alunos, independentemente da turma, foi bastante satisfatório, com mais de metade dos alunos com um "bom" ou "muito bom" nível de desempenho em cada um dos cinco parâmetros avaliados, de acordo com os observadores. Estes resultados comprovam os resultados da análise da sessão anterior, com recurso aos testes cognitivos, indicando um papel importante da aprendizagem multissensorial na promoção do desempenho cognitivo dos alunos.

5.3. Entrevistas

As 18 entrevistas de grupo efetuadas foram gravadas, transcritas *verbatim* e analisadas. A análise da transcrição das entrevistas permitiu eliminar informação irrelevante para os objetivos definidos neste PI [Anexo XVIII]. As questões foram formuladas de acordo com a ordem definida no guião de entrevista, e foram também colocadas questões intercalares aos entrevistados sempre que se revelou necessário.

Todas as questões foram divididas por duas categorias – relativas à avaliação dos conhecimentos teóricos obtidos e às perspetivas e opiniões sobre a metodologia de ensino, respetivamente, como descrito na Tabela 10. De forma a facilitar a interpretação das entrevistas e a permitir a análise de conteúdo mais sistemática, as diferentes questões foram ainda subcategorizadas, de acordo com o descrito na Tabela 11.

Tabela 10| Categorias da análise da entrevista e questões. Categorização da análise da entrevista de grupos e questões correspondentes do guião de entrevista.

Categorias	Questões
Reabsorção renal e sais minerais – elementos essenciais	**Q1-Q5**
Metodologia de ensino (Aprendizagem Multissensorial)	**Q6-Q12**

Tabela 11| Subcategorias e indicadores da análise da entrevista. Subcategorização da análise da entrevista de grupos e indicadores correspondentes.

Subcategorias	Indicadores
A: Elementos essenciais	**A1:** Identificam pelo menos 4 dos elementos essenciais estudados. **A2:** Identificam entre 1 a 3 dos elementos essenciais estudados. **A3:** Não identificam nenhum dos elementos essenciais.
B: Fisiologia e morfologia do rim	**B1:** Identificam as duas diferenças entre rim de coelho e cabra. **B2:** Identificam uma das diferenças entre rim de coelho e cabra. **B3:** Não identificam nenhuma diferença entre rim de coelho e cabra.
C: Reabsorção dos elementos essenciais	**C1:** Relacionam o sal mineral com as secções do tubo urinífero onde é ou não reabsorvido. **C2:** Não relacionam o sal mineral com as secções do tubo urinífero onde é ou não reabsorvido.

D: Doenças associadas aos elementos essenciais	**D1:** Relacionam um elemento essencial com pelo menos uma enfermidade. **D2:** Não relacionam nenhum elemento essencial com uma enfermidade.
E: Origem mineral dos elementos essenciais	**E1:** Identificam os dois elementos essenciais do mineral halite. **E2:** Não identificam os dois elementos essenciais do mineral halite.
F: Contacto com aulas multissensoriais idênticas	**F1:** Consideram que aulas idênticas foram comuns no seu percurso escolar. **F2:** Consideram que aulas idênticas não foram comuns no seu percurso escolar.
G: Características diferenciadoras das aulas multissensoriais	**G1:** Referem a motivação, diversão e/ou dinamismo como características diferenciadoras das aulas multissensoriais. **G2:** Referem outras características diferenciadoras das aulas multissensoriais. **G3:** Não referem qualquer característica diferenciadora das aulas multissensoriais.
H: Principal vantagem da aprendizagem multissensorial	**H1:** Indicam a motivação como a principal vantagem das aulas multissensoriais. **H2:** Indicam outra principal vantagem das aulas multissensoriais. **H3:** Não indicam qualquer vantagem para as aulas multissensoriais.
I: Importância da aprendizagem multissensorial na aprendizagem, memorização e motivação	**I1:** Consideram que a aprendizagem multissensorial potencia a aprendizagem, memorização e motivação. **I2:** Consideram que a aprendizagem multissensorial potencia sobretudo a motivação. **I3:** Consideram que a aprendizagem multissensorial potencia sobretudo a aprendizagem e/ou memorização. **I4:** Consideram que a aprendizagem multissensorial não potencia nenhum dos três parâmetros.
J: Estratégias diferenciadoras	**J1:** Selecionam a dissecação e a montagem e exploração do modelo como as atividades favoritas e mais presentes na memória. **J2:** Selecionam unicamente a dissecação como a atividade favorita e mais presente na memória. **J3:** Selecionam unicamente a montagem e exploração do modelo como a atividade favorita e mais presente na memória. **J4:** Selecionam outras atividades como favoritas e mais presentes na memória. **J5:** Não selecionam nenhuma atividade como favorita ou mais presente na memória.
K: Dificuldade das estratégias	**K1:** Selecionam a dissecação como a atividade mais difícil. **K2:** Selecionam a construção e exploração do modelo como a atividade mais difícil. **K3:** Selecionam outras atividades como as mais difíceis. **K4:** Não consideram nenhuma atividade difícil.

A subcategorização foi baseada nas questões formuladas e na análise do conteúdo das entrevistas, seguindo um código alfabético, ao qual se fizeram corresponder indicadores de resposta específicos (por exemplo, a subcategoria A inclui os indicadores A1, A2 e A3). Neste sentido, as frequências de cada resposta foram contabilizadas. Uma vez que as entrevistas foram realizadas em pequenos grupos, a unidade de análise foi o próprio grupo e não a resposta individual de cada elemento (Krueger & Casey, 2014). As tabelas de resultados foram organizadas por categoria.

As frequências de respostas obtidas para a categoria "reabsorção renal e sais minerais – elementos essenciais" revelaram que os alunos adquiriram conhecimentos satisfatórios acerca do tema. De facto, na questão 1, apenas um grupo não identificou corretamente nenhum dos cinco sais minerais essenciais estudados na sessão, sendo que a maioria dos grupos nomeou pelo menos um dos cinco sais minerais essenciais, e seis grupos foram capazes de nomear quatro ou cinco dos sais minerais essenciais estudados. Da mesma forma, na questão 2, apenas um grupo não identificou as diferenças entre a morfologia dos rins de coelho e cabra, com os restantes grupos a identificar pelo menos uma das diferenças, frequentemente o tamanho, e a maioria dos grupos a identificar também a variação na presença de uma estrutura, as pirâmides de Malpighi. Relativamente à reabsorção dos elementos essenciais ao longo do nefrónio e tubo coletor, questão 3, também a maioria dos grupos identificou as secções, nomeadamente a Ansa de Henle, aquela em que não ocorre reabsorção de nenhum dos sais minerais estudados.

O panorama inverteu-se nas restantes duas questões. Na questão 4, apesar da maioria dos grupos não ter conseguido relacionar (corretamente) a variação nos níveis de pelo menos um dos sais minerais com uma determinada enfermidade, praticamente todos os grupos nomearam pelo menos uma das condições médicas apresentadas na aula. Na questão 5, relativa à origem mineral dos elementos essenciais, cinco dos grupos conseguiu identificar os dois elementos essenciais, cloro e sódio, e o mineral halite (sal) que constituem, apresentado na aula. No entanto, a maioria dos grupos não foi capaz de nomear os dois elementos e o mineral/rocha associado [Tabela 12].

Tabela 12| Frequências de resposta por indicador nas entrevistas – conteúdos da aula. Frequências de resposta nas entrevistas de grupo em relação às questões associadas à categoria: reabsorção renal e sais minerais – elementos essenciais.

Questões:	Q1			Q2			Q3		Q4		Q5	
Indicadores:	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	E1	E2
Frequência:	6	11	1	9	8	1	10	8	5	13	5	13

O nível insatisfatório dos conhecimentos adquiridos nas questões 4 e 5 podem dever-se em parte à maior complexidade das questões, para as quais era necessário estabelecer pelo menos uma relação entre conceitos. Contudo, a principal justificação prende-se com as estratégias usadas para apresentar essas relações, nas aulas, que se refletiram, sobretudo, nas atividades de preenchimento da ficha de trabalho por observação das fichas de informação e manipulação de rochas e minerais. Por observação das aulas, e como manifestado no questionário, na próxima secção, estas foram selecionadas como atividades menos motivadoras e de mais difícil execução.

Relativamente às questões que se debruçaram sobre a metodologia de ensino – a aprendizagem multissensorial – foram registadas, no geral, posições e opiniões bastante positivas nos 18 grupos. Todos os grupos consideraram que aulas idênticas às presenciadas na sessão não eram comuns no seu percurso escolar (questão 6), considerando também que estas aulas se diferenciaram das outras mais comuns, sendo mais vantajosas (questões 7 e 8) [ver Tabela 13].

A principal característica diferenciadora e vantagem das aulas multissensoriais nomeada pela maioria dos grupos foi "*a motivação*" (aluno III-1), refletida na diversão e dinamismo. No entanto, foram avançadas pelos grupos outras características, como a sua natureza mais prática – aluno VI-2, "*Eu prefiro ter aulas assim (…) em vez de estarmos a escrever e isso, é mais prático. Se fosse uma aula normal eu não ia saber tantas coisas como soube agora.*" – e a criatividade – aluno XVIII-2, "*É a criatividade, algumas têm mais criatividade do que outras.*" –, e vantagens, como a maior facilidade de aprendizagem e compreensão, foram avançadas por alguns grupos.

Questionados especificamente sobre a importância das aulas presenciadas na sua aprendizagem, memorização e motivação (questão 9), a maioria dos grupos considerou que a aprendizagem multissensorial tem um efeito potenciador nas três vertentes, mas quase o mesmo número de grupos considerou que o efeito é mais representativo diretamente na motivação – aluno XVIII-1, "*Sim, a motivação é que é tábua*". Apesar do sucesso das aprendizagens normalmente depender da memorização, que por sua vez também depende da motivação, é percetível que a motivação surgiu como uma mudança mais imediata para os alunos.

Em relação às estratégias/atividades diferenciadoras (questões 10 e 11), a maioria dos grupos selecionou a dissecação do rim e a montagem e exploração dos modelos do tubo uriníferο/nefrónio como as preferidas e das quais guardavam uma memória mais presente, com uma maior representatividade da dissecação. De facto, nenhuma das restantes atividades foi selecionada nesta questão. Curiosamente, as duas atividades foram também selecionadas como atividades de difícil execução (questão 12) – aluno XVIII-2, "*A dissecação, sim. Foi divertida, mas complicado*." –, com uma maior representatividade da exploração dos modelos do tubo uriníferο/nefrónio, "*naquela parte dos ímanes*" (aluno II-1). No entanto, o preenchimento da ficha de trabalho e a exploração de minerais/rochas foram selecionadas por vários grupos como as atividades mais difíceis. Adicionalmente, três grupos não consideraram haver qualquer dificuldade na execução das atividades.

Tabela 13| Frequências de resposta por indicador nas entrevistas – metodologia da aula. Frequências de resposta nas entrevistas de grupo em relação às questões associadas à categoria: metodologia de ensino (aprendizagem multissensorial).

Questões	Q6		Q7			Q8			Q9				Q10-Q11					Q12			
Indicadores:	F1	F2	G1	G2	G3	H1	H2	H3	I1	I2	I3	I4	J1	J2	J3	J4	J5	K1	K2	K3	K4
Frequência:	0	18	10	8	0	11	7	0	8	7	3	0	9	7	2	0	0	3	6	6	3

Pela análise de conteúdo das entrevistas aos grupos de trabalho foi possível verificar uma preferência unânime pelas aulas presenciadas em relação às aulas mais comuns, como por exemplo as aulas de resolução de exercícios. Para a maioria dos grupos estas foram consideradas aulas mais motivadoras – aluno X-3, "*...ficamos mais motivados para ir para a aula, quando sabemos que é uma aula assim*" –, em grande parte devido às atividades de dissecação e montagem e exploração do modelo. De facto, estas atividades destacaram-se por se basearem em estratégias menos comuns e com uma componente mais prática, envolvendo subconscientemente os alunos e permitindo-lhes "*...sentir um pouco o que os cientistas fazem...*" (aluno XV-1).

Comparando as respostas às questões da entrevista entre as duas turmas, verificou-se um desempenho menos satisfatório na aquisição de conhecimentos pelos grupos entrevistados durante o 3º Período, à distância. Normalmente, esta turma apresentava um melhor desempenho cognitivo, pelo que os novos contornos em que decorreram as entrevistas podem ter condicionado a sua prestação. Adicionalmente, o maior intervalo de tempo decorrido desde a sessão pode ter promovido um esquecimento gradual. No entanto, foi notória uma participação mais contida e um menor envolvimento durante as entrevistas nestes grupos, pelo que o fator preponderante parece ter sido o novo paradigma em que decorreram as entrevistas.

5.4. Questionário global

Antes de analisar as respostas ao questionário global relativas à metodologia educacional e tema do PI, foram avaliados os conhecimentos adquiridos na última sessão, através de três questões, assim como a motivação e o envolvimento dos alunos na aula. As respostas a cada uma das cinco questões anónimas relativas à aula da última sessão, dedicada aos elementos tóxicos, estão representadas na Tabela 14 e na Figura 10. Pela análise das respostas curtas às três questões abertas, verificou-se um nível insatisfatório do conhecimento adquirido após a aula, uma vez que apenas numa das questões pelo menos metade dos alunos responderam corretamente. Apesar da

resposta ser obrigatória, a maioria dos alunos respondeu "*não sei*" ou "*não me lembro*" à questão de nomeação de elementos não essenciais tóxicos e à questão de indicação de materiais, utensílios ou minerais associados. Apenas na questão relativa aos problemas de saúde que advêm da toxicidade desses elementos, houve uma percentagem positiva de respostas corretas [Tabela 14]. Curiosamente, as respostas corretas de cada aluno seguiram uma linha de correspondência de acordo com um dos jogos interativos, autenticando a corelação entre conhecimentos adquiridos e atividade.

Apesar dos resultados remeterem para o insucesso da metodologia e estratégias adotadas, a imposição do novo paradigma em que decorreu a aula poderá ter condicionado a participação na aula e a sua execução. Adicionalmente, o facto do questionário ter sido virtual poderá ter tido um efeito negativo na dedicação, uma vez que decorreu sem a presença física do professor. Assim, dadas as condições anormais a que a última sessão esteve sujeita, às quais foi adaptada, não é possível relacionar direta e exclusivamente a insuficiência dos conhecimentos adquiridos com o insucesso da metodologia ou estratégias.

Tabela 14| Avaliação do conhecimento adquirido na terceira sessão. Questões de avaliação do conhecimento adquirido na terceira sessão, incluídas no questionário global, e frequência de respostas corretas (n=38).

Questões	Respostas corretas
1. Qual(ais) o(s) elemento(s) tóxico(s) "assassino(s)" de que te recordas da aula?	n=13, **34%**
2. Que problema de saúde te recordas estar associado à toxicidade de algum dos elementos tóxicos?	n=19, **50%**
3. Que material, utensílio ou mineral te recordas estar associado a algum dos elementos tóxicos?	n=8, **21%**

Quando questionados relativamente à motivação e envolvimento na aula da terceira sessão, a maioria dos alunos manifestou ter-se sentido motivados na aula (n=32, 84%) e envolvido nas atividades propostas (n=31, 82%) [Figura 10]. Assim, ainda que a aula, baseada na aprendizagem multissensorial e centrada no jogo virtual interativo *breakout*, tenha sido motivante e cativante para a maioria alunos, a sua aplicação e adaptação ao paradigma do ensino à distância deverá ser repensada no futuro para potenciar as aprendizagens, mantendo a capacidade de motivar e envolver.

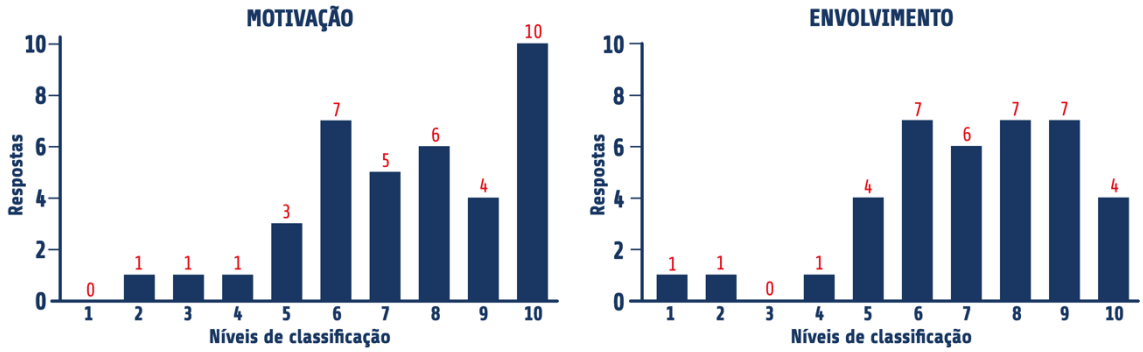


Figura 10| Avaliação da motivação e envolvimento na terceira sessão. Representação gráfica das frequências absolutas de respostas por cada um dos dez níveis de classificação da escala Likert nas questões de avaliação da motivação e envolvimento dos alunos na aula da terceira sessão da implementação do PI (n=38).

O questionário global de avaliação das opiniões e posições dos alunos em relação às três sessões de implementação do PI incluiu oito itens fechados na escala Likert de dez pontos com consistência interna de 0,85. De acordo com os 40 questionários respondidos, verificou-se uma elevada satisfação com as aulas baseadas na aprendizagem multissensorial, com 100% das respostas entre 7 a 10, e 87,5% entre 8 e 10 [Figura 11A]. As aulas multissensoriais foram preferidas em 82,5% de todas as respostas quando comparadas às aulas mais tradicionais e comuns, como resolução de exercícios de livros didáticos (10%). Ainda assim, 7,5% das respostas representaram "não tenho certeza" sobre uma preferência [Figura 11B].

Em relação ao tema "minerais como ligação entre a Terra e a saúde humana", exceto um, todos os respondentes ficaram muito satisfeitos com o tema selecionado (7 a 10) [Figura 11C], com 80% de todas as respostas a considerar este tema como importante para o desenvolvimento próprio no futuro [Figura 11D], e 80% a reportar a ausência de dificuldade na compreensão do tema [Figura 11E].

Relativamente às mudanças na terceira sessão, apenas 35% de todas as respostas consideraram que a adaptação da terceira sessão ao ensino à distância não teve um efeito negativo no processo de aprendizagem [Figura 11F]. Estas respostas refletem a consciência dos alunos relativamente aos efeitos condicionantes do ensino à distância na sua aprendizagem. Esta observação contribui para responsabilizar a mudança de paradigma imposta pela pandemia na Educação como o principal fator na diminuição do nível de conhecimentos adquiridos na terceira sessão em relação às duas sessões precedentes.

No geral, todas as respostas refletiram satisfação em relação à qualidade dos materiais e recursos fornecidos, ambiente criado, organização geral e suporte fornecido durante as três sessões, com 95% de respostas entre 7 a 10 [Figura 11G, H, I e J].

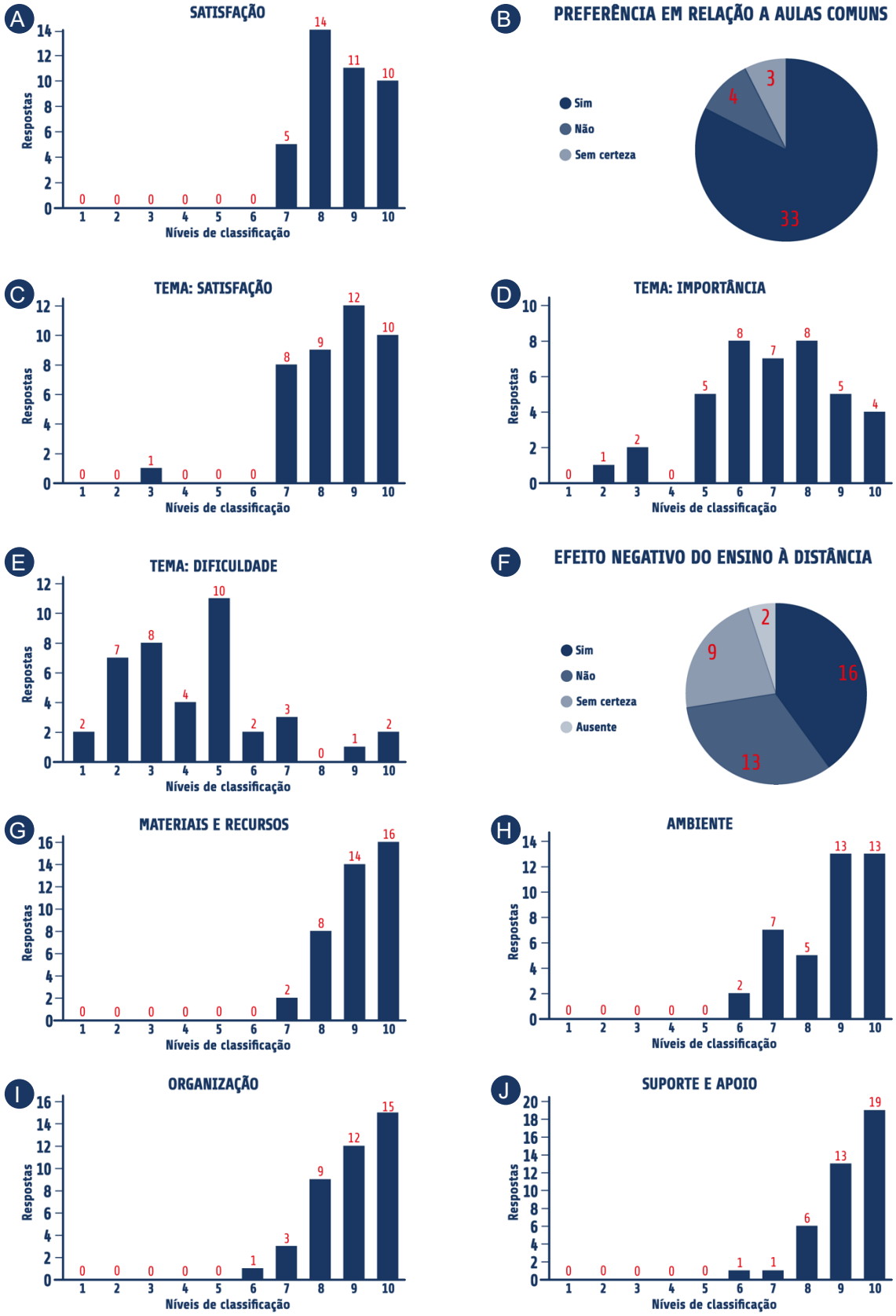
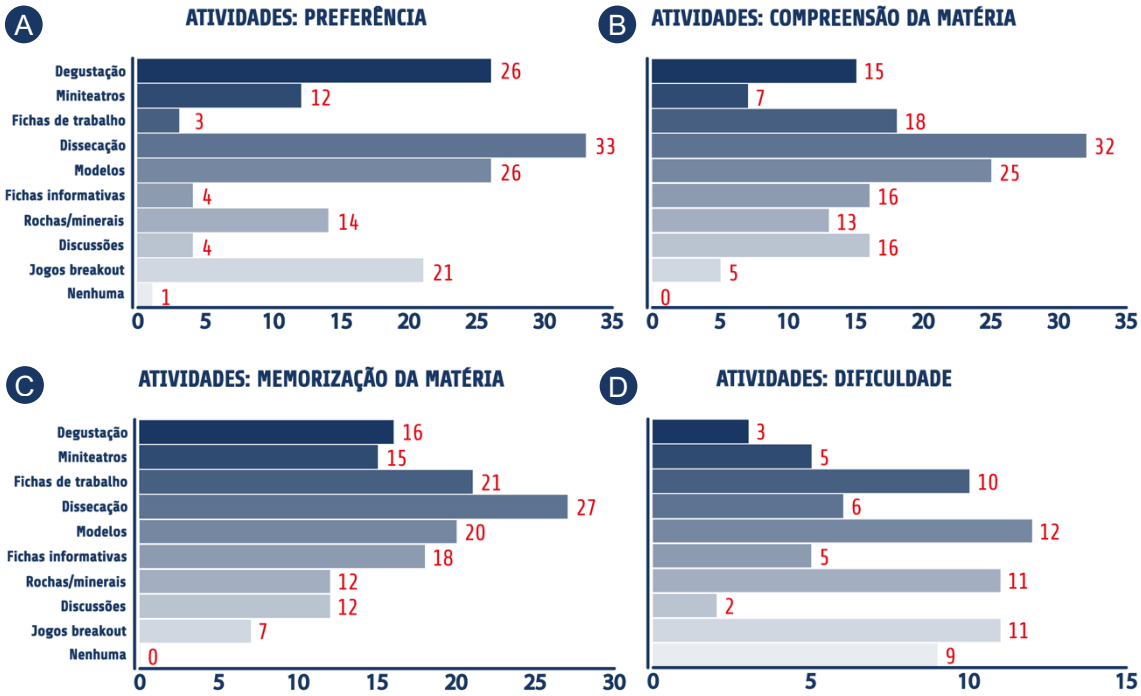


Figura 11| Respostas ao questionário global – aulas. Representação gráfica das frequências absolutas de respostas dos alunos no questionário global da implementação do PI: satisfação global (A) e preferência em relação a aulas comuns (B); satisfação com o tema (C), importância para o seu futuro (D) e dificuldade (E); efeito negativo do ensino à distância (F); e satisfação com os materiais e recursos (G), ambiente (H), organização (I) e suporte e apoio (J), (n=40).

Dentre todas as estratégias aplicadas nas aulas multissensoriais, dissecação (82,5%), degustação de alimentos (65%), montagem e exploração dos modelos do nefrónio e tubo coletor (65%) e jogos virtuais *breakout* (52,5%) foram os preferidos dos alunos. Em oposição, discussões (10%) e fichas de trabalho (7,5%) foram as menos selecionadas [Figura 12A]. No geral, todas as estratégias utilizadas foram selecionadas equiparavelmente pela sua importância para a compreensão [Figura 12B] ou memorização [Figura 12C] da matéria, destacando-se a dissecção, seguida de modelos e fichas de trabalho como as mais selecionadas, cada uma selecionada em mais de 50% das respostas. Adicionalmente, modelos, fichas de trabalho, jogos virtuais *breakout* ou exploração de rochas/minerais foram selecionados como as atividades mais difíceis, cada uma selecionada em 25-30% de todas as respostas [Figura 12D].

Estas observações estão em conformidade com os resultados da análise das grelhas de observação e entrevistas das duas sessões anteriores, em que também as provas de degustação, a dissecação e a utilização dos modelos foram manifestamente mais motivadoras. Da mesma forma, os modelos, assim como a exploração de rochas/ minerais e as fichas de trabalho voltaram a ser as mais selecionadas como mais difíceis.



Atividades:
▪ Provas de degustação de alimentos, ▪ miniteatros das doenças, ▪ completar fichas de trabalho, ▪ dissecação de um rim, ▪ montagem e exploração do modelo do nefrónio, ▪ exploração de fichas e imagens, ▪ exploração de rochas e minerais, ▪ explicações e conversas, ▪ jogo interativo online "Elemento Assassino".

Figura 12| Respostas ao questionário global – atividades. Representação gráfica das frequências absolutas de respostas dos alunos no questionário global da implementação do PI: seleção das atividades preferidas (A); atividades consideradas importantes para a compreensão (B) e memorização (C) da matéria; e atividades com maior grau de dificuldade (D), (n=40).

Os alunos também foram convidados a especificar a principal vantagem das aulas presenciadas de acordo com sua opinião. As vantagens da aprendizagem multissensorial propostas pelos alunos foram categorizadas e listadas de acordo com a frequência decrescente de aparecimento nas respostas em (1) Maior motivação, (2) Aprendizagem facilitada, (3) Mais Interação e prática, (4) Melhor compreensão, (5) Maior atenção ou concentração, (6) Memorização potenciada e (7) Aprendizagem diferenciada [Tabela 15, Anexo XIX]. Apenas um aluno expressou uma opinião contrária, alegando que estas aulas podem não ter vantagens. Quando questionados sobre sugestões de melhorias das aulas, no sentido de atender às suas preferências, quase todos os alunos afirmaram não ter outras sugestões e muitos manifestaram a sua satisfação. Porém, um aluno sugeriu "mais vídeos" para melhorar as aulas presenciadas.

Tabela 15| Vantagens da aprendizagem multissensorial segundo os alunos. Categorização das vantagens das aulas baseadas na aprendizagem multissensorial apontadas pelos alunos, alguns excertos e percentagem de referência nas respostas ao questionário.

Vantagens	Alguns excertos	% nas respostas
Maior motivação	• *"Fico mais atento porque gosto mais das aulas e aprende-se de uma forma diferente."* • *"Fico com mais interesse em aprender."* • *"O tempo passa mais depressa e são aulas em que estamos mais motivados e com vontade de trabalhar."* • *"Para além de serem educativas são divertidas."*	30%
Aprendizagem facilitada	• *"Aprender de uma forma mais fácil."* • *"Conseguimos aprender com mais facilidade."* • *"É mais fácil de aprender e mais divertido também."*	25%
Mais interação e prática	• *"Serem mais interativas e cativarem mais a atenção do aluno."* • *"Ensinar praticando."* • *"Consigo compreender melhor a matéria, todos os esquemas e conceitos se tiver a possibilidade de fazer/ mexer/ montar estruturas e observar ao vivo do que aprender só, por exemplo, por imagens."*	20%
Melhor compreensão	• *"Aprendizagem. Acho que aprendemos mais rápido e faz nos perceber melhor a matéria."* • *"O facto de vermos e fazermos, ajudando a aprender e perceber melhor a matéria."* • *"Consigo entender melhor."*	17.5%
Maior atenção ou concentração	• *"Acho que chama mais à atenção."* • *"Serem mais interativas e cativarem mais a atenção do aluno."* • *"Consigo me concentrar melhor."*	12.5%
Memorização potenciada	• *"Aprendemos e memorizamos melhor a matéria."* • *"Maior capacidade de reter informação."* • *"Com a prática é mais fácil a memorização dos conhecimentos."*	10%
Aprendizagem diferenciada	• *"Aprendizagens diferenciadas"*	2.5%

O questionário anónimo global foi realizado no sentido de compreender melhor os fatores por detrás das melhorias da aprendizagem multissensorial no desempenho cognitivo, bem como o seu efeito na motivação dos alunos nas aulas de Ciências Naturais. As respostas revelaram uma clara preferência por aulas multissensoriais entre os alunos e a motivação foi a vantagem mais citada. Assim, a motivação parece ser o fator mais importante a ser considerado na procura de melhores resultados dos alunos nas aulas de ciências. Envolver os alunos é e será um dos maiores desafios para os educadores. Numa era de globalização tecnológica, é legítimo considerar que novas experiências sensoriais que surpreendem e cativam os mais jovens são cada vez mais difíceis de encontrar. Tal tarefa requer agora níveis mais elevados de criatividade e caminha lado a lado com a evolução da nossa tecnologia (Henriksen et al., 2018). As aulas multissensoriais são naturalmente propensas a fornecer experiências de aprendizagem alternativas e diversificadas, que apelam a mais sentidos, criando diferentes sensações e impulsionando níveis mais elevados de motivação, conforme demonstrado pelas respostas dos alunos ao questionário.

Outras vantagens apontadas pelos alunos estão de facto relacionadas com a motivação, incluindo maior facilidade para aprender e atenção e concentração, que normalmente surgem com a motivação e estimulam a compreensão e memorização dos alunos. Por outro lado, o caráter interativo e as aulas mais práticas são impulsionadores típicos da motivação. Na verdade, os alunos preferiram atividades mais práticas e interativas, como dissecação, montar e explorar modelos e jogos virtuais *breakout*, em vez de atividades menos interativas, como o preenchimento de fichas. A dissecção e os modelos também foram considerados importantes para a compreensão e memorização, juntamente com as fichas de trabalho. Curiosamente, os alunos atribuíram considerável relevância a tarefas mais comuns e estabelecidas, como as fichas de trabalho, apesar da falta de motivação e da dificuldade, o que pode representar o efeito de uma ideologia enraizada, cultivada ao longo dos anos letivos como uma necessidade. No entanto, essas estratégias mais tradicionais também são válidas e até mesmo a preferência de alguns alunos, por isso não devem ser descartadas das aulas multissensoriais. Adicionalmente, um aluno mencionou a aprendizagem diferenciada como um benefício da aprendizagem multissensoriais, o que destaca uma das suas maiores vantagens reconhecidas – personalizar estratégias educativas para chegar a um maior número de preferências de aprendizagem individuais ou uma inteligência particular (Stone, 1992).

As possibilidades da aprendizagem multissensorial são inúmeras, incluindo uma panóplia de estratégias, mas todas devem envolver pelo menos dois sentidos num processo de ensino e aprendizagem de um determinado tema. Infelizmente, a visão e a

audição são geralmente os sentidos exclusivos nas aulas do dia a dia, negligenciando o poder de tocar e manipular, cheirar e saborear para complementar as experiências de aprendizagem. Na verdade, os alunos claramente preferiram atividades que envolveram o paladar e olfato (degustação de alimentos), bem como manipulação e tato (dissecação e modelos). Compreender o mundo multissensorial em que vivemos com todos os sentidos deve ser uma regra de ouro para qualquer educador enquanto ensina. Isto é particularmente essencial quando se consideram aulas de ciências, onde os alunos aprendem a compreender o nosso corpo humano e o ambiente em redor.

Curiosamente, apesar da motivação manifestada, muitos alunos também consideraram os jogos virtuais *breakout* uma das atividades mais difíceis. Esta foi a principal estratégia selecionada para a adaptação de uma aula multissensorial ao ensino a distância, imposto pela pandemia de COVID-19. Os professores podem ter de enfrentar novos desafios no planeamento e elaboração de aulas multissensoriais na educação à distância, no que diz respeito à luta para envolver os sentidos numa atividade virtual e controlar a dificuldade, o tempo e as questões tecnológicas. Para os alunos, a falta de apoio e atenção como experienciados em sala de aula pode resultar em desinteresse e afastamento. O ensino à distância foi considerado por grande parte dos alunos um comprometimento da sua aprendizagem. Portanto, a educação à distância pode representar um obstáculo para atingir os benefícios da aprendizagem multissensorial, exigindo um esforço extra das escolas, educadores e alunos para superar as dificuldades.

5.5. Questionário VARK

De forma a responder à segunda questão do PI, o questionário de preferências modais VARK foi aplicado às duas turmas num formato digital, sendo facultativo. Foram completos 38 questionários, os quais foram analisados para obter as pontuações por modalidade percetiva, assim como a avaliação global das preferências modais por aluno. A análise da distribuição de preferências modais obtida para os alunos das duas turmas, revelou uma predominância de preferências de aprendizagem unimodais (n=13, 34%), seguida de tetramodais (VARK) (n=9, 24%) e bimodais e trimodais com a mesma percentagem de alunos (n=8, 21%). Portanto, as preferências multimodais representam a grande maioria dos alunos (n=25, 66%) inquiridos.

A distribuição obtida aproxima-se da distribuição geral disponibilizada no sítio vark-learn.com, criado pela equipa de Neil Fleming, e dedicado às preferências de aprendizagem segundo o modelo VARK. Esta distribuição foi baseada nos resultados de centenas de milhares de pessoas, na sua maioria alunos, mas também uma percentagem de educadores, que responderam ao questionário (VARK Learn Lda., 2020). A Tabela 16 compara a distribuição obtida para os 38 alunos com a distribuição geral mais abrangente.

Tabela 16| Distribuições de preferências modais. Distribuição de preferências modais segundo o questionário VARK, no geral (VARK Learn Lda., 2020) (n=237537) e no PI (n=38).

Distribuição	Unimodal	Bimodal	Trimodal	VARK
Geral (*vark-learn.com*) (n=237537)	34%	20%	15,4%	30,6%
Programa de Intervenção (n=38)	34%	21%	21%	24%

No entanto, apenas duas modalidades percetivas foram obtidas como preferências unimodais – auditiva e cinestésica [Figura 13A]. Segundo a distribuição geral disponibilizada (VARK Learn Lda., 2020), a modalidade cinestésica é normalmente a mais representada, com um intervalo relativamente grande em relação às restantes, seguindo-se a modalidade auditiva, leitura/escrita e, finalmente, visual. Assim, no caso destas duas turmas, a modalidade auditiva está sobre-representada, com dez dos treze alunos que obtiveram uma preferência unimodal a preferir a modalidade auditiva. Da mesma forma, analisando a pontuação total por modalidade percetiva [Figura 13B] e a percentagem de alunos com cada uma das modalidades incluídas nas preferências [Figura 13C], verifica-se a predominância da modalidade auditiva, mesmo em preferências multimodais, seguida da cinestésica, leitura/escrita e visual.

A sobre-representação da modalidade percetiva auditiva nestas turmas pode ter sido cultivada pela forma de ensino prevalecente ao longo do seu percurso educativo, certamente baseada na exposição oral e discurso. De fato, as atividades selecionadas como mais motivadoras pelos alunos nas três sessões afastam-se deste registo. As quatro atividades preferidas apelam à manipulação, tato, paladar e olfato, mais do que à audição. São atividades mais interativas e dinâmicas, associando-se à modalidade percetiva cinestésica. "*Aulas mais interativas e práticas*" foi também uma das principais vantagens da aprendizagem multissensorial apontadas pelos alunos. Assim, torna-se importante distinguir e integrar preferências modais e motivações dos alunos para atender um maior número de estilos de aprendizagem.

Dos respondentes, 23 são alunos (61%) e 15 são alunas (39%). A distribuição das preferências dentro de cada grupo é semelhante, com mais de 80% a incluir a modalidade auditiva nas suas preferências [Figura 13D]. Comparando os grupos, observou-se que houve um maior número de alunas a incluir leitura/escrita na sua preferência em vez de visual, enquanto que nos alunos o cenário é oposto. Verifica-se também uma maior preferência pela modalidade cinestésica pelos alunos do que pelas alunas. Estas observações vão de encontro aos registos na literatura (Fleming, 2001), que associam mais os rapazes à modalidade cinestésica e as raparigas à leitura/escrita.

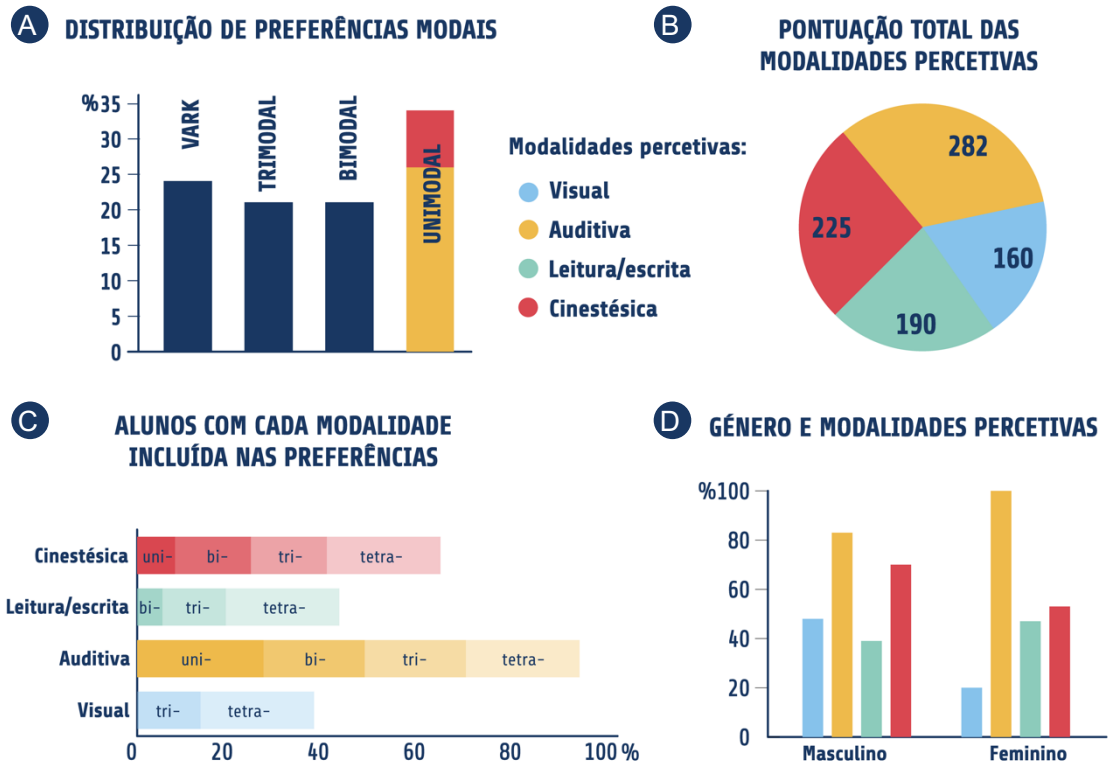


Figura 13| Distribuição de preferências modais e modalidades percetivas. Representação gráfica da distribuição de preferências modais obtidas para este PI (A), pontuação total das modalidades percetivas (B), percentagem de alunos com cada modalidade incluída nas preferências (C) e pontuação total das modalidades por género masculino e feminino (D) (n=38).

Depois de obtidas as preferências modais dos alunos, foi analisada a possível relação entre cada grupo de preferências modais e os resultados obtidos nos testes cognitivos, de forma a responder à segunda questão avançada para este PI. A média de classificações foi superior no pós-teste em relação ao pré-teste, para todos os grupos de preferências modais [Tabela 17]. Após aplicação do teste não-paramétrico de Wilcoxon, verificou-se que em nenhum dos grupos de preferências modais houve diferenças significativas ($|Z|>1{,}96$, $p>0{,}05$). No entanto, na análise do número total de respondentes verificou-se uma diferença significativa, a favor do pós-teste ($|Z|=2{,}667$, $p=0{,}008$) [Tabela 18].

Tabela 17| Resultados dos testes cognitivos segundo as preferências modais. Média, e desvio padrão das classificações nos pré e pós testes, por cada grupo de preferências modais.

Variável	Preferência modal	n	Média (%)	Desvio padrão
Pré-teste	Unimodal	12	46,25	24,20
	Bimodal	8	49,08	23,75
	Trimodal	8	38,13	21,70
	VARK	9	44,18	21,14
Pós-teste	Unimodal	12	56,68	17,94
	Bimodal	8	61,55	11,25
	Trimodal	8	50,73	21,34
	VARK	9	48,05	12,92

Tabela 18| Variação das classificações nos testes segundo as preferências modais. Cálculo do valor de Z e de *p* para as diferenças das classificações no pré-teste e no pós-teste, por cada grupo de preferências modais, segundo o teste de Wilcoxon.

	Total	Unimodal	Bimodal	Trimodal	VARK
Z	- 2,667	- 1,739	- 0,491	- 1,782	-1,362
Valor-*p*	0,008**	0,820	0,624	0,075	0,173

O resultado do teste não paramétrico de Wilcoxon, aplicado ao número total de respondentes, que correspondem às duas turmas contempladas pelas aulas multissensoriais, conclui os testes estatísticos aplicados para responder à primeira questão avançada para esta investigação. Assim, rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa direcionada que afirma que a utilização da aprendizagem multissensorial como metodologia educacional tem um efeito positivo no desempenho cognitivo dos alunos, na temática dos minerais como ligação entre a geosfera e a saúde humana.

Como demonstrado pela análise dos resultados obtidos, as melhorias no desempenho cognitivo, pelo conhecimento adquirido, verificadas após a primeira aula baseada na aprendizagem multissensorial não estão relacionadas em específico com nenhuma das preferências modais dos alunos. De acordo com a tendência, todos os alunos, independentemente da preferência modal parecem beneficiar da aprendizagem multissensorial. A análise da possível relação entre preferências modais e conhecimentos adquiridos na segunda e terceira sessões, recorrendo ao teste de independência do qui-quadrado, e considerando a frequência de respostas corretas (quando aplicável), também não revelou qualquer relação significativa.

Aceita-se, portanto, a hipótese nula de que não existe uma relação entre o desempenho cognitivo, após aulas lecionadas segundo a metodologia de ensino multissensorial, e as preferências modais dos alunos. De acordo com os resultados obtidos para este grupo de alunos, a aprendizagem multissensorial permitiu atender a várias preferências de aprendizagem não beneficiando em particular uma preferência modal. No geral, o desempenho cognitivo e motivação dos alunos parecem ser potenciados em aulas baseadas na aprendizagem multissensorial, possivelmente beneficiando todos os estilos de aprendizagem – embora apenas algumas das suas componentes tenham sido alvo de investigação neste PI. De facto, de acordo com literatura científica, a grande vantagem da aprendizagem multissensorial é conseguir chegar a um maior número de alunos, atendendo às suas preferências de aprendizagem e estilos próprios (Stone, 1992; Christie, 2000; Shams & Seitz, 2008). O apelo a que os alunos participem na sua aprendizagem, exige que os professores compreendam as necessidades dos alunos e as preferências de aprendizagem para fornecer a direção adequada, usando métodos multissensoriais para estimular a interatividade dos alunos com os materiais.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES

Neste capítulo apresentam-se as várias conclusões que podem ser avançadas, após a análise e discussão dos resultados obtidos com a implementação deste PI, como resposta ao problema desta investigação, às questões elaboradas e tendo também em conta o cumprimento dos objetivos estabelecidos para a sua implementação. São ainda apresentadas as maiores limitações e barreiras associadas a este PI, assim como propostas e propósitos de novos desenvolvimentos da investigação.

6.1. Conclusões gerais

O problema de investigação deste PI consistiu na avaliação do impacte do uso da aprendizagem multissensorial, como metodologia de ensino, no desenvolvimento de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais dos alunos, nomeadamente a motivação, na temática da importância dos minerais na saúde humana em relação à geosfera e a sua sustentabilidade, em linha com as aprendizagens essenciais definidas para a disciplina de Ciências Naturais no 9º ano de escolaridade.

O foco dos objetivos concetuais definidos era o desenvolvimento dos conhecimentos adquiridos sobre a temática dos sais minerais, designadamente, a relação entre a sua formação e disponibilidade na geosfera e a sua importância para a nossa alimentação e, consequentemente, saúde. Os resultados obtidos no pós-teste, assim como nas grelhas de observação e entrevistas comprovam que após implementação das aulas/sessões deste PI os alunos possuíam um conjunto de conhecimentos mais satisfatório sobre o tema, em comparação com os resultados insatisfatórios que tinham demonstrado, aquando da realização do pré-teste.

Adicionalmente, era também objetivo concetual compreender a importância da preservação e exploração sustentável dos recursos geológicos, o que foi reforçado em todas as sessões e confirmado por observação sistemática durante as aulas, no sentido da consciencialização para a importância e urgência da sustentabilidade na exploração dos recursos geológicos, e a reflexão sobre as consequências das ações antrópicas para a biosfera, incluindo o ser humano, e os recursos aquáticos, contribuindo assim para a integração dos objetivos da Agenda 2030 das Nações Unidas.

Relativamente aos objetivos educacionais, os resultados indicam igualmente um cumprimento bem-sucedido dos pontos propostos. Seguindo a metodologia baseada na aprendizagem multissensorial, os alunos aplicaram e desenvolveram diversas

competências essenciais ao raciocínio científico como o questionamento, a pesquisa, a observação, a elaboração de registos, a análise e interpretação de dados e resultados para tecer e discutir as conclusões possíveis, essenciais para o preenchimento das fichas de trabalho-resumo por sessão e para a experiência educacional eficaz nas aulas prática de Ciências Naturais. Tal como avançado por um dos grupos aquando das entrevistas, uma das vantagens das aulas multissensoriais no ensino das Ciências Naturais é conseguir promover a aproximação ao método de trabalho desenvolvido pelos cientistas. Da mesma forma, foi cultivada a literacia científica, uma vez que os alunos manifestaram a compreensão dos conceitos e mobilizaram o conhecimento científico adquirido para o preenchimento das fichas de trabalho finais, as entrevistas e a resolução de problemas propostos na forma de jogos *breakout*. Para isso, os alunos basearam-se nas suas observações e inferências, resultantes da interação com os diversos materiais e recursos disponibilizados como atividades de apelo aos sentidos.

Pela análise das grelhas de observação, respostas em entrevistas e ao questionário global, comprovou-se igualmente o impacte positivo no desenvolvimento de competências atitudinais, para além das competências cognitivas. Assim, é possível indicar a motivação como uma das principais vantagens alcançadas pela metodologia selecionada, neste PI. Estes constituem bons indicadores que apoiam a aprendizagem multissensorial como uma metodologia de ensino potenciadora de competências cognitivas e atitudinais dos alunos, sustentando a importância da sua implementação nas escolas. Para que os benefícios da abordagem multissensorial entre jovens estudantes no ensino das Ciências Naturais sejam reconhecidos, devem ser fornecidos programas de treino, financiamento adicional e recursos para uma aplicação adequada e otimizada por educadores e alunos, evitando ambientes privados de sensações.

Finalmente, o último objetivo educacional foi alcançado através da aplicação do questionário VARK, permitindo dar a conhecer aos alunos as suas preferências modais. Apesar da atribuição de preferências por modalidades percetivas ser um conceito bastante simplificado e não descrever totalmente a aprendizagem de cada aluno, apresenta, no entanto, a vantagem de incutir no aluno uma autorreflexão e responsabilidade na condução do seu próprio estudo, com técnicas mais facilitadoras.

Assim, segundo os resultados obtidos nesta investigação é possível concluir que a aplicação deste PI, incluindo os modelos, jogos e todos os materiais e recursos construídos, é viável na abordagem ao estudo dos minerais como ligação entre a Terra e a saúde humana.

6.2. Contributos para o desenvolvimento profissional

Tendo em conta o propósito final do estágio IPP – a formação profissional – foram também enunciados objetivos profissionais da implementação do PI, integrados nos contributos para o meu desenvolvimento enquanto professor em formação.

A escolha da aprendizagem multissensorial como metodologia partiu de pensamentos e reflexão metacognitiva, sem base teórica de partida. Surgiu de imagens mentais, de alguém com uma preferência modal fortemente visual, pelo que foi necessária uma extensa pesquisa e leitura para familiarização com as estratégias e técnicas associadas à metodologia, origem e exemplos da sua utilização. A revisão de literatura prolongou-se durante as fases de imaginação, organização e preparação dos vários recursos e materiais implementados nas três sessões, assim como no planeamento das aulas. Uma aula rica em experiências sensoriais requer, normalmente, um maior conjunto de ferramentas e recursos, o que exige um maior esforço do educador. Se a metodologia está centrada no aluno e nas suas experiências sensoriais, por outro lado, depende largamente das capacidades do docente na sua concretização. Assim, foi para mim uma oportunidade de desenvolvimento de várias competências, conhecimentos e habilidades associadas à metodologia e outras mais transcendentes.

Da mesma forma, foram desenvolvidas competências no âmbito da Investigação em Educação. Os conhecimentos adquiridos durante os anos precedentes, orientaram o planeamento e implementação deste PI, mas foi a experiência prática e a necessidade real do contexto escolar que impuseram a revisão bibliográfica, para seleção das técnicas e instrumentos de investigação e a sua análise posterior, para além da metodologia. Foi de facto uma oportunidade de desenvolver um grande conjunto de habilidades enquanto professor em formação-investigador, por envolvimento nas especificações associadas a cada uma de várias técnicas e instrumentos, e na síntese e tratamento de informação. Este é talvez o lado mais egoísta do estágio IPP, mas que ultimamente se repercutirá na prática profissional, mais refletida e sensata.

O último objetivo avançado pautou-se pelo intenso cruzar entre a evolução na prática pedagógica e pessoal, na partilha diária da sala de aula, conhecimentos e experiências, mas também no próprio debate mental constante, que gera novas consciências e sensações, e a autocrítica que nos faz querer reinventar. O cultivo da plenitude das sensações dá mais sentido ao processo de ensino-aprendizagem. A formação de um professor dificilmente se chega a completar, mas é na contínua procura e pesquisa por melhores escolhas pedagógicas para atingir o sucesso, crescimento e bem-estar dos seus alunos, que a formação profissional e pessoal se desenvolve.

6.3. Limitações e sugestões para futuras investigações

Os contornos em que decorre o estágio IPP limitam à partida o planeamento e execução de projetos de investigação mais ambiciosos a nível temporal e temático, reduzindo a intervenção a algumas aulas e em linha com as metas curriculares e currículo definido pela escola. A extensa burocratização e normatização da ação docente impede em grande parte a aplicação dos conhecimentos e ideais estabelecidos no contexto da Investigação em Educação em Ciência, rejeitando os possíveis benefícios para o processo de aprendizagem.

Muitas vezes, o número de participantes, por ser reduzido, pode contribuir para a complexidade da interpretação dos resultados e questionar o seu valor probabilístico. A amostra, sendo de conveniência e não aleatória, significa que os resultados obtidos representam, assim, apenas indicadores. Normalmente, a existência de grupos controlo, apesar de ideal de um ponto de vista metodológico, levanta questões éticas pela desigualdade de acesso a oportunidades. Contudo, neste caso o grupo controlo foi constituído pelas outras duas turmas que não foram alvo direto do estágio IPP, do mesmo ano letivo.

A principal limitação neste ano atípico foi, sem dúvida, a imposição do ensino à distância pela pandemia. A adaptação ao novo paradigma impediu a implementação do PI, como planeado, o que comprometeu os resultados obtidos na última sessão e a sua interpretação em paralelo com os resultados precedentes, existindo dois contextos diferentes. Para além da adaptação da aula e estratégias ao ambiente virtual, foi excluída a avaliação baseada na produção de cartazes, o que permitiria comparar três ferramentas de avaliação alternativas. Assim, as conclusões da implementação deste PI, e a sua possível relevância, foram fundamentalmente restringidas, não obstante a tentativa de adaptação.

No futuro, a possibilidade de reconduzir esta investigação como inicialmente projetada, e em condições experimentais, quando e onde fosse possível, acrescentaria valor, visando ainda o aumento da consciencialização para a necessidade da exploração sustentável dos recursos geológicos, e consequências para a nossa saúde. Noutras possibilidades de investigação, seria importante explorar mais o potencial da aprendizagem multissensorial em condições mais amplas, projetando-se a inclusão de outras escolas, com diferentes contextos, e/ou transcendendo uma variedade de níveis de escolaridade, disciplinas e matérias, para finalmente estabelecer a inclusão generalizada de abordagens multissensoriais nos nossos sistemas educativos.

REFERÊNCIAS

Baines, L. (2008). *A Teacher's Guide to Multisensory Learning: Improving Literacy by Engaging the Senses*. Association for Supervision and Curriculum Development.

Banikowski, A., & Mehring, T. (1999). Strategies to Enhance Memory Based on Brain Research. *Focus on Exceptional Children, 32*(2), 1-16.

Berger, A. R. (2003). Linking health to geology. Em H. C. W. Skinner & A. R. Berger (Eds.), *Geology and Health: Closing the Gap* (pp. 5–11). Oxford University Press.

Bhattacharya, P. T, Misra, S. R., & Hussain, M. (2016). Nutritional Aspects of Essential Trace Elements in Oral Health and Disease: An Extensive Review. *Scientifica, 2016*(5), 12-24.

Birsh, J. R. (1999). *Multisensory Teaching of Basic Language Skills.* Paul H. Brookes Publishing.

Brand, S. T., & Dalton, E. M. (2012). Universal Design for Learning: Cognitive Theory into Practice for Facilitating Comprehension in Early Literacy. *Forum on Public Policy, 2012*(1), 1-19.

Bratter, P., & Negretti de Bratter, V. E. (2009). Global Prevalence Of Micronutrient Malnutrition And Impacts On The Health Of Children. Em I. Cakmak & R.M. Welch (Eds.), *Impacts of Agriculture on Human Health and Nutrition – Volume I* (pp. 43-61). Eolss Publishers.

Buch, K., & Bartley, S. (2002). Learning Style and Training Delivery Mode Preference. *Journal of Workplace Learning*, *14*(1), 5-10.

Bunnell, J. E., Finkelman, R. B., Centeno, J. A., & Selinus, O. (2007). Medical Geology: a globally emerging discipline*. Geologica Acta*, *5*(3), 273-281.

Carvalho, D. C., Coelho, L. M, Acevedo, M.S., & Coelho, N. M. M. (2015). The oligonelements. Em M. de la Guardia & S. Garrigues (Eds.), *Handbook of Mineral Elements in Food* (pp. 109-122). John Wiley & Sons, Ltd.

Christie, S. (2000). The brain: Utilizing multi-sensory approaches for individual learning styles. *Education*, *121*(2), 327-330.

Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., & Ecclestone, K. (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: a systematic and critical review. Report No. 041543. Learning and Skills Research Centre. Elearning Industry. https://elearningindustry.com/critical-analysis-of- learning- styles-pedagogy- post-16- learning.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education, Sixth edition*. Routledge.

Conselho Nacional de Educação (CNE) (2017). *Estado da Educação 2016*. CNE. http://www.cnedu.pt/pt/noticias/cne/1241-estado-da-educacao-2016

Craig, J. R., Vaughan, D. J., & Skinner, B. J. (2001). *Resources of the Earth, third edition*. Prentice-Hall, Inc.

Davies, B. E., Bowman, C., Davies, T. C., & Selinus, O. (2005). Medical geology: Perspectives and prospects. Em O. Selinus, B. Alloway, J. A. Centeno, R. B. Finkelman, R. Fuge, U. Lundh & P. Smedley (Eds.), *Essentials of medical geology - Impacts of the natural environment on public health* (pp. 459-480). Elsevier - Academic Press.

Denzin, N. K. (1977). *The Research Act. A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. McGraw Hill Book Company.

Diamond, M., & Hopson, J. (1998). *Magic trees of the mind: How to nurture your child's intelligence, creativity, and healthy emotions from birth through adolescence*. Dutton.

Dissanayake, C. B., & Chandrajith, R. (2009). *Introduction to medical geology: focus on tropical environments.* Springer-Verlag.

Dunn, R. S., & Dunn, K. J. (1978). *Teaching Students through Their Individual Learning Styles: a Practical Approach.* Reston Publishing Co.

Dunn, R., Griggs, S. A., Olson, J., Beasley, M., & Gorman, B. S. (1995). A meta-analytic validation of the Dunn and Dunn model of learning style preferences. *The Journal of Educational Research*, *88*(6), 353–362.

Erzberger, C. & Prein, G. (1997). Triangulation: Validity and empirically-based hypothesis construction. *Quality and Quantity, 31*(2), 141-154.

Esteves, M. (2001). A investigação como estratégia de formação de professores: Perspectivas e realidades. *Revista Mathésis*, *10*(1), 217-233.

Ferreira da Cunha, A. R. (2015). *VARK: Como é que aprendo melhor? Uma mudança no processo de ensino-aprendizagem*. [Relatório final de mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo]. Repositório do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. http://hdl.handle.net/20.500.11960/1582

Finkleman, R.B., Skinner, H.C.W., Plumlee, G.S., & Bunnell, J.E. (2001). Medical geology. *Geotimes, 46*(1), 20–23.

Fleming, N.D. & Mills, C. (1992). Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*, *11*(1), 137-155.

Fleming, N. D. (1995). I'm Different; Not Dumb. Modes of Presentation (VARK) in the Tertiary Classroom. Em A. Zelmer (Ed.), *Research and Development in Higher Education, Proceedings of the 1995 Annual Conference of the Higher Education and Research Development Society of Australasia (HERDSA)* (pp. 308–313). HERDSA.

Fleming, N. (2001). *Teaching and Learning Styles: VARK Strategies*. Neil Fleming.

Fleming, N., & Baume, D. (2006). Learning styles again: varking up the right tree!. *Staff and Educational Development Association*, *7*(4), 4-7.

Fordyce, F. (2005) Selenium deficiency and toxicity in the environment. Em O. Selinus, B. Alloway, J. A. Centeno, R. B. Finkelman, R. Fuge, U. Lindh & P. Smedley (Eds.), *Essentials of Medical Geology* (pp. 373-415). Elsevier.

Freiberg, H. J. & Driscoll, A. (2000) *Universal teaching strategies*. Allyn and Bacon.

Freire, A. M. (2009). *Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação*. Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.

Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st Century.* Basicbooks.

Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications, tenth edition*. Pearson.

Godswill, A., Somtochukwu, I., Ikechukwu, A., & Kate, E. (2020). Health Benefits of Micronutrients (Vitamins and Minerals) and their Associated Deficiency Diseases: A Systematic Review. *International Journal Of Food Sciences, 3*(1), 1-32.

Goetz, J. P., & LeCompte, M. D. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational reseach*. Academic Press.

Goldschmidt, V. M. (1954). *Geochemistry*. Clarendon Press.

Gomes, C.; Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Ucha, L., Encarnação, M., Horta, M. Calçada, M., Nery, R. & Rodrigues, S. (2017). Perfil dos alunos a saída da Escolaridade Obrigatória. Lisboa: Ministério da Educação, Direção Geral da Educação.

Gori, M. (2015). Multisensory Integration and Calibration in Children and Adults with and without Sensory and Motor Disabilities. *Multisensory Research, 28*(2), 71-99.

Gregorc, A. F. (1985). *Inside Styles: Beyond the Basics*. Gregorc Associates.

Hasan, S. E., Finkelman, R. B., & Skinner, H. C. W. (2013). Geology and health: A brief history from the Pleistocene to today. Em M. E. Bickford (Ed.), *The impact of the geological sciences on society: Geological survey of America special paper 501* (pp. 155-164). The Geological Society of America.

Henriksen, D., Henderson, M., Creely, E., Ceretkova, S., Černochová, M., Sendova, E, Sointu, E.T., & Tienken, C.H. (2018). Creativity and Technology in Education: An International Perspective. *Technology, Knowledge and Learning*, 23(3), 409–424.

Honey, P., & Mumford, A. (1986). *The Manual of Learning Styles.* Peter Honey Publications.

Kemp, N., & Grieve, R. (2014). Face-to-Face or face-to-screen? Undergraduates' opinions and test performance in classroom vs. online learning. *Frontiers in Psycholo*gy *2014*(5), 1278. doi:10.3389/fpsyg.2014.01278

Kimchi, J., Polivka, B., & Stevenson, J.S. (1991). Triangulation: Operational definitions. *Nursing Research, 40*(6), 364-366.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning*. Prentice Hall.

Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. Sage Publications.

Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The Development of Cognitive Skills To Support Inquiry Learning. *Cognition and Instruction, 18*(4), 495-523.

Låg, J. (1990). *Geomedicine*. CRC Press.

Lindh, U. (2005). Biological functions of the elements. Em O. Selinus, B. Alloway, J. A. Centeno, R. B. Finkelman, R. Fuge, U. Lindh & P. Smedley (Eds.), *Essentials of Medical Geology* (pp. 115-160). Elsevier.

Mason, B. H. (1992). *Victor Moritz Goldschmidt: Father of Modern Geochemistry*. Geochemical Society.

Mills, C. F. (1996). Geochemical aspects of the aetiology of trace element related diseases. Em J. D. Appleton, R. Fuge & G. J. H. McCall (Eds.), *Environmental Geochemistry and Health* (pp. 1-5). Geological Society Special Publication.

Montessori, M. (1912). *The Montessori method: Scientific pedagogy as applied child education in "The Children's Houses", with additions and revisions by the author.* (A. E. George, Trans.). Frederick A Stokes Company.

Montessori, M. (1967). *The Absorbant Mind*. Rinehart and Winston.

Nações Unidas. (2019). *Special Edition: Progress towards the Sustainable Development Goals. Report of the Secretary-General, E/2019/68* (Relatório nr. 19-07404). United Nations. https://undocs.org/en/A/ 63/332.

National Research Council (1981). *Aging and the geochemical environment*. The National Academies Press.

Nordberg, M., & Cherian, M. G. (2005). Biological responses of elements. Em O. Selinus, B. Alloway, J. A. Centeno, R. B. Finkelman, R. Fuge, U. Lindh & P. Smedley (Eds.), *Essentials of Medical Geology* (pp. 179-200). Elsevier.

Organização Mundial de Saúde (2000). *The World Health Report 2000. Health Systems: Improving Performance*. Office of Publications, World Health Organization.

Orton, S. T. (1925). Word-blindness in school children. *Archives of Neurology & Psychiatry, 14*(5), 581-615.

Passos, C. L. B., Andrade, J. A. A., Oliveira, R. M. M. A., Moruzzi, A. B., Pátaro, C. S. O., & Pátaro, R. F. (2010). *Processos de formação de professores: Narrativas, grupo colaborativo e mentoria*. EDUFSCar.

Pimenta, S. G. & Lima, M. S. (2004). *Estágio e Docência. Coleção Saberes Pedagógicos*. Cortez Editora.

Raskind, M., Smedley, T. M., & Higgins, K. (2005). Virtual technology: Bringing the world into the special education classroom. *Intervention in School and Clinic*, *41*(2), 114-119.

Rebelo, F., & Caldas, E. (2016). Arsenic, lead, mercury and cadmium: Toxicity, levels in breast milk and the risks for breastfed infants. *Environmental Research*, *2016*(151). 671-688.

Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Profforma, 3*(1),1-5.

Rodrigues, I., Torres, J., & Favas, P. (2016). Geomedicine and History of Science: A Contribution to Scientific Culture. Em C. Vasconcelos (Ed.), *Geoscience Education: Indoor and Outdoor* (pp. 207-224). Springer.

Rona, P. A. (2002). Marine minerals for the 21st century. *Episodes, 25*(1), 2-12.

Selinus, O., & Frank, A. (2000). Medical geology. Em L. Moller (Ed.), *Environmental Medicine* (pp. 327). Joint Industrial Safety Council.

Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Sciences*, *12*(11): 411-417.

Shenkin, A. (2008). Basics in clinical nutrition: Physiological function and deficiency states of trace elements. *Clinical Nutrition ESPEN, 3*(6), e255-e258.

Shimojo, S., & Shams, L. (2001) Sensory modalities are not separate modalities: plasticity and interactions. *Current Opinion in Neurobiology 11*(4), 505-509.

Simon, K., & Soileil, G. (1993). *Alternative Assessment – Can Real-World Skills Be Tested? Policy Briefs*. Appalachia Educational Laboratory.

Skinner, H. C. W. (2007). The Earth, Source of Health and Hazards: An Introduction to Medical Geology. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 35*(1), 177-213.

Stone, P. (1992). How we turned around a problem school. The problem wasn't our students couldn't learn; it was that we didn't know how to teach them. *Principal, 72*(2), 34-36.

Striedter, G. F. (2006). Precis of principles of brain evolution. *Behavioral and Brain Sciences, 29*(1), 1-12.

Tancredi, R. M. S. P. (2009). *Aprendizagem da docência e profissionalização: Elementos de uma reflexão*. EDUFSCar.

Van de Walle, J. (2007). *Teaching developmentally: Elementary and middle school mathematics (6th Edition)*. Allyn & Bacon.

VARK Learn Lda (2020, Outubro). *Research Statistics*. https://vark-learn.com/research-statistics/

Verheul, A., & Hulsegge, J. (1987). *Snoezelen another world*. Rompa.

Wardrop, N. A., & Le Blond, J. S. (2015). Assessing correlations between geological hazards and health outcomes: Addressing complexity in medical geology. *Environment International, 84*(1), 90-93.

ANEXOS

Anexo I. Pré-teste cognitivo

Teste cognitivo aplicado antes das aulas de reforço sobre o subtema dos elementos-traço. As propostas de resolução apresentadas excluem variantes ou outras respostas consideradas corretas após verificação da literatura. Na questão 2 a cotação foi distribuída da seguinte forma: 8 pontos para a coluna dos elementos-traço (2 pontos cada resposta) e 6 pontos para a coluna dos alimentos (2 pontos cada resposta). Na questão 3 a cotação foi distribuída da seguinte forma: 2 pontos para cada correlação.

Ciências Naturais 9.º ano

Teste Cognitivo Elementos-traço 2019/20

Nome:_____ **Turma:**_____

Os sais minerais são nutrientes inorgânicos essenciais para o bom funcionamento do nosso organismo sendo que, a sua ingestão insuficiente provoca danos.

1. O ferro contido no sangue é considerado um…

(A) elemento-traço, porque é necessário ao organismo em grandes quantidades.
(B) elemento-traço, porque é necessário ao organismo em pequeníssimas quantidades.
(C) elemento-traço, porque demora muitíssimo tempo, após uma dádiva de sangue, para atingir valores normais.
(D) elemento-traço, porque demora pouco tempo, após uma dádiva de sangue, para atingir valores normais.

2. Complete a seguinte tabela referente aos elementos-traço e alimentos onde se encontram presentes em maior quantidade.

Zinco	• _____; • **ostras.**	Castanhas, caju, aveia, camarão, carne vermelha
Flúor	• **águas fluoretadas;** • _____.	Peixes do mar, marisco, fígado, chá preto
Selénio	• **pão;** • **cereais.**	
Cobre	• _____; • **ostras.**	Fígado, caranguejo, cacau, caju
Ferro	• **carne vermelha;** • **nozes.**	
Iodo	• **peixes do mar;** • **crustáceos.**	

3. Estabeleça a correspondência correta.

- **Zinco**
- **Flúor**
- **Selénio**
- **Cobre**
- **Ferro**
- **Iodo**

- Da falta deste elemento decorrem cáries dentárias e desmineralização óssea. Flúor
- A sua carência provoca fragilidade esquelética e osteoporose. Cobre
- A sua carência está na origem do bócio. Iodo
- A sua falta provoca anemia. Ferro
- A carência provoca imaturidade sexual, devido ao atraso do desenvolvimento das gónadas, e dermatites. Zinco
- A falta deste elemento tem como consequência dores musculares e perturbações cardíacas. Selénio

4. Nomeie dois elementos-traço metálicos cuja fonte comum é o fígado.
Ferro; cobre

Cotações	1	2	3	4	Total
	6	14	12	8	40

Anexo II. Pós-teste cognitivo

Teste cognitivo aplicado após as aulas de reforço sobre o subtema dos elementos-traço. As propostas de resolução apresentadas excluem variantes ou outras respostas consideradas corretas após verificação da literatura. Na questão 2 a cotação foi distribuída da seguinte forma: 2 pontos para a coluna dos elementos-traço (1/3 pontos cada resposta) e 12 pontos para a coluna dos alimentos (2 pontos cada resposta). Na questão 4 a cotação foi distribuída da seguinte forma: 2 pontos para a coluna dos elementos-traço (1 ponto cada resposta) e 10 pontos para a coluna das funções (2 pontos cada resposta).

Ciências Naturais 9.º ano

Teste Cognitivo Elementos-traço 2019/20

Nome:_____ **Turma:**_____

Os elementos-traço estão presentes em vários alimentos e são necessários em quantidades muito pequenas, inferiores a 100 miligramas, mas são essenciais para evitar o desenvolvimento de muitas patologias.

1. Selecione a opção que permite obter uma afirmação correta.
Os elementos-traço
(A) pertencem ao grupo dos sais minerais, incluindo nutrientes inorgânicos simples.
(B) pertencem ao grupo dos sais minerais, incluindo nutrientes orgânicos complexos.
(C) pertencem ao grupo das vitaminas, incluindo nutrientes inorgânicos complexos.
(D) pertencem ao grupo das vitaminas, incluindo nutrientes orgânicos simples.

2. Nomeie os seis elementos-traço que estudou e associe pelo menos um alimento que constituí uma fonte rica nesse elemento.

Elemento-traço	Alimento
Ferro	Fígado, carne vermelha, feijão, nozes, espinafres
Iodo	Algas, marisco, bacalhau (peixes do mar), sal iodado
Flúor	Peixes do mar, marisco, fígado, chá preto, água fluoretada
Cobre	Fígado, caranguejo, ostras, cacau, caju
Zinco	Castanhas, caju, ostras, aveia, camarão, carne vermelha
Selénio	Pão, cereais, ovos, atum, castanha-do-brasil

3. A absorção de um elemento-traço depende da existência no nosso organismo de um outro elemento-traço. Que elementos são estes?

Ferro; cobre

4. Complete a seguinte tabela referente aos elementos-traço e as principais funções no nosso organismo.

Ferro	• Anemia; • Diminui sintomas de fadiga e cansaço.
Selénio	• Protege de doenças no coração, fígado e músculos; • Doenças cardiovasculares.
Zinco	• Evita a perda de memória; • Fortalece o sistema imunitário.
Cobre	• Anemia, cansaço, fadiga; • Previne a osteoporose.
Flúor	• Cáries dentárias; • Previne problemas nos ossos.
Iodo	• Previne o desenvolvimento de bócio; • Atraso no desenvolvimento, problemas na tiroide.

Cotações	1	2	3	4	Total
	6	14	8	12	40

Anexo III. Grelha de observação individual

REPÚBLICA PORTUGUESA | EDUCAÇÃO

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DA AULA

Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas

CIÊNCIAS NATURAIS | 9ºANO | TURMA X

3º CICLO ENSINO BÁSICO

Estagiário: Fábio Ferreira

Professora Coordenadora: Alexandra Tabuaço | Ano Letivo 2019/2020

AULA Nº:		DATA		UNIDADE DE TRABALHO	

ALUNOS		ATITUDES E VALORES						
NOME	NÚM.	Assiduidade / Pontualidade	Autonomia Material	Comportamento	Iniciativa e Participação	Empenho	Pertinências das intervenções	
Xxxxx Xxxxxxx	1							
Xxxxx Xxxxxxx	2							
Xxxxx Xxxxxxx	3							
Xxxxx Xxxxxxx	4							
Xxxxx Xxxxxxx	5							
Xxxxx Xxxxxxx	6							
Xxxxx Xxxxxxx	7							
Xxxxx Xxxxxxx	8							
Xxxxx Xxxxxxx	9							
Xxxxx Xxxxxxx	10							
Xxxxx Xxxxxxx	11							
Xxxxx Xxxxxxx	12							
Xxxxx Xxxxxxx	13							
Xxxxx Xxxxxxx	14							
Xxxxx Xxxxxxx	15							
Xxxxx Xxxxxxx	16							
Xxxxx Xxxxxxx	17							
Xxxxx Xxxxxxx	18							
Xxxxx Xxxxxxx	19							
Xxxxx Xxxxxxx	20							
Xxxxx Xxxxxxx	21							
Xxxxx Xxxxxxx	22							
Xxxxx Xxxxxxx	23							
Xxxxx Xxxxxxx	24							
Xxxxx Xxxxxxx	25							
Xxxxx Xxxxxxx	26							
Xxxxx Xxxxxxx	27							

1

REPÚBLICA PORTUGUESA | EDUCAÇÃO

RODRIGUES DE FREITAS

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DA AULA

Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas

CIÊNCIAS NATURAIS | 9ºANO | TURMA X

3º CICLO ENSINO BÁSICO

Estagiário: Fábio Ferreira

Professora responsável: Alexandra Tabuaço | Ano Letivo 2019/2020

ALUNOS	NOME	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx	Xxxxx Xxxxxxx
	NÚM.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**
CONCEITOS E PRÁTICAS	Domínio dos **materiais** fornecidos																											
	Domínio das **técnicas** e **processos** envolvidos nas atividades																											
	Domínio e aplicação dos **conhecimentos** adquiridos																											
	Capacidade de **análise** dos dados e **exposição** das ideias e pensamentos																											
	Demonstração de **criatividade** nas atividades																											

Escala: 1 - MAU | 2 - INSUFICIENTE | 3 - SUFICIENTE | 4 - BOM | 5 - MUITO BOM

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DA AULA

Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas

CIÊNCIAS NATURAIS | 9ºANO | TURMA X

3º CICLO ENSINO BÁSICO

Estagiário: Fábio Ferreira

Professora responsável: Alexandra Tabuaço | Ano Letivo 2019/2020

Observações do Professor

Professor Estagiário _____

Professora Cooperante _____

Anexo IV. Guião de entrevista

GUIÃO DE ENTREVISTA

Fábio Ferreira - APRENDER COM SENTIDO - a aprendizagem multissensorial no estudo dos minerais como ligação entre a Terra e a saúde humana.

Sessão 2: Regulação do organismo humano: morfologia do rim e reabsorção de sais minerais no nefrónio – elementos essenciais.

Bloco	Objetivos	Questões	Tópicos
I. Legitimação da entrevista	- Informar os objetivos da investigação; - Ressalvar a importância desta entrevista para o enriquecimento dos resultados e conclusões; - Assegurar a confidencialidade e anonimato; - Informar da gravação da entrevista.		
II. Aprendizagens e conceitos	- Avaliar o efeito das aulas multissensoriais no nível de desempenho cognitivo associado ao tema	1. Quais os cinco sais minerais essenciais que foram abordados na aula?	- Cálcio - Cloro - Magnésio - Potássio - Sódio
		2. Quais as duas principais diferenças entre o rim de coelho e o rim humano?	- Tamanho - Pirâmides de Malpighi
		3. Qual a secção do nefrónio onde não ocorre reabsorção de nenhum dos sais minerais estudados?	- Ansa de Henle (descendente)
		4. Que condição médica pode surgir com o desequilíbrio dos níveis corporais de um dos sais minerais estudados e em que alimento este se encontra em abundância?	Ex: - Sódio: hipertensão - queijo
		5. Que mineral inclui dois dos cinco sais minerais abordados na sua composição?	- Halite, sal, NaCl
III. Aulas multissensoriais	- Entender quais as características que valorizam as aulas multissensoriais.	6. Este tipo de aulas que utiliza diferentes recursos e atividades que envolvem todos os teus sentidos tem sido comum no teu percurso escolar? 7. Para ti, o que diferencia estas aulas de outras aulas, como as aulas de resolução de exercícios? 8. Qual a maior vantagem/desvantagem destas aulas para ti?	- Dinamismo - Recursos - Motivação - Organização - Envolvimento - Dificuldade - Memorização

	10. De que forma pode a utilização de vários tipos de recursos fazer diferença na tua aprendizagem, memorização ou motivação?		- Maior facilidade de memorização - Aprendizagem potenciada - Maior motivação
	11. Quais as memórias mais presentes que tens da sessão / a primeira memória da sessão que surge na tua cabeça?		- Rim dissecado - Modelo - Rochas - Infografias - Textos - Discurso - Ficha de trabalho - Aspetos ambientais - Adereços e disposição espacial
- Entender que atividades/recursos utilizados são diferenciadores.	12. Qual(ais) a(s) atividade(s)/recurso(s) que preferiste? 13. Qual(ais) a(s) atividade(s)/recurso(s) que tiveste maior dificuldade em executar?		- Dissecação - Montagem do modelo - Exploração e legendagem do modelo - Exploração de rochas e minerais - Completar ficha de trabalho
IV. Questões finais - Agradecer a colaboração neste estudo.	14. Houve alguma questão da temática desta entrevista que gostarias de partilhar, esclarecer ou não percebeste bem?		

Anexo IV. Pedido de autorização – encarregados de educação

Pedido de autorização aos Encarregados de Educação

Exmo.(a) Sr.(a) Encarregado(a) de Educação,

Eu, Fábio Miguel Tavares Ferreira, professor estagiário no Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas, encontro-me a realizar um trabalho de investigação no âmbito do curso de Mestrado em Ensino da Biologia e Geologia no 3º Ciclo e Ensino Secundário, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Este trabalho consiste no desenvolvimento de várias estratégias baseadas no ensino multissensorial de apelo aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos(as), na área curricular de Ciências Naturais, que pretendem, consequentemente, melhorar as aprendizagens dos alunos.

Neste sentido, poderá ser necessário proceder à recolha de dados junto da turma em causa, através de gravação áudio de pequenas entrevistas a alunos(as) em sala de aula, e de registo fotográfico, incluindo alguns trabalhos produzidos pelos mesmos. Em todo o processo será salvaguardado o anonimato dos alunos.

Desta feita, solicito autorização para implementar o trabalho de investigação descrito através do preenchimento da declaração em anexo.

Desde já agradeço a colaboração e atenção dispensadas.

Professor Estagiário

Fábio Miguel Tavares Ferreira

✂----------

Eu, _____, Encarregado(a) de Educação do(a) aluno(a) _____ nº _____, autorizo/não autorizo (riscar o que não interessa) a participação do meu educando neste trabalho de investigação.

Encarregado(a) de Educação

_____

Anexo VI. Questionário VARK jovens

Questionário VARK

Escolhe a resposta que melhor explica a tua preferência. Podes circular mais do que uma resposta/alínea, se entenderes que mais do que uma corresponde às tuas preferências.

1. Gostas de websites que têm:
a. coisas que podes clicar e fazer.
b. canais de áudio para música, chat e debates/discussões.
c. informações interessantes e artigos de jornais ou revistas.
d. design interessante e efeitos visuais.

2. Não tens a certeza se se escreve "inteligente" ou "intiligente". Preferirias:
a. imaginar as palavras na tua cabeça e escolher pela aparência das palavras.
b. lembrar-te de como elas são ditas ou ouvi-las em voz alta.
c. procurá-las no dicionário.
d. escrever ambas as palavras num papel e escolher uma.

3. Queres organizar uma festa surpresa para um amigo. Gostarias de:
a. convidar amigos e deixar que tudo aconteça.
b. imaginar como vai ser a festa.
c. fazer listas do que fazer e do que comprar para a festa.
d. falar sobre isso com outras pessoas.

4. Vais fazer algo especial para a tua família. Gostarias de:
a. fazer algo que já tenhas feito antes.
b. conversar sobre isso com os teus amigos.
c. procurar ideias em livros e revistas.
d. encontrar instruções escritas para fazê-lo.

5. Foste selecionado para ser monitor ou porta-voz de um programa de férias. Isto também é interessante para os teus amigos. Gostarias de:
a. lhes descrever as atividades que vais fazer no programa.
b. lhes mostrar o mapa do local onde vai decorrer o programa e fotos sobre o assunto.
c. começar a praticar as atividades que irás fazer no programa.
d. lhes mostrar a lista de atividades do programa.

6. Estás prestes a comprar uma nova câmara digital ou um telemóvel. Além do preço, o que mais influenciará a tua decisão?
a. manusear e experimentar o aparelho.
b. ler as suas características.
c. ser o mais recente e ter boa aparência.
d. ouvir o vendedor a falar sobre o aparelho.

7. Recorda um momento em que aprendeste a jogar um novo jogo de computador ou telemóvel. Aprendeste melhor ao:
a. observar outras pessoas a jogar.
b. ouvir alguém a explicar e fazendo-lhe perguntas.
c. ver diagramas ou imagens do jogo nas instruções.
d. ler as instruções do jogo.

8. Depois de leres uma peça de teatro que precisavas para um trabalho, preferes:
a. escrever sobre o que leste na peça.
b. dramatizar uma cena da peça.
c. desenhar ou fazer algum esboço do que aconteceu na peça.
d. ler um diálogo da peça.

9. Estás prestes a ligar o novo computador do teu pai e não sabes trabalhar nele. Gostarias de:
a. ler as instruções do computador.
b. telefonar ou mandar mensagem um amigo a perguntar como podes fazer.
c. ligar o computador e ir mexendo.
d. seguir os diagramas ou imagens que demostram o que deverás fazer.

10. Precisas de dar instruções a uma pessoa para ir a uma casa próxima. O que farias?
a. irias com ela até essa casa.
b. desenharias um mapa numa folha papel.
c. anotarias as direções por tópicos.
d. irias dizer à pessoa como chegar lá.

11. Tens uma lesão no joelho. Preferirias que o médico:
a. te mostrasse uma imagem da lesão.
b. te desse um folheto que explicasse essa lesão no joelho.
c. te descrevesse o que estava mal no joelho.
d. te mostrasse onde está lesão através do modelo de um joelho.

12. Vai estrear um novo filme de animação. O que mais influenciará na tua decisão de ir (ou não ir) ver o filme?
a. ouvir amigos teus a falar sobre o filme.
b. ler o que outras pessoas dizem, na internet ou numa revista, sobre o filme.
c. ver o trailer do filme.
d. ser parecido com outros filmes que tenhas visto.

13. Preferes um professor que use:
a. demonstrações, vídeos ou aulas práticas.
b. debates em sala de aula, debates online, palestras.
c. o manual, textos e documentos.
d. esquemas, gráficos, mapas e imagens.

14. Estás a aprender a tirar fotos com tua nova câmara fotográfica ou telemóvel. Gostarias de ter:
a. exemplos de fotos bem e mal tiradas e de como melhorá-las.
b. instruções claras e escritas por tópicos.
c. a oportunidade de fazer perguntas e falar sobre isso com alguém.
d. imagens que mostrassem como tirar as fotos.

15. Queres saber a opinião do teu professor sobre o teste que fizeste. Gostarias que ele:
a. usasse exemplos do que fizeste.
b. falasse contigo sobre o que fizeste no teste.
c. descrevesse por escrito os teus resultados.
d. usasse gráficos para mostrar onde acertaste.

16. Tens que apresentar à tua turma algumas ideias. Gostarias de:
a. fazer diagramas ou esquemas para ajudar a explicá-las.
b. escrever algumas palavras-chave e praticar o que irás dizer.
c. escrever o teu discurso e decorá-lo, lendo-o várias vezes.
d. reunir exemplos ou histórias para tornares a tua apresentação mais prática.

© Copyright Version 8.01 (2020) held by VARK Learn Limited, Christchurch, New Zealand.

Anexo VII. Planificações das aulas

1ª Sessão:

Plano de Aula Ciências Naturais – 9º ano

Estagiário:	Fábio Ferreira	**Data:**	21/11/2019	**Duração:**	50 min	**Nº alunos:**	27+18
Tema:	Organismo humano em equilíbrio: elementos-traço.					**Aula:**	28
Conexão com aulas anteriores:	Relação com as principais características dos nutrientes, respetiva função e alimentos onde predominam.	**Conexão com aulas seguintes:**	Relação com os principais distúrbios alimentares e importância da dieta mediterrânica para a promoção da saúde.				
Objetivos Gerais:	No final da aula, o estudante deverá ser capaz de estabelecer as principais fontes alimentares dos elementos traço, e os efeitos da insuficiência destes no organismo.						
Aprendizagens Essenciais:	Relacionar a insuficiência de elementos-traço (cobre, ferro, flúor, iodo, selénio, e zinco) com os seus efeitos no organismo.						

Fase	Conteúdos Programáticos	Metodologia e Estratégias Pedagógicas	Recursos Didáticos	Avaliação	Conceitos
Introdução	- Recapitulação da definição de sais minerais e elementos-traço, origem geológica e implicações. - Importância dos recursos geológicos e sua preservação.	Exposição	Parede ou tela de projeção, computador e videoprojector. Manual da disciplina.	Avaliação Criterial; participação e desempenho gerais. (Teste cognitivo).	- Cobre; - Elemento-traço; - Ferro; - Flúor; - Iodo - Minério. - Nutriente; - Recursos geológicos; - Sais minerais; - Selénio; - Valor Diário recomendado. - Zinco;
Desenvolvimento	- Principais fontes alimentares associadas ao(s) respetivo(s) elementos-traço (ferro, cobre, zinco, selénio, flúor e iodo) e valores diários recomendados (degustação "às cegas"); - Principais sintomas e/ou doenças associadas à ingestão insuficiente dos elementos-traço (miniteatro "Vou à Farmácia").	Exposição; Ensino Multissensorial: - Realização de um exercício de degustação. - Realização de um miniteatro.	Parede ou tela de projeção, computador e videoprojector. Manual da disciplina. Minerais, materiais e objetos diversos necessários às atividades práticas propostas.		
Conclusão	- Síntese Final	Exposição	Parede ou tela de projeção, computador e videoprojector. Manual da disciplina.		

2ª Sessão:

Plano de Aula Ciências Naturais – 9º ano

Estagiário:	Fábio Ferreira	**Coordenadora:**	Alexandra Tabuaço	**Data:**	27-28/02/20	**Duração:**	50 min + 50 min	**Nº alunos:**	27+17
Tema:	Regulação do organismo humano: morfologia do rim e reabsorção de sais minerais no nefrónio – elementos essenciais.							**Aula:**	61 e 62
Conexão com aulas anteriores:	Relação com os principais constituintes do sistema urinário e o papel que desempenha na regulação do organismo.			**Conexão com aulas seguintes:**	Relação com os principais fatores que podem afetar a formação da urina e os contributos da ciência e da tecnologia para minimizar problemas renais.				
Objetivos Gerais:	No final da aula, o(a) aluno(a) deverá ser capaz de identificar os principais aspetos morfológicos do rim, a constituição do nefrónio, e os principais sais minerais reabsorvidos, bem como os efeitos nefastos da variação nos níveis normais desses minerais e a sua origem mineralógica.								
Aprendizagens Essenciais:	Relacionar os constituintes do sistema urinário com a função que desempenham e caracterizar a anatomia e a morfologia do rim de um mamífero, explicitando as funções desempenhadas pelos seus constituintes. Relacionar as características da unidade funcional do rim com o processo de formação da urina, identificando alguns fatores que condicionam a sua formação.								

Fase	Conteúdos Programáticos (Descrição das Atividades)	Metodologias e Estratégias Pedagógicas	Recursos Didáticos	Avaliação	Conceitos
Introdução	- Recapitulação da função e características do rim e do nefrónio; - Recapitulação dos processos de filtração, absorção, secreção e excreção no nefrónio, em relação aos nutrientes e outras substâncias; - Relação entre a absorção dos principais sais minerais (eletrólitos) e a importância dos recursos geológicos e sua preservação; - Explicação do plano de aula e indicações para a realização das tarefas.	Exposição	Parede ou tela de projeção, computador e videoprojector. Manual da disciplina.		- Sistema urinário; - Rim; - Nefrónio; - Reabsorção - Sais minerais;
Desenvolvimento	- Morfologia do rim: atividade "dissecação de um rim de mamífero": - Observação e registo da estrutura e morfologia de um rim de coelho/cabrito; - Morfologia e função do nefrónio: atividade "reabsorção dos sais minerais no nefrónio": - Montagem de um modelo do nefrónio; - Determinação dos locais de reabsorção dos principais sais minerais (sódio, cloro, cálcio, potássio e magnésio) no nefrónio; - Pesquisa e registo de fontes alimentares ricas nos principais sais minerais estudados, minerais e rochas constituídos por esses elementos e explorações mineiras associadas. (Preenchimento de uma ficha de trabalho ao longo das atividades).	Exposição; Ensino Multissensorial/Ensino Baseado em Modelos: - Realização de um exercício de dissecação. - Realização de um exercício de montagem e exploração de um modelo.	Parede ou tela de projeção, computador e videoprojector. Manual da disciplina e ficha de trabalho. Minerais, materiais e objetos diversos necessários às atividades práticas propostas. Material biológico: rins de mamífero.	Avaliação Criterial; participação e desempenho gerais. Observação; Grelha de observação	- Nutriente; - Sódio; - Cloro; - Cálcio; - Potássio; - Magnésio;
Conclusão	- Síntese Final.	Exposição	Materiais e objetos diversos necessários às atividades práticas propostas		- Recursos geológicos; - Minério.

Plano de Aula Ciências Naturais – 9º ano

Estagiário:	Fábio Ferreira	**Coordenadora:**	Alexandra Tabuaço	**Data:**	05/06/20	**Duração:**	50 min	**Nº alunos:**	27 + 17
Tema:	Organismo humano em equilíbrio: elementos não-essenciais tóxicos.							**Aula:**	96
Conexão com aulas anteriores:	Organismo humano em equilíbrio: elementos-traço; Regulação do organismo humano: morfologia do rim e reabsorção de sais minerais no nefrónio – elementos essenciais.								
Objetivos Gerais:	No final da aula, o(a) aluno(a) deverá ser capaz de nomear elementos não-essenciais tóxicos (nomeadamente Arsénio, Cádmio, Chumbo e Mercúrio), estabelecer alguns dos principais sintomas e doenças vinculados à toxicidade destes elementos, associar estes elementos às suas principais aplicações e utilizações e respetivas explorações mineiras e minerais como a principal fonte geológica, bem como aos impactos ambientais dessas explorações.								
Aprendizagens Essenciais:	Atividade de Enriquecimento. Relação com as AE: Analisar criticamente estratégias de atuação na promoção da saúde individual, familiar e comunitária, partindo de questões enquadradas em problemáticas locais, regionais ou nacionais; [Relacionar o ambiente geológico com a saúde e a ocorrência de doenças nas pessoas, nos animais e nas plantas que vivem nesse ambiente, partindo de questões problemáticas locais, regionais ou nacionais].								

Fase	Conteúdos (Descrição das Atividades)	Metodologias e Estratégias Pedagógicas	Recursos Didáticos	Avaliação	Conceitos
Introdução	- Recapitulação da definição de elemento-traço, essencial e de algumas características associadas e importância para o nosso organismo; - Recapitulação da importância da exploração sustentável dos recursos geológicos, como minérios, e efeitos na saúde humana; - Abordagem da geomedicina e da geoquímica, e da toxicidade associada a alguns elementos; - Explicação do plano de aula e indicações para a realização das tarefas.	Exposição (ensino à distância)	Computador e plataforma de videoconferência.		- Elemento tóxico; - Geomedicina; - Geoquímica; - Toxicidade; - Arsénio; - Cádmio; - Chumbo; - Mercúrio; - Exploração mineira; - Minério; - Desastre ambiental;
Desenvolvimento	- Os elementos não-essenciais tóxicos – Arsénio, Cádmio, Chumbo, Mercúrio: - Características gerais; - Consequências ambientais – desastres ambientais; - Consequências para a saúde humana; - Explorações mineiras associadas; - Aplicações e utilização. (Realização de jogos interativos "Break Out", baseados numa hipotética investigação geomédica na descoberta do "elemento assassino"). (Preenchimento de uma ficha de trabalho ao longo da atividade).	Exposição; Ensino Multissensorial; Aprendizagem pela descoberta guiada em ambientes de simulação – jogo interativo: - Realização de jogos interativos em ambiente virtual.	Computador, *tablet* ou *smartphone* com acesso à internet. (plataforma Genial.ly) Ficha de trabalho.	Avaliação Criterial; participação e desempenho gerais.	
Conclusão	- Indicações para a realização posterior de um póster relativo ao tema. - Síntese Final.	Exposição	Materiais e objetos diversos necessários às atividades práticas propostas		

Anexo VIII. Menus pictográficos – 1ª sessão

Atividade provas de degustação vendadas







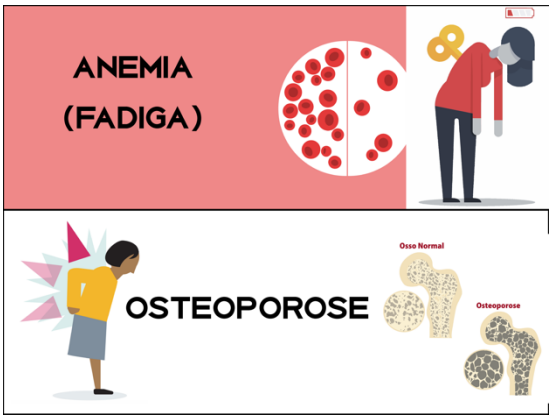


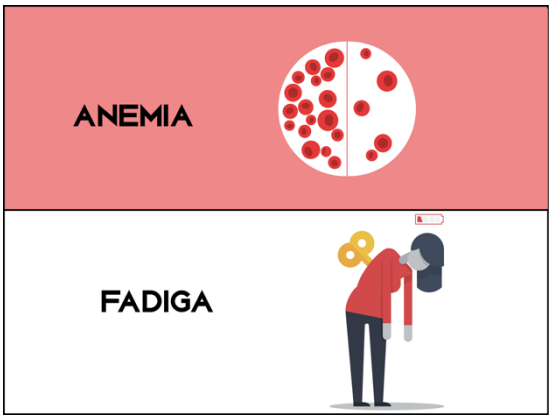


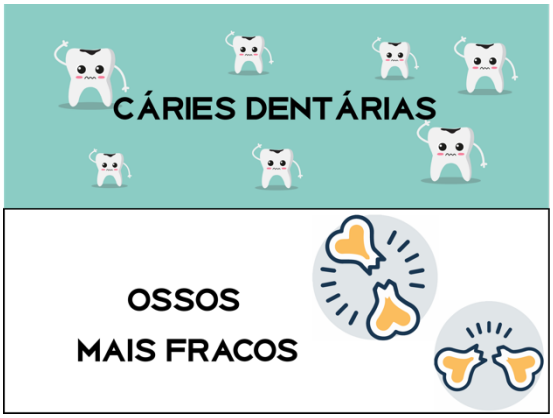


Anexo IX. Placas dos problemas de saúde – 1ª sessão

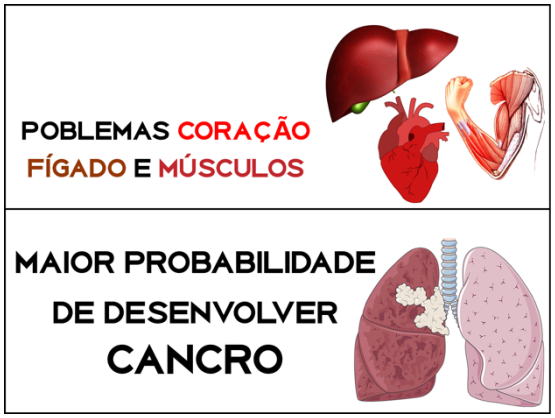
Atividade dos miniteatros das doenças













Anexo X. Ficha de trabalho-resumo – 1ª sessão

Ciências Naturais 9.º ano

Ficha de Trabalho Elementos Traço 2019

Nome:_____ **Turma:**_____ **Classificação:**_____

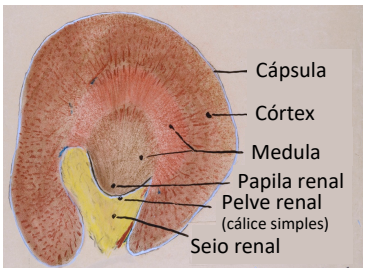
SAL-MINERAL (IÃO)	FONTES ALIMENTARES	IMPORTÂNCIA NO ORGANISMO	DOENÇAS/SINTOMAS (CARÊNCIA)	MINERAIS-FONTE
 Iodo I^-	- Algas marinhas; - Peixes marinhos (ex: bacalhau, atum); - Crustáceos (ex: camarão); - Sal iodado. etc	- Evita acumulação de gordura; - Bom funcionamento da tiróide; - Desenvolvimento sexual e mental.	- Problemas na tiróide (ex:bócio); - Atraso no desenvolvimento sexual e mental.	- Iodargirite;
 Selénio Se^{2-}	- Castanha do Brasil; - Peixes (ex: atum); - Ovos; - Pão integral fresco; - Massas e cereais. etc	- Propriedades antioxidantes; - Proteção contra envelhecimento; - Proteção contra doenças oncológicas.	- Problemas de coração, músculos e fígado; - Desenvolvimento de cancro.	- Claustalite; - Ferroselite;
 Ferro Fe^{2+}	- Feijão; - Ostras; - Cacau (ex: chocolate negro); - Carne vermelha e fígado; - Espinafres. etc	- Constituinte da hemoglobina dos glóbulos vermelhos; - Transporte de oxigénio (hemoglobina).	- Anemia; - Fadiga.	- Hematite; - Pirite; - Calcopirite; - Magnetite.
 Cobre Cu^{2+}	- Fígado de bovino; - Ostras e caranguejo; - Cacau (ex: chocolate); - Caju. etc	- Absorção de ferro; - Formação glóbulos vermelhos.	- Fadiga; - Anemia; - Osteoporose.	- Calcopirite - Cuprite; - Malaquite; - Azurite.
 Zinco Zn^{2+}	- Crustáceos (ex: ostras, camarões); - Carne vermelha; - Frutos secos (ex: caju, castanha); - Cereais (ex: aveia). etc	- Reconstituição da pele; - Fortalece sistema imunitário.	- Falta de memória; - Problemas de cicatrização; - Fadiga.	- Blenda (esfalerite); - Smithsonite.
 Flúor F^-	- Chá preto; - Vinho; - Água fluoretada; - Marisco e peixe marinho; - Fígado de bovino. etc	- Formação do tecido ósseo; - Protege contra cáries dentárias.	- Cáries dentárias; - Ossos fracos.	- Fluorite; - Fluorapatite; - Topázio.

Anexo XI. Ficha de apoio à dissecação – 2ª sessão

MORFOLOGIA E ESTRUTURA DO RIM

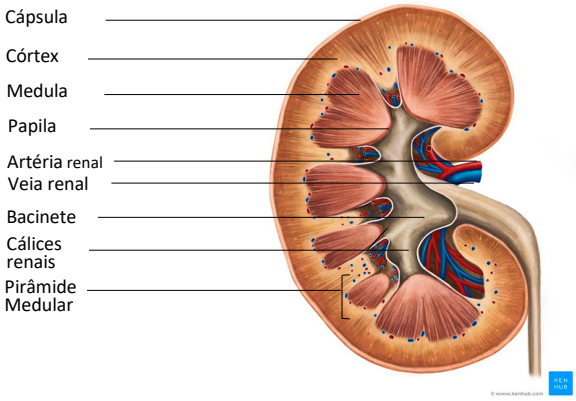
RIM DE COELHO





Rim: os rins dos mamíferos, embora muito semelhantes, têm algumas diferentes estruturais para além do tamanho. Os rins dos coelhos, por exemplo, são não-piramidais, ou seja, não apresentam pirâmides medulares, mas sim uma medula contínua.

RIM HUMANO



MORFOLOGIA E FUNÇÃO DO NEFRÓNIO

Procedimento:

1. Dispor os diferentes segmentos do modelo do nefrónio na mesa;
2. Alinhar os segmentos na mesa de forma a completar corretamente o modelo;
3. Conectar as diferentes secções pelos limites coloridos, sem forçar demasiado;
   (procurar alinhar os capilares do glomérulo de Malpighi com a cápsula de Bowman)
4. Montar o modelo na vertical usando as garras do suporte universal (rodar as garras de acordo);
5. Legendar cada uma das seções e estruturas do modelo segundo as etiquetas disponibilizadas, usando os ganchos de arame;
6. Percorrer o modelo lentamente com os iões disponibilizados por grupo e verificar em que secções são atraídos (ou seja, são "reabsorvidos").
7. Anotar as observações na ficha de trabalho, na fila correspondente ao sal mineral essencial atribuído ao grupo ("Hospital").

Anexo XII. Textos informativos – 2ª sessão

SÓDIO (Na)

O sódio (Na) é um micronutriente, sal mineral essencial. É o principal ião com carga positiva (catião) no fluído fora das células do corpo, Na^+. Quando combinado com cloreto (Cl^-), a substância resultante é cloreto de sódio, vulgo sal de mesa (NaCl).
Nos humanos, o sódio é um sal mineral essencial que regula o volume e pressão sanguíneas, o equilíbrio osmótico e o pH. O sódio é um eletrólito essencial que ajuda a manter o equilíbrio da água dentro e à volta das células. É importante para a correta função muscular e nervosa, e para a transmissão do impulso nervoso. Também ajuda a manter os níveis estáveis da pressão arterial.

A concentração insuficiente de sódio no sangue também é conhecida como hiponatremia. Ocorre quando a água e o sódio estão em desequilíbrio. Por outras palavras, há muita água ou pouco sódio no sangue. A concentração elevada de sódio no sangue é denominada hipernatremia. A hipernatremia é rara. Ocorre quando uma pessoa não recebe água suficiente devido a acesso limitado à água. A atividade e absorção de sódio é influenciada pela absorção de potássio.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hiponatremia, por exemplo:
- neuropatia: fadiga; dores de cabeça; náusea; confusão; irritabilidade; convulsões; coma.
- fraqueza muscular: cãibras; espasmos musculares.
- doenças cardiovasculares: acidentes cardiovasculares, hipotensão.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipernatremia, por exemplo:
- neuropatia: confusão; excitabilidade neuromuscular; hiperreflexia; convulsões.
- problemas cardiovasculares: hipertensão - pode danificar o coração, vasos, rins e visão.

O sódio encontra-se sobretudo no sal de mesa, mas também (100 g de produto):
- molho de soja - 5 500 mg;
- queijo - 800 mg;
- algas marinhas - 520 mg;
- pão de centeio, feijão verde - 350 mg;
- lagosta, ostras - 250 mg;
- peixes marinhos, polvo, camarão - 200 mg;
- ovos, lulas - 125 mg.

O sódio é um dos constituintes de muitos minerais como a halite, cuja composição química é o cloreto de sódio (NaCl).

healthline.com/health/ medicalnewstoday.com/ webmd.com/digestive-disorders/

CLORO (CLORETO) (Cl/Cl^-)

O cloro/anião cloreto (Cl/Cl^-) é um micronutriente, sal mineral essencial. É o principal ião com carga negativa (anião) no fluído fora das células do corpo, Cl^-. Quando combinado com sódio (Na^+), a substância resultante é o sal de mesa (NaCl).
O cloreto é um eletrólito. Funciona com outros eletrólitos no sistema, como o sódio e o potássio, para regular a quantidade de líquido e o equilíbrio do pH no nosso corpo. É importante para a correta função muscular e nervosa, e para a transmissão do impulso nervoso. Muitas vezes associa-se a diabetes insípidus, através do sódio.
A concentração insuficiente de cloreto no sangue também é conhecida como hipocloremia. Ocorre quando a água e o cloreto estão em desequilíbrio. Por outras palavras, há muita água ou pouco anião cloreto no sangue. A concentração elevada de sódio no sangue é denominada hipercloremia. Normalmente os sintomas de hipocloremia são imperceptíveis. Muitas vezes são sintomas de outros desequilíbrios eletrolíticos. Por outro lado, a hipercloremia ocorre quando uma pessoa não recebe água suficiente devido a acesso limitado a água.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipocloremia, por exemplo:
- desidratação;
- perda de fluídos;
- dificuldades respiratórias;
- complicações digestivas - a produção de HCl (ácido clorídrico) no estômago depende da existência do anião cloreto e protões ($H+$).

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipercloremia, por exemplo:
- desidratação;
- perda de fluídos;
- formação de pedras nos rins (tilase renal);
- disfunção ou falha renal;
- problemas cardiovasculares: acidose sanguínea - aumento da concentração de cloreto por perda de equilíbrio do pH; hipertensão - muitas vezes associada à grande concentração de Na^+.

O cloro/cloreto encontra-se sobretudo no sal de mesa, mas também (100 g de produto):
- bacalhau seco - 7 044 mg;
- pão de centeio - 1 020 mg;
- queijo, feijão verde - 880 mg;
- pão branco - 620 mg;
- molho de tomate, maneiga - 300 mg;
- atum, ostras - 165 mg;
- aniz, ovos - 130 mg.

O cloreto é um dos constituintes de muitos minerais como a halite, cuja composição química é o cloreto de sódio (NaCl).

healthline.com/health/ medicalnewstoday.com/ webmd.com/digestive-disorders/

POTÁSSIO (K)

O potássio (K) é um micronutriente, sal mineral essencial. É um eletrólito. Funciona com outros eletrólitos no sistema, como o sódio e o cloreto, para regular a quantidade de líquido e o equilíbrio do pH no nosso corpo. É importante para a obtenção de nutrientes pelas células e a correta função muscular e nervosa, incluindo a manutenção do potencial de membrana nos neurónios e a transmissão do impulso nervoso. É especialmente importante para as células do coração. Também ajuda a impedir que a pressão sanguínea elevada.
A concentração insuficiente de cloreto no sangue também é conhecida como hipocalemia. Ocorre quando a água e o potássio estão desequilibrados. Por outras palavras, há muita água ou pouco catião potássio no sangue. A concentração elevada de potássio no sangue é denominada hipercalemia.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipocalemia, por exemplo:
- neuropatia: disrupção do potencial de membrana dos neurónios e propagação do potencial de ação.
- fraqueza muscular: diminuição da irrigação sanguínea; dores e paralisia musculares.
- problemas cardiovasculares: bradicardia, colapso cardiovascular, arritmias.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipercalemia, por exemplo:
- problemas cardiovasculares: arritmias, ataques cardíacos.

O potássio encontra-se sobretudo em (100 g de produto):
- damascos secos, soja - 1 650 mg;
- feijão- 1 100 mg;
- sementes de abóbora - 920 mg;
- espinafres - 840 mg;
- amêndoas, avelãs, amendoins - 715 mg;
- cogumelos, batatas - 530 mg;
- tomates, bananas - 300 mg.

O potássio é um dos constituintes de muitos minerais, tal como a ortoclase e a biotite, que constituem várias rochas e cuja composição química inclui outros elementos também.

healthline.com/health/ medicalnewstoday.com/ webmd.com/digestive-disorders/

CÁLCIO (Ca)

O cálcio (Ca) é um micronutriente, sal mineral essencial. É um dos principais iões com carga positiva (catião) no fluído fora das células do corpo, Ca^{2+}.
Nos humanos, o cálcio é um mineral vital, usado pelo organismo para construir ossos e dentes fortes, armazenado sextes ou em circulação no corrente sanguínea. O cálcio também é necessário para o coração e outros músculos funcionarem corretamente. É importante para a correta função muscular e nervosa, para a transmissão do impulso nervoso ao músculo. É um eletrólito que ajuda a regular o equilíbrio osmótico e o pH. O cálcio é um sal mineral essencial que ajuda a manter o equilíbrio da água dentro e ao redor das células. Também é importante na coagulação e formação de células sanguíneas.

A concentração insuficiente de cálcio no sangue também é conhecida como hipocalcémia. Ocorre quando a água e o cálcio estão em desequilíbrio. Por outras palavras, há muita água ou pouco cálcio no sangue. A concentração elevada de cálcio no sangue é denominada hipercalcemia. Normalmente estas condições médicas estão associadas a distúrbios hormonais.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipocalcemia, por exemplo:
- neuropatia: perda de memória; alucinações; depressão.
- fraqueza muscular: cãibras; espasmos musculares.
- osteoporose: dores e enfraquecimento dos ossos e unhas, fraturas de ossos.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipercalcemia, por exemplo:
- neuropatia: confusão; demência; coma.
- tilase renal (pedras nos rins): acumulação de cristais de cálcio; disfunção renal.
- problemas cardiovasculares: arritmias; ataques cardíacos.

O cálcio encontra-se sobretudo em (100 g de produto):
- sementes de papoula - 1 450 mg;
- queijo - 1 100 mg;
- tofu- 500 mg;
- sardinhas, soja - 350 mg;
- amêndoas, salsa, pistáchios - 250 mg;
- salmão, feijão - 200 mg;
- gelados, leite e derivados - 125 mg.

O cálcio é um dos constituintes de muitos minerais, tal como a calcite e o gesso, que constituem várias rochas e cuja composição química é carbonato ou sulfato de cálcio ($CaCO_3$ e $CaSO_4$, respetivamente).

healthline.com/health/ medicalnewstoday.com/ webmd.com/digestive-disorders/

MAGNÉSIO (Mg)

O magnésio (Mg) é um micronutriente, sal mineral essencial. É um dos principais iões com carga positiva (catião), Mg^{2+}, mais abundantes no corpo humano. É armazenado principalmente nos ossos. Apenas uma quantidade muito pequena de magnésio circula na corrente sanguínea.
O magnésio desempenha um papel em mais de 300 reações metabólicas no organismo. Estas reações afetam vários processos muito importantes para manter a estrutura e funções celulares, incluindo a função de várias enzimas e a produção de energia. É importante para a correta função muscular e nervosa, para a transmissão do impulso nervoso. Também é importante na regulação da pressão sanguínea, formação dos ossos e na digestão. Tem um efeito direto sobre ação de sódio, potássio e cálcio.

A concentração insuficiente de magnésio no sangue também é conhecida como hipomagnesemia. Ocorre quando a água e o magnésio estão em desequilíbrio. Por outras palavras, há muita água ou pouco magnésio no sangue. A concentração elevada de magnésio no sangue é denominada hipermagnesemia.

Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipomagnesemia, por exemplo:
- neuropatia: tremores; irritabilidade; palpitações; convulsões; apatia; coma.
- problemas cardiovasculares, fraqueza muscular: situação nervosa e muscular reduzida.
- osteoporose: aumento da fraqueza óssea, por diminuição dos níveis de cálcio no sangue
- asma: o magnésio tem um efeito broncodilatador.

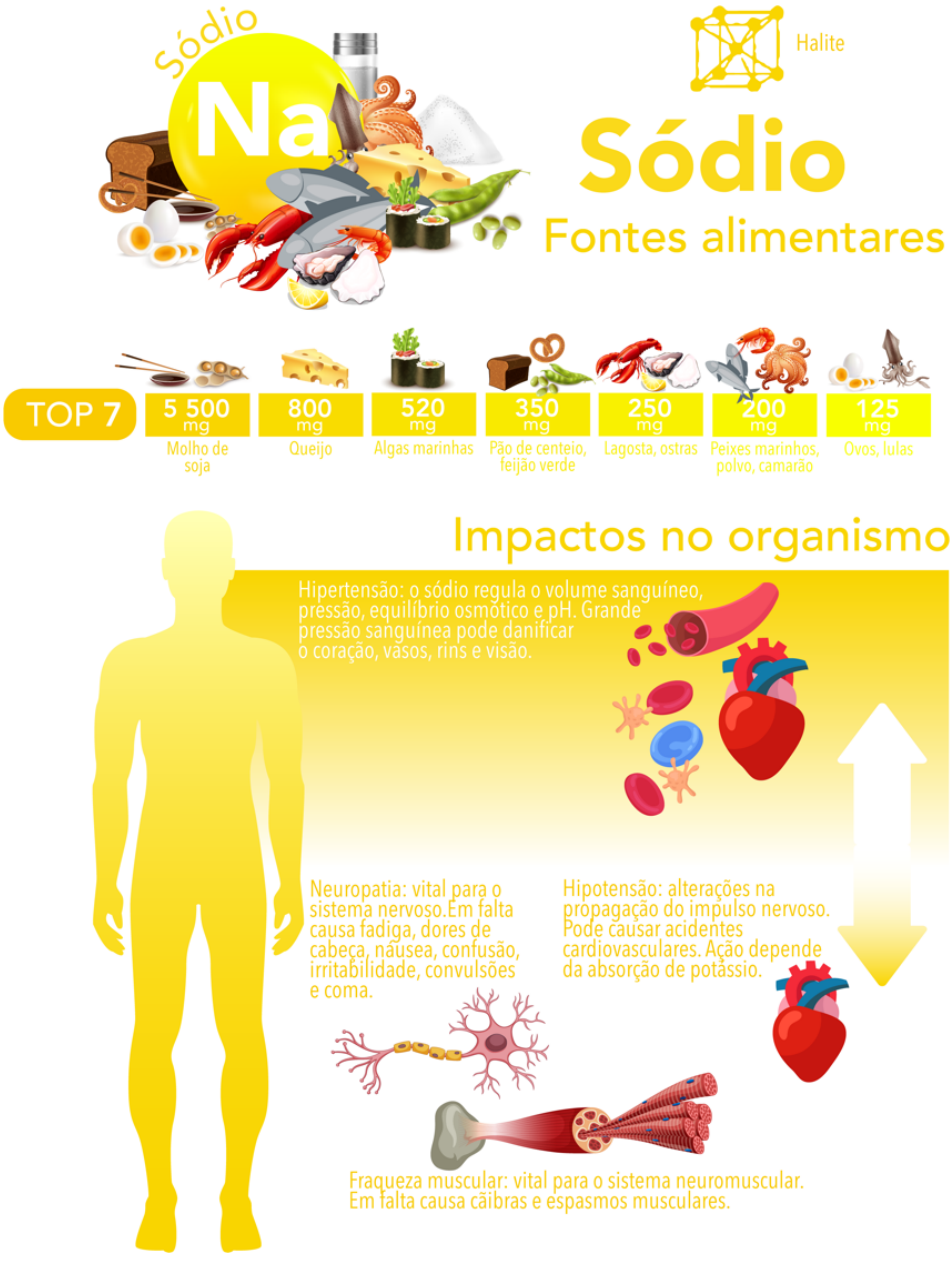
Existem vários sintomas ou doenças derivados da hipermagnesemia, por exemplo:
- neuropatia: comprometimento neurológico; dores de cabeça; tonturas; sonolência; coma.
- problemas cardiovasculares: hipotensão, arritmias.

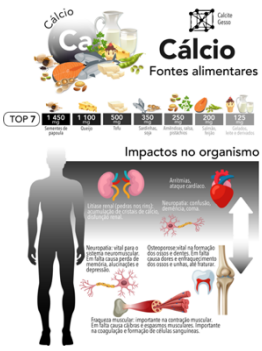
O magnésio encontra-se sobretudo em (100 g de produto):
- sementes de abóbora - 530mg;
- sementes de sésamo - 450 mg;
- caju- 425 mg;
- caju, soja, amêndoas - 250 mg;
- pistáchios, avelãs, amendoins - 185 mg;
- aveia, nozes - 130 mg;
- ervilhas, feijão - 100 mg.

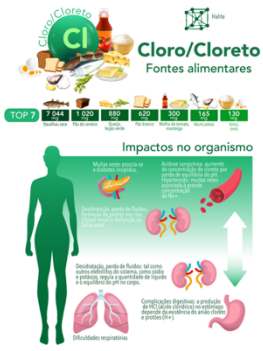
O magnésio é um dos constituintes de muitos minerais, tal como o talco, a dolomite e a biotite, que constituem várias rochas e cuja composição química inclui outros elementos também.

healthline.com/health/ medicalnewstoday.com/ webmd.com/digestive-disorders/

Anexo XIII. Fichas pictográficas informativas – 2ª sessão



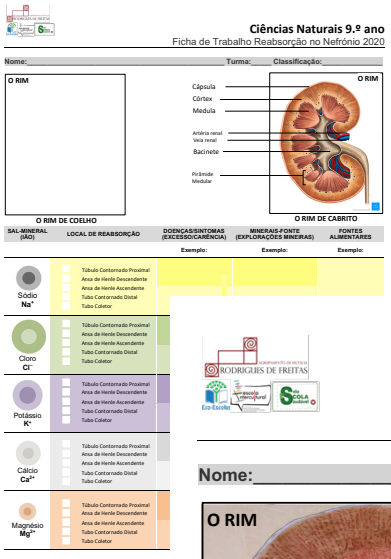






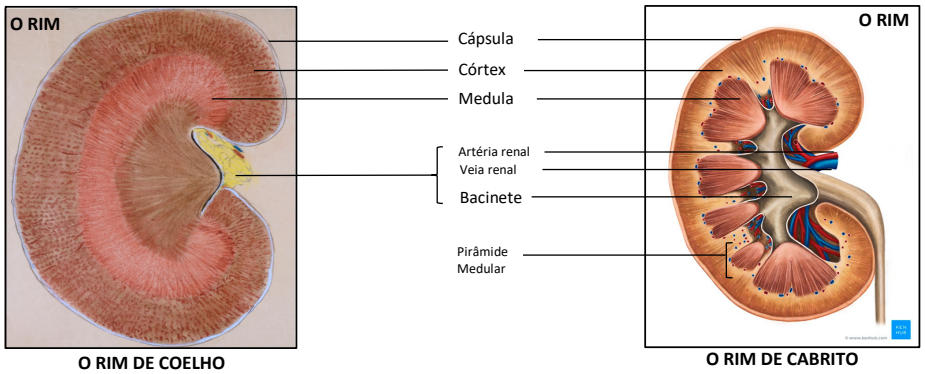


Anexo XIV. Ficha de trabalho-resumo – 2ª sessão



Ciências Naturais 9.º ano
Ficha de Trabalho Reabsorção no Nefrónio 2020

Nome: _____ **Turma:** _____ **Classificação:** _____

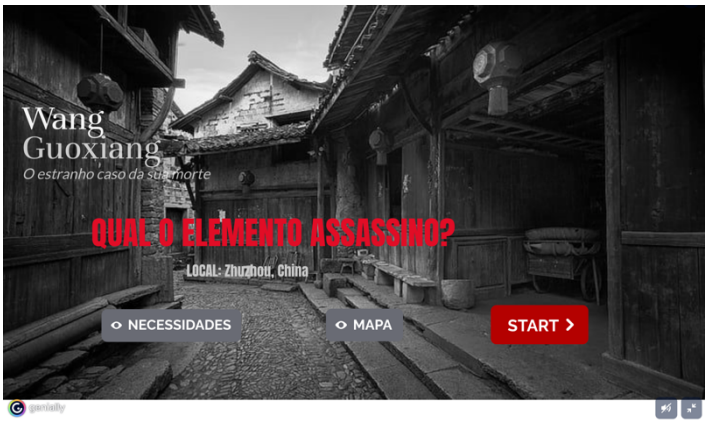


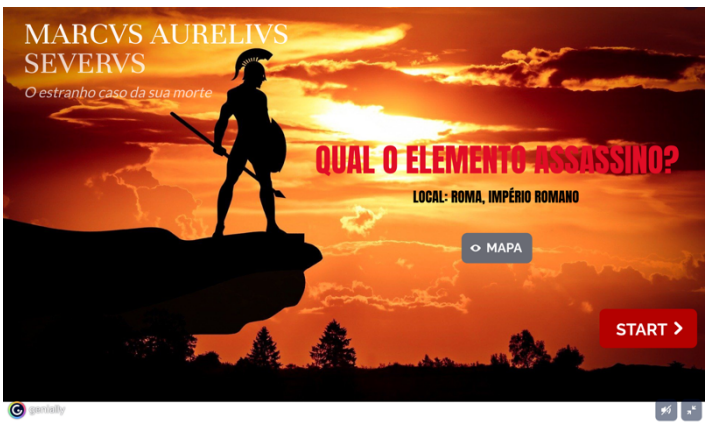
O RIM DE COELHO — O RIM DE CABRITO

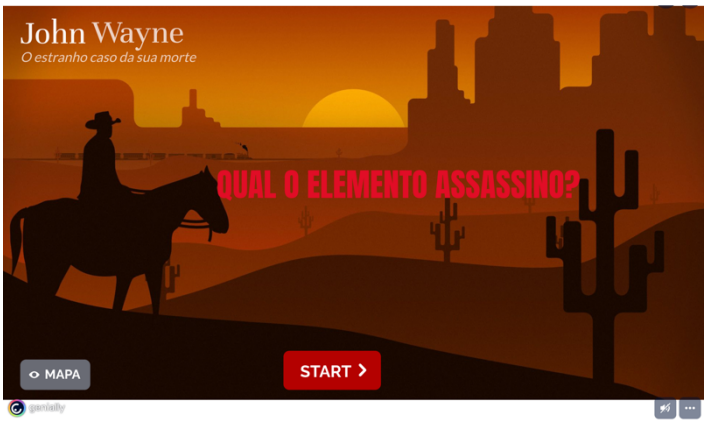
SAL-MINERAL (IÃO)	LOCAL DE REABSORÇÃO	DOENÇAS/SINTOMAS (EXCESSO/CARÊNCIA)	MINERAIS-FONTE (EXPLORAÇÕES MINEIRAS)	FONTES ALIMENTARES
		Exemplo:	Exemplo:	Exemplo:
Sódio Na^+	✓ Túbulo Contornado Proximal ☐ Ansa de Henle Descendente ✓ Ansa de Henle Ascendente ✓ Tubo Contornado Distal ✓ Tubo Coletor	Excesso: *Hipertensão.* Carência: *Neuropatia; Hipotensão; Fraqueza muscular.*	Minerais: *Sal-gema (Cloreto de Sódio)* Mina/Pedreira: *Mina de Campina de Cima (Loulé)*	• *Molho de soja;* • *Queijo, ovos;* • *Algas marinhas;* • *Pão de centeio;* • *Feijão verde;* • *Lagosta, ostras, camarão;* • *Peixe marinho;* • *Polvo, lulas (...)*
Cloro Cl^-	✓ Túbulo Contornado Proximal ☐ Ansa de Henle Descendente ✓ Ansa de Henle Ascendente ✓ Tubo Contornado Distal ✓ Tubo Coletor	Excesso: *Hipertensão; Acidose sanguínea; Disfunção e falha renal.* Carência: *Desidratação; Complicações digestivas; Dificuldades respiratórias.*	Minerais: *Sal-gema (Cloreto de Sódio)* Mina/Pedreira: *Mina de Campina de Cima (Loulé)*	• *Bacalhau seco;* • *Queijo, ovos, arroz;* • *Molho de tomate;* • *Pão de centeio;* • *Pão branco;* • *Feijão verde;* • *Atum, ostras;* • *Manteiga (...)*
Potássio K^+	✓ Túbulo Contornado Proximal ☐ Ansa de Henle Descendente ☐ Ansa de Henle Ascendente ✓ Tubo Contornado Distal ☐ Tubo Coletor	Excesso: *Arritmias; Ataque cardíaco.* Carência: *Neuropatia; Fraqueza muscular; Bradicardia.*	Minerais: *Feldspato* Mina/Pedreira: *Mina do Castanho (Guarda)*	• *Damasco seco;* • *Soja, feijão;* • *Sementes de abóbora;* • *Espinafres;* • *Amêndoas, avelãs, amendoins;* • *Cogumelos, batatas;* • *Tomates, bananas (...)*
Cálcio Ca^{2+}	✓ Túbulo Contornado Proximal ☐ Ansa de Henle Descendente ✓ Ansa de Henle Ascendente ✓ Tubo Contornado Distal ✓ Tubo Coletor	Excesso: *Arritmias, ataque cardíaco; Neuropatia; Pedras nos rins.* Carência: *Osteoporose; Fraqueza muscular; Neuropatia.*	Minerais: *Calcário* Mina/Pedreira: *Pedreiras Serras Aire/Candeeiros (Leiria)*	• *Queijo, tofu;* • *Soja, sardinhas;* • *Sementes de papoula;* • *Salmão, feijão;* • *Amêndoas, salsa, pistáchios;* • *Gelado, leite e derivados (...)*
Magnésio Mg^{2+}	✓ Túbulo Contornado Proximal ☐ Ansa de Henle Descendente ☐ Ansa de Henle Ascendente ✓ Tubo Contornado Distal ☐ Tubo Coletor	Excesso: *Neuropatia; Hipotensão, arritmias.* Carência: *Osteoporose; Asma; Doenças cardiovasculares.*	Minerais: *Talco* Mina/Pedreira: *Minas de Sete Pontes e Soeira (Bragança)*	• *Cacau;* • *Sementes de sésamo;* • *Sementes de abóbora;* • *Pistáchios, avelãs, nozes, amendoins;* • *Amêndoas, caju, soja;* • *Aveia, ervilhas, feijão (...)*

Anexo XV. Jogos interativos *breakout* – 3ª sessão









Anexo XVI. “Casos” de investigação – 3ª sessão

Atividade jogos *breakout* elementos assassinos

SECURITY CLASSIFICATION
TOP SECRET

RE: EVENTOS DE
05/05/1910

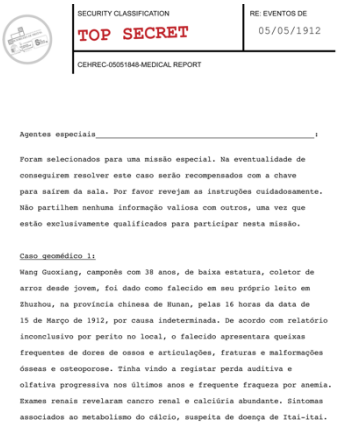
CEHREC-05051848-MEDICAL REPORT

Agentes especiais_____:

Foram selecionados para uma missão especial. Na eventualidade de conseguirem resolver este caso serão recompensados com a chave para saírem da sala. Por favor revejam as instruções cuidadosamente. Não partilhem nenhuma informação valiosa com outros, uma vez que estão exclusivamente qualificados para participar nesta missão.

Caso geomédico 4:

John Wayne, *cowboy* de 35 anos, dono de 145 cabeças de gado, foi dado como falecido em seu próprio rancho em Dallas, Texas, pelas 10 horas da data de 13 de Março de 1910, por causa indeterminada. De acordo com relatório inconclusivo por perito no local, o falecido apresentara queixas frequentes de comichão, rubor, dor ou “formigar” que evoluíram para tremores, falta de coordenação e dificuldades motoras, auditivas e de discurso, assim como sinais de distúrbios mentais, reflexos lentos, paralesia, e perda de memória e concentração. Apresentava descoloração da pele (bochechas, pontas dos dedos das mãos e pés rosadas), inchaço e descamação da pele.

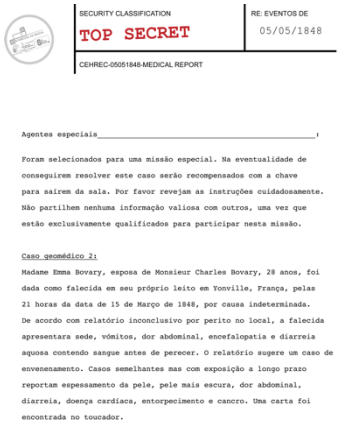


SECURITY CLASSIFICATION
TOP SECRET
RE: EVENTOS DE
05/05/1912
CEHREC-05051848-MEDICAL REPORT

Agentes especiais_____:

Foram selecionados para uma missão especial. Na eventualidade de conseguirem resolver este caso serão recompensados com a chave para saírem da sala. Por favor revejam as instruções cuidadosamente. Não partilhem nenhuma informação valiosa com outros, uma vez que estão exclusivamente qualificados para participar nesta missão.

Caso geomédico 1:
Wang Guoxiang, camponês com 38 anos, de baixa estatura, coletor de arroz desde jovem, foi dado como falecido em seu próprio leito em Zhuzhou, na província chinesa de Hunan, pelas 16 horas da data de 15 de Março de 1912, por causa indeterminada. De acordo com relatório inconclusivo por perito no local, o falecido apresentara queixas frequentes de dores de ossos e articulações, fraturas e malformações ósseas e osteoporose. Tinha vindo a registar perda auditiva e olfativa progressiva nos últimos anos e frequente fraqueza por anemia. Exames renais revelaram cancro renal e calciúria abundante. Sintomas associados ao metabolismo do cálcio, suspeita de doença de Itai-itai.

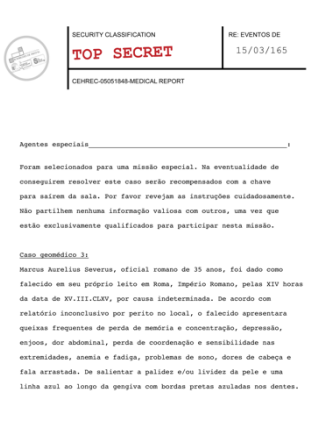


SECURITY CLASSIFICATION
TOP SECRET
RE: EVENTOS DE
05/05/1848
CEHREC-05051848-MEDICAL REPORT

Agentes especiais_____:

Foram selecionados para uma missão especial. Na eventualidade de conseguirem resolver este caso serão recompensados com a chave para saírem da sala. Por favor revejam as instruções cuidadosamente. Não partilhem nenhuma informação valiosa com outros, uma vez que estão exclusivamente qualificados para participar nesta missão.

Caso geomédico 2:
Madame Emma Bovary, esposa de Monsieur Charles Bovary, 28 anos, foi dada como falecida em seu próprio leito em Yonville, França, pelas 21 horas da data de 15 de Março de 1848, por causa indeterminada. De acordo com relatório inconclusivo por perito no local, a falecida apresentara sede, vómitos, dor abdominal, encefalopatia e diarreia aquosa contendo sangue antes de perecer. O relatório sugere um caso de envenenamento. Casos semelhantes mas com exposição a longo prazo reportam espessamento da pele, pele mais escura, dor abdominal, diarreia, doença cardíaca, entorpecimento e cancro. Uma carta foi encontrada no toucador.



SECURITY CLASSIFICATION
TOP SECRET
RE: EVENTOS DE
15/03/165
CEHREC-05051848-MEDICAL REPORT

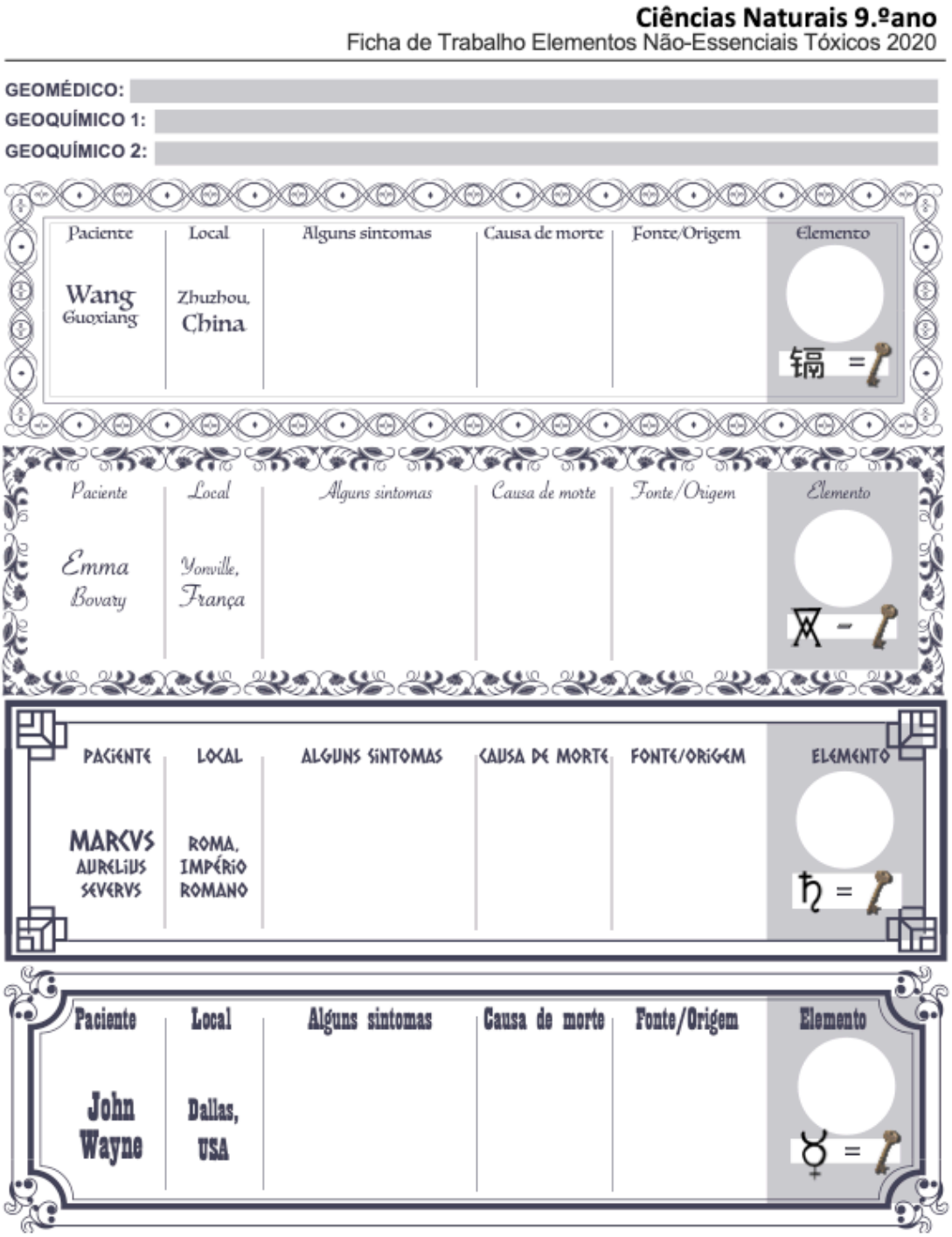
Agentes especiais_____:

Foram selecionados para uma missão especial. Na eventualidade de conseguirem resolver este caso serão recompensados com a chave para saírem da sala. Por favor revejam as instruções cuidadosamente. Não partilhem nenhuma informação valiosa com outros, uma vez que estão exclusivamente qualificados para participar nesta missão.

Caso geomédico 3:
Marcus Aurelius Severus, oficial romano de 35 anos, foi dado como falecido em seu próprio leito em Roma, Império Romano, pelas XIV horas da data de XV.III.CLXV, por causa indeterminada. De acordo com relatório inconclusivo por perito no local, o falecido apresentara queixas frequentes de perda de memória e concentração, depressão, enjoos, dor abdominal, perda de coordenação e sensibilidade nas extremidades, anemia e fadiga, problemas de sono, dores de cabeça e fala arrastada. De salientar a palidez e/ou lividez da pele e uma linha azul ao longo da gengiva com bordas pretas azuladas nos dentes.

Anexo XVII. Ficha de trabalho-resumo – 3ª sessão

Ficha de trabalho para preenchimento incluindo pistas para concretização dos jogos *breakout*.



Ciências Naturais 9.ºano
Ficha de Trabalho Elementos Não-Essenciais Tóxicos 2020

GEOMÉDICO:
GEOQUÍMICO 1:
GEOQUÍMICO 2:

Paciente	Local	Alguns sintomas	Causa de morte	Fonte/Origem	Elemento
Wang Guoxiang	Zhuzhou, China				镉 =

Paciente	Local	Alguns sintomas	Causa de morte	Fonte/Origem	Elemento
Emma Bovary	Yonville, França				汞 =

PACIENTE	LOCAL	ALGUNS SINTOMAS	CAUSA DE MORTE	FONTE/ORIGEM	ELEMENTO
MARCVS AVRELIVS SEVERVS	ROMA, IMPÉRIO ROMANO				♄ =

Paciente	Local	Alguns sintomas	Causa de morte	Fonte/Origem	Elemento
John Wayne	Dallas, USA				☿ =

Ciências Naturais 9.ºano

Ficha de Trabalho Elementos Não-Essenciais Tóxicos 2020

GEOMÉDICO:

GEOQUÍMICO 1:

GEOQUÍMICO 2:

Paciente	Local	Alguns sintomas	Causa de morte	Fonte/Origem	Elemento
Wang Guoxiang	Zhuzhou, China	- Perda progressiva da audição e olfato; - Deficiências das funções neurológicas; - Fraqueza óssea (osteoporose); - Fraturas e malformações ósseas; - Fortes dores ósseas e das articulações; - Anemia e problemas cardíacos; - Disfunção e cancro renal. (Doença de Itai Itai)	Envenenamento progressivo (crónico) por cádmio no arroz e água consumidos.	Explorações mineiras, fundição e refinação de zinco, chumbo e cobre	Cd Cádmio

Paciente	Local	Alguns sintomas	Causa de morte	Fonte/Origem	Elemento
Emma Bovary	Yonville, França	Exposição aguda: - Sede, vómitos, dor abdominal; - Diarreia aquosa, delírios; Exposição crónica: - Pele mais escura e espessa; - Doenças cardíacas e pulmonares; - Diversos tipos de cancro; - Disfunção e cancro renal; - Atraso mental.	Envenenamento imediato (agudo) por ingestão de trióxido de arsénio. (Bangladesh: Envenenamento crónico por arsénio na água para consumo).	Subproduto na mineração de minérios de cobre, ouro, chumbo e zinco.	As Arsénio

PACIENTE	LOCAL	ALGUNS SINTOMAS	CAUSA DE MORTE	FONTE/ORIGEM	ELEMENTO
MARCVS AVRELIVS SEVERVS	ROMA, IMPÉRIO ROMANO	- Perda de memória e concentração; - Dor abdominal e enjoos; - Anemia, fadiga e dor de cabeça; - Problemas de sono, depressão; - Perda de coordenação e sensibilidade; - Palidez e gengivas azuladas/escuras; - Agressividade e instabilidade; - Atraso mental e baixo QI. (Saturnismo)	Envenenamento progressivo (crónico) por chumbo nos utensílios, alimentos e água.	Explorações mineiras de chumbo, ou como subproduto da exploração de zinco e prata.	Pb CHUMBO

Paciente	Local	Alguns sintomas	Causa de morte	Fonte/Origem	Elemento
John Wayne	Texas, USA	- Rubor, dores, comichão e tremores; - Deficiências das funções neurológicas; - Debilidade mental; - Paralesia, delírio, discurso incoerente; - Perda de memória e concentração; - Baixo índice cognitivo; - Descoloração da pele e descamação. (Doença de Minamata)	Envenenamento progressivo (crónico) por mercúrio na medicação, utensílios, peixe e água consumidos.	Explorações mineiras, de mercúrio (cinábrio) e ouro.	Hg Mercúrio

Anexo XVIII. Codificação e transcrição das entrevistas de grupo

Q1: Quais os cinco sais minerais essenciais que foram abordados na aula?	
Códigos:	**Respostas nas entrevistas:**
A1 *(f= 6)*	*II-1: Magnésio, o cálcio, o potássio, sódio, cloro.* [...]
A2 *(f= 11)*	*I-1: Magnésio. Cloro* *I-2: Potássio.* *III-1: Cálcio. Sódio.* *IV-1: Sódio, cloro.* *X-1: Eu acho que o nosso era o cloro ou cálcio.* *XII-3: Cálcio. O nosso era o potássio.* [...]
A3 *(f= 1)*	*VII-1: Não sei.*
Q2: Quais as duas principais diferenças entre o rim de coelho e o rim humano?	
B1 *(f= 9)*	*I-1: O rim humano é maior do que o rim de coelho.* *I-2: Faltava uma coisa no rim do coelho.* *III-3: O do homem é maior (…) Não tem aquela zona…não me lembro.* *IV-1: Era mais pequena. E não se notava tanto as diferenças entre a medula e a área renal.* *XII-2: Tamanho.* *XII-1: Tinha uma estrutura diferente dos outros.* [...]
B2 *(f= 8)*	*II-1: Tamanho.* *X-3: O tamanho. Não era a cor?* [...]
B3 *(f= 1)*	*VII-1: Não sei.*
Q3: Qual a secção do nefrónio onde não ocorre reabsorção de nenhum dos sais minerais estudados?	
C1 *(f= 10)*	*III-3: Cápsula de Bownman (…) Ansa de Henle.* *IV-1: Ansa de henle.* *X-1: Eu não tenho a certeza, mas eu acho que era a Ansa de Henle. Exato, havia uma que não pegava!* [...]
C2 *(f= 8)*	*I-3: Não. Acho que era o contornado.* *II-1: Não sei.* [...]
Q4: Que condição médica pode surgir com o desequilíbrio dos níveis corporais de um dos sais minerais estudados?	
D1 *(f= 5)*	*II-1: Hipertensão. Elemento associado é o magnésio (…) sal (…) sódio* [...]
D2 *(f= 13)*	*I-2: Anemia. Não me lembro qual era.* *III-3: Pedras nos rins (…) osteoporose.* *IV-1: Fraqueza muscular (…) falha renal.* *IV-2: Insuficiência renal.* *X-1: Neuropatia.* *XII-3: Pedras nos rins, mas não me lembro do nome.* [...]
Q5: Que mineral inclui dois dos cinco sais minerais abordados na sua composição?	
E1 *(f= 5)*	*IV-2: Sal.* *X-1: É o sal-gema. (…) forma química de sal? (…) e o cloro.* [...]
E2 *(f= 13)*	*I-2: Não.* *II-1: Não me lembro.*

III-3: Não.
XII-1: Não.
[...]

Q6: Este tipo de aulas que utiliza diferentes recursos e atividades que envolvem todos os teus sentidos tem sido comum no teu percurso escolar?

F1
(f = 0)

F2
(f = 18)

I-2: Não.
II-1: Eu não tive muitas.
III-1: Não.
III3: Não, acho que não é.
IV-1: Acho que tem sido raro.
VI-1: Eram raras, claro!
VIII-2: Não.
IX-1: É raro, muito raro.
X-3: Mais raro.
XI-1: Não, não era.
XI-2: Só em Físico-química, mas em experiências.
XII-1: É raro, não acontece assim tantas vezes.
XV-1: Não, é raro.
XVII-1: É raro.
XVIII-1: Não é comum. Mas é incrível.
[...]

Q7: Para ti, o que diferencia estas aulas de outras aulas, como as aulas de resolução de exercícios?

G1
(f= 10)

III-1: Motivação.
VIII-2: Conseguimos aprender mais. É mais divertido.
IX-1: Na minha opinião eu acho que é muito mais divertido e consegue-se aprender melhor.
XI-1: As outras são mais chatas e por estas serem mais divertidas nós ficamos com mais interesse, então aprendemos mais rápido.
XIV-2: Não cansa.
[...]

G2
(f= 8)

I-1: A atividade de dissecar um rim.
II-1: Considero vantajosas.
IV-1: Podemos por em prática aquilo que aprendemos e acho que é uma forma mais fácil de compreender as coisas.
V-1: Mais prática, logo é mais fácil memorizar a teórica.
VI-2: Eu prefiro ter aulas assim (…) em vez de estarmos a escrever e isso é mais prático. Se fosse uma aula normal eu não ia saber tantas coisas como soube agora.
X-3: Porque acho que quando fazemos aprendemos melhor e ficamos com isso guardado na nossa cabeça.
XV-1: Por exemplo, estas práticas dá uma ajuda extra aos professores e aos alunos porque em vez de os alunos estarem a ler, estão a aprender como é que é dentro do próprio corpo.
XVIII-2: É a criatividade, algumas têm mais criatividade do que outras.

G3
(f= 0)

Q8: Qual a maior vantagem/desvantagem destas aulas para ti?

H1
(f= 11)

I-2: É mais divertido.
II-1: Nós gostamos mais e estamos mais atentos.
III-2: Mais divertido.
VI-1: Mais motivador.
VIII-1: Para mim é melhor (…) Porque os outros são um bocadinho seca, e passado metade já não entra muito bem, mas ali entram muito melhor.
XI-1: Mais divertido e motivador.
XII-1: É mais estimulante.
[...]

H2
(f= 7)

IV-1: Facilidade em pôr em prática aquilo que apendemos e a compreensão.
IX-1: É mais fácil de se perceber.
X-1: Aumentam os nossos conhecimentos.
XIII-1: Podemos interagir mais com o professor.

XV-1: A maior vantagem é que, em vez de estar só a olhar para os livros, é uma forma de aprender. Eu acho que aprendo um pouco mais se for assim, praticamente, do que nos livros, porque nos livros é complicado, enquanto que praticamente é um pouco mais fácil porque estou a ver onde é que é.
XVII-1: Perceber melhor a matéria.
XVII-2 - Entendemos melhor as coisas.
XVIII-1: Aprendemos muitas mais coisas e a fazer as coisas. Apresentamos os minerais, aprendemos as doenças.
XVIII-2: Eu acho que é melhor aprender em prática do que só em escrito.

H3
(f= 0)

Q9: Achas que a utilização de diferentes recursos e atividades que envolvem todos os teus sentidos têm vantagens no teu processo de aprendizagem, memorização ou motivação? Se sim, em quais?

I1
(f= 8)
VI-1: Sim (os três).
VIII-1: Sim. Melhoram, e muito.
IX-1: Motivação, muda porque é diferente.
IX-2: Memorização aumenta. Aprendizagem também.
XI-1: Sim, foram melhores.
[...]

I2
(f= 7)
I-1: Sim. Na motivação.
X-3: Sim, ficamos mais motivados para ir para a aula, quando sabemos que é uma aula assim.
XII-3: Acho que sim. A motivação principalmente.
XVII-1: A motivação melhora.
XVIII-1: Sim, a motivação é que é "tábua".
[...]

I3
(f= 3)
II-1: Sim, na memorização.
III-2: Sim, a aprendizagem.
XV-1: Facilita, eu acho que facilita, porque basicamente eu acho que consigo memorizar mais do que nos livros. Porque se for uma coisa que nós estamos a ver praticamente, o cérebro consegue decorar mais se estiver a ver, do que se estiver a ler.

I4
(f= 0)

Q10: Quais as memórias mais presentes que tens da sessão / a primeira memória da sessão que surge na tua cabeça?
Q11: Qual(ais) a(s) atividade(s)/recurso(s) que preferiste?

J1
(f= 9)
III-1: Cortar o rim.
III-2: Meter os ímans.
IV-1: Construir o modelo e dissecar o rim, acho que foram esses.
VI-1: Dissecar.
VI-2: Acho que montar. Pôr aquelas cenas em cima.
IX-1: Foi quando dissecamos o rim.
IX-2: Construir o modelo, para mim.
XI-2: Brincar com os ímans.
XI-1: O rim.
XI-2: Exato, o rim também...
XV-1: Eu acho que a do rim e da montagem gostei mais, porque juntando um pouco com o contacto que assim dá para sentir um pouco o que os cientistas fazem, os biólogos fazem.
XVIII-1: Dos ímans, é muito engraçado!
XVIII-2: E da dissecação, eu adoro dissecação porque assim podemos literalmente ver o que está dentro de nós.
[...]

J2
(f= 7)
I-1: Quando abrimos o rim. O cheiro.
I-3: A dissecação do rim.
II-1: Aula do rim. Eu gostei mais de dissecar o rim.
VIII-1: Ter cortado o rim.
X-1: Foi de estar a cortar o rim a meio.
XVII-1: Dissecação do rim.
[...]

J3 *(f= 2)*
XII-3: Construir o nefrónio.
[...]

J4 *(f= 0)*

J5 *(f= 0)*

Q12: Qual(ais) a(s) atividade(s)/recurso(s) que tiveste maior dificuldade em executar?

K1 *(f= 3)*
XII-3: Dissecar o rim. Não estava a ser muito fácil.
XVIII-2: A dissecação, sim. Foi divertida, mas complicado.
[...]

K2 *(f= 6)*
I-1: Aquela do íman.
II-1: Foi na do modelo do nefrónio, naquela parte dos ímans.
III-1: Os modelos.
IX-1: O mais difícil eu acho que também foi o modelo.
XVII-1: Explorar o nefrónio.
[...]

K3 *(f= 6)*
IV-2: Preencher a ficha.
X-2: Observar as rochas.
XI-1: Nas pedras. No preenchimento da ficha.
XIII-1: Copiar as coisas para a ficha.
XV-1: Tive um pouco mais em completar a ficha.
[...]

K4 *(f= 3)*
VI-2: Foi fácil.
VIII-1: Não foi nenhuma.
VIII-2: Para mim também não foi nenhuma.
XI-2: Não, não tivemos dificuldades.
[...]

Para cada um dos grupos e alunos foi criado e atribuído aleatoriamente um código alfanumérico (exemplo: I-1), garantindo o seu anonimato. Adicionalmente, foi associada uma cor a cada grupo de forma a facilitar a contabilização de frequências e interpretação das respostas, segundo a seguinte legenda:

Grupo I; Grupo II; Grupo III; Grupo IV; Grupo V; Grupo VI; Grupo VII; Grupo VIII; Grupo IX; Grupo X; Grupo XI; Grupo XII; Grupo XIII; Grupo XIV; Grupo XV; Grupo XVI; Grupo XVII; Grupo XVIII.

Anexo XIX. Vantagens da aprendizagem multissensorial

Vantagens da aprendizagem multissensorial apontadas pelos alunos em resposta à questão aberta do questionário global "Qual a principal vantagem para ti destas aulas?".

Vantagens	% nas respostas
Maior motivação	30%
"Fico mais atento porque gosto mais das aulas e aprende-se de uma forma diferente." *"Fico com mais interesse em aprender."* *"O tempo passa mais depressa e são aulas em que estamos mais motivados e com vontade de trabalhar."* *"Para além de serem educativas são divertidas."* *"Aprendo enquanto me divirto."* *"São mais interessantes."* *"Divertirem e aprender."* *"É mais fácil de aprender e mais divertido também."* *"Fiquei mais interessado."* *"Mais divertida."* *"Serem mais interativas e cativarem mais a atenção do aluno."* *"Mais divertidas."*	
Aprendizagem facilitada	25%
"Aprender de uma forma mais fácil." *"Conseguimos aprender com mais facilidade."* *"É mais fácil de aprender e mais divertido também."* *"Aprender mais."* *"Compreender mais facilmente a matéria."* *"Aprendizagem. Acho que aprendemos mais rápido e faz nos perceber melhor a matéria."* *"Aprendizagem."* *"A aprendizagem."* *"O facto de vermos e fazermos, ajudando a aprender e perceber melhor a matéria."* *"Aprendemos e memorizamos melhor a matéria."*	
Mais interação e prática	20%
"Serem mais interativas e cativarem mais a atenção do aluno." *"Ensinar praticando."* *"Consigo compreender melhor a matéria, todos os esquemas e conceitos se tiver a possibilidade de fazer/ mexer/ montar estruturas e observar ao vivo do que aprender só, por exemplo, por imagens."* *"Posso ver como as coisas são feitas sem ser pelo livro."* *"São mais práticas."* *"Com a prática é mais fácil a memorização dos conhecimentos."* *"O facto de vermos e fazermos, ajudando a aprender e perceber melhor a matéria."* *"Posso observar as coisas a serem feitas de perto"*	
Melhor compreensão	17.5%
"Aprendizagem. Acho que aprendemos mais rápido e faz nos perceber melhor a matéria." *"Consigo compreender melhor a matéria, todos os esquemas e conceitos se tiver a possibilidade de fazer/ mexer/ montar estruturas e observar ao vivo do que aprender só, por exemplo, por imagens."* *"O facto de vermos e fazermos, ajudando a aprender e perceber melhor a matéria."* *"Consigo entender melhor."* *"Perceber melhor como funcionam as coisas."* *"Compreender mais facilmente a matéria."* *"Como é outra forma de ensino conseguimos perceber melhor a matéria."*	
Maior atenção ou concentração	12.5%
"Acho que chama mais à atenção." *"Serem mais interativas e cativarem mais a atenção do aluno."* *"Consigo me concentrar melhor."* *"Como são aulas diferentes captam a atenção."* *"Fico mais atento porque gosto mais das aulas e aprende-se de uma forma diferente."*	
Memorização potenciada	10%
"Aprendemos e memorizamos melhor a matéria." *"Maior capacidade de reter informação."* *"Com a prática é mais fácil a memorização dos conhecimentos."* *"É mais fácil de decorar a matéria."*	
Aprendizagem diferenciada	2.5%
"Aprendizagem diferenciada."	