



Crime School Investigation (CSI): Aprendizagem Baseada em Jogos no Ensino de Biologia e de Geologia no 11º ano de Escolaridade

Íris Sereno

Relatório de Estágio no Âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia
e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

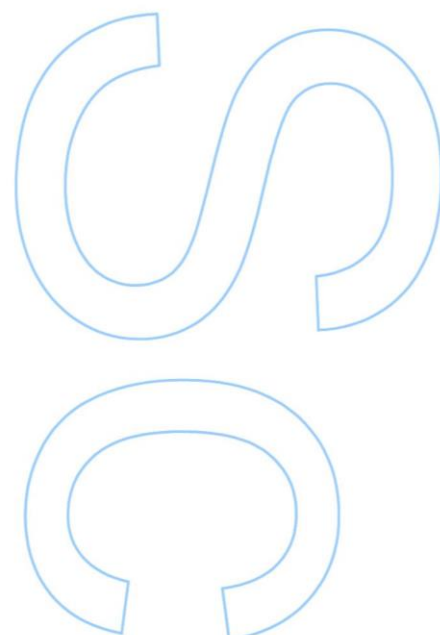
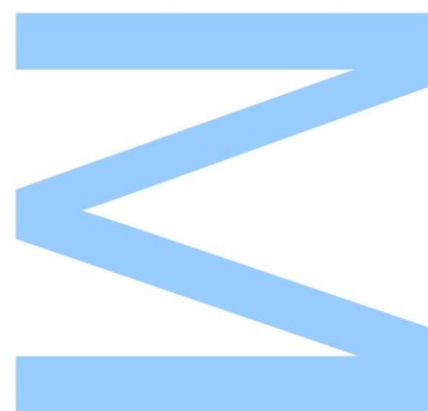
Unidade de Ensino das Ciências

2020/2021

Orientadores

Clara Vasconcelos, Professora Associada com Agregação, Departamento
de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

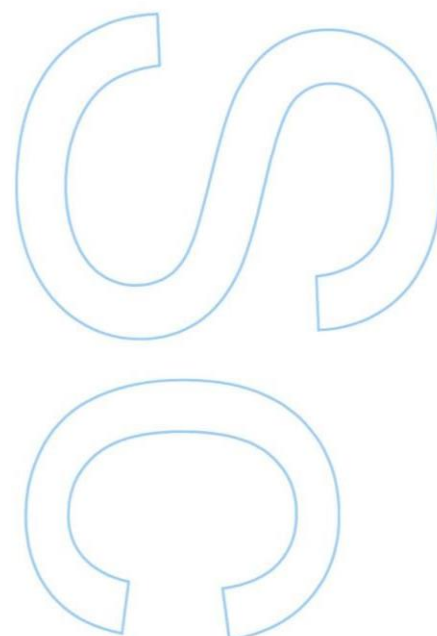
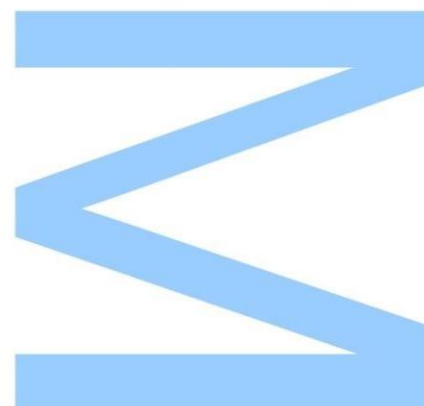
Luís Calafate, Professor auxiliar, Departamento do Biologia



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

O Presidente do Júri,

Porto,
____/____/____



“(…) the oxygen we breathe, the carbon in our muscles,
the calcium in our bones, the iron in our blood.
All of it was cooked in the fiery hearts of long-vanished stars.
You, me, everyone, we are made of star stuff.”

Neil deGrasse Tyson

Agradecimentos

Neste momento que marca uma etapa fulcral no meu percurso, não poderia deixar de expressar a minha gratidão perante todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos orientadores científicos, o meu muito obrigada pelo apoio, pela constante disponibilidade e pela orientação. As críticas construtivas tecidas, conselhos e sabedoria foram cruciais para o meu desenvolvimento ao longo deste mestrado.

À professora cooperante, por me fazer sentir que a escola também era a minha “casa”. Agradeço pela disponibilidade, acompanhamento e apoio, por todos os conselhos e ensinamentos, mas também pela confiança e liberdade de ação. Levarei para a vida muitas das frases que marcaram os nossos dias e não esquecerei a incessante boa disposição.

Aos meus alunos, com quem tive o gosto de ensinar, mas também aprender. Um enorme obrigado por marcarem de forma positiva o início desta nova etapa.

Aos colegas de mestrado, pelo companheirismo ao longo deste processo. Às colegas #SemFiltro, obrigada por estarem sempre disponíveis, pelas diversas trocas de ideias, pela entreeajuda constante e pelos momentos de diversão. Sem vocês este ano teria sido, certamente, menos rico. À minha colega de estágio, obrigada por partilhares esta experiência comigo, pelas trocas de ideias e também pelos momentos de descontração.

Aos meus pais e restante família, por me apoiarem incondicionalmente. Obrigada pelos princípios inculcados, como persistência, dedicação e vontade de dar o melhor de mim, em tudo o que faço. Espero que, de algum modo, seja capaz de compensar o apoio que sempre me deram. A vocês dedico este trabalho.

Às duas amigas *nerds*, por partilharem a “*nerdice*” comigo, por todas as trocas de ideias e por me apoiarem ao longo de toda esta jornada. Obrigada, principalmente, pelo companheirismo ao longo destes anos. Palavras não conseguem descrever o quão importante é ter-vos do meu lado.

A todos os que ficaram por referenciar, mas que contribuíram para o meu crescimento, um enorme obrigada.

Nota Prévia

O presente ano letivo de 2020/2021, onde foi implementado o presente programa de intervenção, foi marcado pelo contexto pandémico relacionado com o SARS-Cov2, que assumiu uma distribuição mundial. Tendo em conta o contexto pandémico em Portugal, diversas atividades sofreram profundas alterações e o ensino não foi exceção.

Como consequência das medidas de contenção da pandemia, ao longo do ano letivo, houve alternância entre regime de ensino presencial, misto e não-presencial, o que levou à necessidade de modificações profundas ao nível das atividades planeadas. Não obstante, o plano de intervenção foi realizado, com as devidas adaptações necessárias à situação pandémica.

Resumo

Vivemos numa época marcada pela revolução tecnológica, o que influencia diretamente a forma como vemos e vivemos o mundo. Deste modo, torna-se necessário que o ensino seja capaz de corresponder a esta mudança, promovendo a literacia científica, mas também o desenvolvimento de competências e valores.

Uma das formas de transferir a inovação tecnológica para a sala de aula é através da utilização da Aprendizagem Baseada em Jogos. Esta metodologia de ensino possui diversas potencialidades, nomeadamente no que diz respeito à motivação, interatividade, cooperação e pensamento crítico. A partir do jogo, é possível criar um ambiente imersivo, promovendo o desenvolvimento de capacidades investigativas, indo ao encontro das perspetivas do Ensino Orientado Para a Investigação, onde o aluno assume o papel central na construção do próprio conhecimento.

Assim, o presente estudo, procurou avaliar o impacto da utilização da Aprendizagem Baseada em Jogos, em conjunto com as Ciências Forenses, no que diz respeito ao desenvolvimento de competências do domínio cognitivo e atitudinal, nos alunos. Deste modo, o plano de intervenção foi aplicado numa turma do 11º ano de escolaridade de uma escola do Porto, a um total de 9 participantes, tendo sido efetuada recolha de dados a partir de testagem, inquérito e observação.

Os resultados demonstram que a utilização da Aprendizagem Baseada em Jogos, em conjunto com o tema das Ciências Forenses, favorece a motivação, comunicação e cooperação nos participantes, promovendo um ambiente propício para a aplicação e construção e conhecimento. Consequentemente, a presente investigação reúne indicadores associados às potencialidades da utilização da Aprendizagem Baseada em Jogos em contexto escolar, mostrando que a utilização de jogos envolve mais os alunos e potencia o desenvolvimento de diversas competências essenciais para o raciocínio e capacidades investigativas, fomentando, também, o gosto pela ciência.

Palavras-Chave: Aprendizagem Baseada em Jogos; Ensino Orientado para a Investigação; Ciências Forenses; DNA; Sistemática; Ciclo das Rochas; Método Qualitativo.

Abstract

We live in an era marked by technological empowerment, which directly influences how we perceive the world. Therefore, it is crucial that education responds to these changes, not only by promoting scientific literacy, but also by developing skills and values.

One way to bring technology to the classroom is through Game-Based Learning. This teaching methodology has many strengths, regarding motivation, interactivity, cooperation and critical thinking. By using the game, it is possible to create an immersive environment, promoting the development of investigative skills, and meeting the principles of Inquiry Based Learning, where students have a central role when constructing their own knowledge.

Thus, this study sought to assess the impact of using Game-Based Learning, together with the Forensic Sciences, regarding the development of skills in the cognitive and attitudinal domain, in students. Hence, the intervention plan was applied to an 11th grade class, in a school from Porto, to a total of 9 participants, with data collection based on testing, survey and observation.

Results point that the use of Game-Based Learning, together with the Forensic Sciences, promotes motivation, communication and cooperation among participants, promoting a propitious environment for the application and construction of knowledge. Consequently, this research brings together indicators associated with the potential of using Game-Based Learning in a school environment, showing that the use of games can involve students and enhances the development of several essential skills for critical thinking and investigative skills, while nurturing the taste for science.

Key Words: Game Based Learning; Inquiry-based teaching; Forensic Sciences; DNA; Systematics; Rock Cycle; Qualitative research.

Índice

Agradecimentos	I
Nota Prévia	II
Resumo.....	III
Abstract.....	IV
Lista de Tabelas.....	VII
Lista de Figuras.....	VIII
Lista de Abreviaturas.....	IX
1. Introdução	1
1.1. Contextualização da Investigação	2
2. Contextualização científico-educacional.....	4
2.1. Enquadramento Científico	4
2.1.1. As Ciências Forenses e o Problema do Tráfico de Espécies Exóticas	4
2.1.2. A Transmissão de Material Genético e os Seres Vivos	6
2.1.3. Ciclo Litológico: As rochas como arquivos da história da Terra.....	8
2.1.4. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	11
2.2. Enquadramento Educacional	12
2.2.1. Aprendizagem baseada em jogos: em busca do melhor de dois mundos	13
2.2.2. O professor na Aprendizagem Baseada em Jogos	15
2.2.3. Utilização da Biologia e Geologia Forenses em Contexto Escolar.....	16
3. Problema e Objetivos de Investigação	17
4. Metodologia de Investigação	18
4.1. Classificação da Investigação	18
4.2. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados	20
4.3. Caracterização da Amostra	23
5. Programa de Intervenção	24
5.1. Planificação e Recursos Educativos.....	24
5.1.1. O Jogo “Crime School Investigation”	26
5.2. Aplicação do Programa de Intervenção.....	27
6. Resultados e Discussão	29
6.1. Resultados e discussão alusivos ao teste cognitivo	29
6.2. Resultados e discussão alusivos ao relatório de acusação	31

6.3.	Resultados e discussão alusivos à observação da atividade.....	32
6.4.	Resultados e discussão alusivos à avaliação da atividade	33
7.	Conclusão	39
7.1.	Conclusões Gerais	39
7.2.	Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional	40
7.3.	Limitações e Perspetivas Futuras.....	41
8.	Referências Bibliográficas	42
	Apêndices	48
	Apêndice 1: Teste cognitivo e critérios de correção	48
	Apêndice 2: Grelha de observação	56
	Apêndice 3: Relatório de Acusação	57
	Apêndice 4: Avaliação de Atividade	59
	Apêndice 5: Planificação de Aula.....	61
	Apêndice 6: Jogo Digital “Crime School Investigation”	63
	Apêndice 7: Anexos Associados ao Jogo	80
	Apêndice 8: Grelha de Correção do Teste Cognitivo	90

Lista de Tabelas

Tabela 1: Aprendizagens Essenciais elencadas ao presente trabalho (adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2018).....	3
Tabela 2: Objetivos conceituais, educacionais e profissionais da presente investigação, com vista à sua implementação no PI.	17
Tabela 3: Parâmetros de observação individual e respetivas definições.	22
Tabela 4: Frequência relativa e frequência absoluta de respostas corretas nas questões de escolha múltipla e de ordenação, do grupo I do teste cognitivo.	29
Tabela 5: Frequência relativa de respostas corretas nas questões de correspondência e resposta aberta do grupo I do teste cognitivo.	30
Tabela 6: Frequência relativa e frequência absoluta de respostas corretas nas questões de escolha múltipla grupo II do teste cognitivo.	30
Tabela 7: Frequência relativa de respostas corretas nas questões de correspondência e resposta aberta do grupo II do teste cognitivo.	30
Tabela 8: Exemplos de argumentos utilizados no relatório de acusação, para justificar a acusação de um suspeito.	32

Lista de Figuras

Figura 1: Esquema representativo de algumas das principais fontes e destinos de tráfico de espécies exóticas (adaptado de Bezerra-Santos et al., 2021, p.182).....	5
Figura 2: Representação esquemática, simplificada, dos processos replicação, transcrição, processamento e tradução, criado com BioRender.com.	6
Figura 3: Esquema representativo do ciclo litológico, simplificado (adaptado de Carneiro et al., 2009, p.56).	8
Figura 4: Exemplos de paisagens geológicas distintas; (A) praia com areia quartzítica (Foz do Douro, Porto) e (B) praia com areia biotítica (São Miguel, Açores).....	10
Figura 5: Os 17 objetivos da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.	12
Figura 6: Espiral dialética da Investigação-Ação, associada a um processo contínuo de ação e reflexão. “Fase N” representa um número inteiro indeterminado de fases (adaptado de Santos et al., 2004, p.3).	19
Figura 7: Modelos do local do crime (A) visão geral, (B) pormenor do interior da gaiola e (C) pormenor da pegada à entrada da gaiola.	25
Figura 8: Exemplo de esquema de organização do jogo, num “dia de investigação”, com três tarefas associadas. Encontram-se representadas as diferentes combinações que os participantes podem selecionar.....	26
Figura 9: Imagens ilustrativas da aplicação do jogo “Crime School Investigation”.....	28
Figura 10: Respostas dos participantes, relativas ao personagem do jogo que acusaram. Todos os participantes acusaram o mesmo suspeito “Helmer Shaw”.....	31
Figura 11: Resultados aferidos a partir do questionário “avaliação de atividade”, no que diz respeito à autoavaliação, por parte dos discentes.....	34
Figura 12: Resultados aferidos a partir do questionário “avaliação de atividade”, no que diz respeito (A) à caracterização do ambiente de aprendizagem, (B) à descrição da atividade e (C) às competências utilizadas no decorrer da atividade, por parte dos discentes.....	36
Figura 13: Resultados obtidos a partir do questionário “avaliação de atividade”, relativamente ao papel do professor durante a atividade, segundo os participantes.....	37

Lista de Abreviaturas

DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EOI	Ensino Orientado para a Investigação
IA	Investigação-ação
IPP	Iniciação à Prática Profissional
PES	Prática de Ensino Supervisionada
PI	Programa de Intervenção
RNA	Ácido Ribonucleico

1. Introdução

O presente relatório, foi elaborado no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Este documento surge no contexto da realização de um projeto de investigação, implementado na PES, referente à Iniciação à Prática Profissional (IPP) da formação de professores. Assim, foi implementado um Programa de Intervenção (PI) da atividade “*Crime School Investigation*” (assim denominada de modo a ser abreviada com a sigla “CSI”, que é globalmente associada a entretenimento do género policial), numa turma do 11º ano de escolaridade, do Curso de Ciências e Tecnologias, de uma escola pertencente ao Porto, no ano letivo 2020/2021.

Os primeiros anos da profissão docente são cruciais para modelar a relação com a profissão, sendo, por isso, os primeiros contactos com a escola determinantes para o futuro do professor em formação. A formação de professores, tal como referido por Nóvoa (2019), deve fazer-se nas Universidades e nas Escolas, fomentando uma relação próxima entre estas instituições e a profissão. Assim, com a IPP surge a possibilidade de analisar, questionar e refletir a prática profissional em contexto escolar, permitindo articular conhecimentos e competências desenvolvidos na formação académica, com a própria prática docente, contribuindo para o desenvolvimento do futuro professor.

A profissão docente necessita de espaço para promover a reflexão, constantemente acompanhada de reconstrução. Uma forma de cultivar este espírito crítico nos professores é através de um papel de professor-investigador, promovendo uma postura que se questiona criticamente, de forma sistemática e incorporada na rotina escolar, contribuindo para o desenvolvimento profissional individual e coletivo (Duarte & Moreira, 2020). Assim, os professores devem mostrar-se capazes de interpretar a investigação que é feita, mas também serem eles próprios capazes de a produzir (Flores, 2017). Deste modo, a IPP promove a fomentação da faceta investigativa do futuro docente, através da realização de uma investigação em contexto escolar, estimulando o carácter reflexivo, essencial para que o futuro professor mantenha uma cultura de constante aperfeiçoamento.

1.1. Contextualização da Investigação

Com o século XXI surgiram novos desafios para a educação, por isso, longe vão os tempos em que o professor ensinava apenas o que está no manual. Com o avanço tecnológico, surgem novas realidades, novas exigências, e a escola tem um papel determinante para potenciar o desenvolvimento dos seus alunos.

As novas gerações estão cada vez mais expostas à tecnologia, estando constantemente conectadas, são mais diversas e podem tornar-se aborrecidas com a rotina (Schroth, 2019). Assim, será de esperar que procurem diferentes formas de viver o percurso escolar. Tendo em conta esta realidade em constante mudança, é dado cada vez mais ênfase ao uso de metodologias orientadas para a investigação, na educação, seguindo um modelo construtivista, centrado no aluno.

O Ensino Orientado para a Investigação (EOI) vai ao encontro do *Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória* (Martins et al, 2017), procurando promover o raciocínio científico e o questionamento, aliados ao desenvolvimento de competências e do *saber fazer*, que vão além do saber meramente enciclopédico (Moutinho et al., 2014). As correntes construtivistas defendem, por isso, a existência de ambientes interativos, onde o aluno assume um papel central, considerando as relações de cada indivíduo com o meio, não descurando as experiências de cada um. Por outro lado, o professor assume um papel mediador ou facilitador, promovendo o desenvolvimento de competências que permitam aplicar o conhecimento académico a situações reais (Stender et al., 2018).

A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) engloba a mobilização de saberes e competências investigativas, para a resolução do jogo, seguindo, por isso, as linhas da perspetiva construtivista (Aoki et al., 2018). Assim, a ABJ apresenta-se como potenciadora de capacidades, motivando os alunos e promovendo a colaboração e o desenvolvimento da autonomia. A utilização de jogos na educação permite que os alunos desenvolvam atividades em ambientes de aprendizagem enriquecidos, enquanto jogam, espelhando a atividade realizada pelos cientistas (Miller, 2014).

Deste modo, o presente estudo surge devido à necessidade de promover o ABJ em contexto escolar, mas também com o objetivo de desenvolver competências relacionadas com a sua aplicação. As temáticas selecionadas para a aplicação desta metodologia de ensino estão inseridas nas Aprendizagens Essenciais da disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano do Ensino Secundário (Ministério da Educação e Ciência, 2018). Na Tabela 1 estão sintetizados os conteúdos a abordar.

Tabela 1: Aprendizagens Essenciais elencadas ao presente trabalho (adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2018).

Domínio		Aprendizagens Essenciais
Biologia	Crescimento, renovação e diferenciação celular	◦ Caracterizar e distinguir os diferentes tipos de ácidos nucleicos em termos de composição, estrutura e função. ◦ Explicar processos de replicação, transcrição e tradução e realizar trabalhos práticos que envolvam leitura do código genético. ◦ Relacionar a expressão da informação genética com as características das proteínas e o metabolismo das células. ◦ Interpretar situações relacionadas com mutações génicas, com base em conhecimentos de expressão genética.
	Sistemática dos seres vivos	◦ Distinguir sistemas de classificação fenéticos de filogenéticos, identificando vantagens e limitações.
Geologia	Sedimentação e rochas sedimentares	◦ Explicar características litológicas e texturais de rochas sedimentares com base nas suas condições de génese. ◦ Caracterizar rochas detríticas, quimiogénicas e biogénicas, com base em tamanho, forma/origem de sedimentos, composição mineralógica/química.
	Magmatismo e rochas magmáticas	◦ Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas magmáticas com base nas suas condições de génese. ◦ Classificar rochas magmáticas com base na composição química, composição mineralógica e ambientes de consolidação.
	Metamorfismo e rochas metamórficas	◦ Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas metamórficas com base nas suas condições de génese.

2. Contextualização científico-educacional

2.1. Enquadramento Científico

2.1.1. As Ciências Forenses e o Problema do Tráfico de Espécies Exóticas

As ciências forenses têm vindo a ganhar algum enfoque devido aos programas de entretenimento (como filmes e séries televisivas), onde foi sendo relatada a luta contra o crime. O aparecimento destes conteúdos televisivos levou ao “efeito CSI”, retratando o processo investigativo como simples, rápido e com respostas para um número ilimitado de questões (Schweitzer & Saks, 2007, Carrillo et al., 2018).

Apesar deste fenómeno recente, a área forense remonta a tempos muito distantes dos atuais. Na época romana, os crimes eram apresentados perante um conjunto de indivíduos, onde a discussão se dava através de um discurso argumentativo, que colocava defesa e acusação frente-a-frente. Apesar de existirem diversos relatos da utilização das áreas forenses, ainda que em fase embrionária, apenas entre os séculos XVI-XVIII começam a surgir evidências da utilização de investigações baseadas em provas (Murray, 2004; Gormez & Samdanci, 2019).

Atualmente, considera-se que a aplicação de técnicas científicas, com o objetivo de responder a questões relacionadas com o ramo legal, são pertencentes ao domínio forense. Esta é uma área muito abrangente do conhecimento científico, envolvendo diversos domínios como a biologia, geologia, física, química, entre outras, mostrando-se uma área interdisciplinar, com o objetivo de apoiar investigações da ordem da justiça civil e criminal (Pye & Croft, 2004; Ruffell, 2010).

A biologia e a geologia são duas áreas que fornecem contributos cruciais para processos do foro legal. Diversas subáreas da biologia são amplamente utilizadas no foro legal, como é o exemplo da genética, da toxicologia e da patologia. A sua ação não se restringe às análises de sangue e/ou DNA, estando também ligada, por exemplo, à análise de contaminações ambientais, ameaças à saúde dos seres vivos e investigações de tráfico animal. Por outro lado, a geologia forense engloba a utilização de práticas, procedimentos e princípios geológicos, aplicados a assuntos legais. Assim, através da análise de rochas, minerais, fósseis, ou outro material geológico, poderá ser detetada a respetiva origem (Pye & Croft, 2004; Ruffell, 2010).

Um dos problemas que se encontra sob a alçada das ciências forenses está relacionado com o tráfico de espécies exóticas. A introdução de espécies que não são características de um determinado ecossistema é considerada uma das maiores ameaças à conservação de espécies em áreas naturais, sendo que grande parte das espécies animais e vegetais introduzidas decorrem da influência humana (da Rosa et al., 2018). A introdução de espécies invasoras perturba o equilíbrio do ecossistema, estando associada a mais de metade das extinções contemporâneas.

O comércio ilegal de animais selvagens, para além de poder provocar danos irreversíveis a nível do ecossistema, pode ainda levar a graves problemas de saúde pública, uma vez que carece de controlo (van Roon et al., 2019). A introdução de espécies exóticas em novos contextos pode potenciar a propagação de patógenos em novas áreas geográficas, ou ainda o aparecimento de zoonoses (doenças que afetam humanos e animais) (García-Díaz et al., 2016). Em certos locais, a venda de animais exóticos ou de produtos derivados ocorre em mercados que, muitas vezes, padecem de condições higiénicas ideais para a comercialização, sendo considerados fatores determinantes para a transmissão de patógenos (Greatorex et al., 2016). Na Figura 1 é possível observar um mapa de algumas áreas afetadas pelo tráfico de espécies selvagens, mostrando que este problema tem uma dimensão mundial.

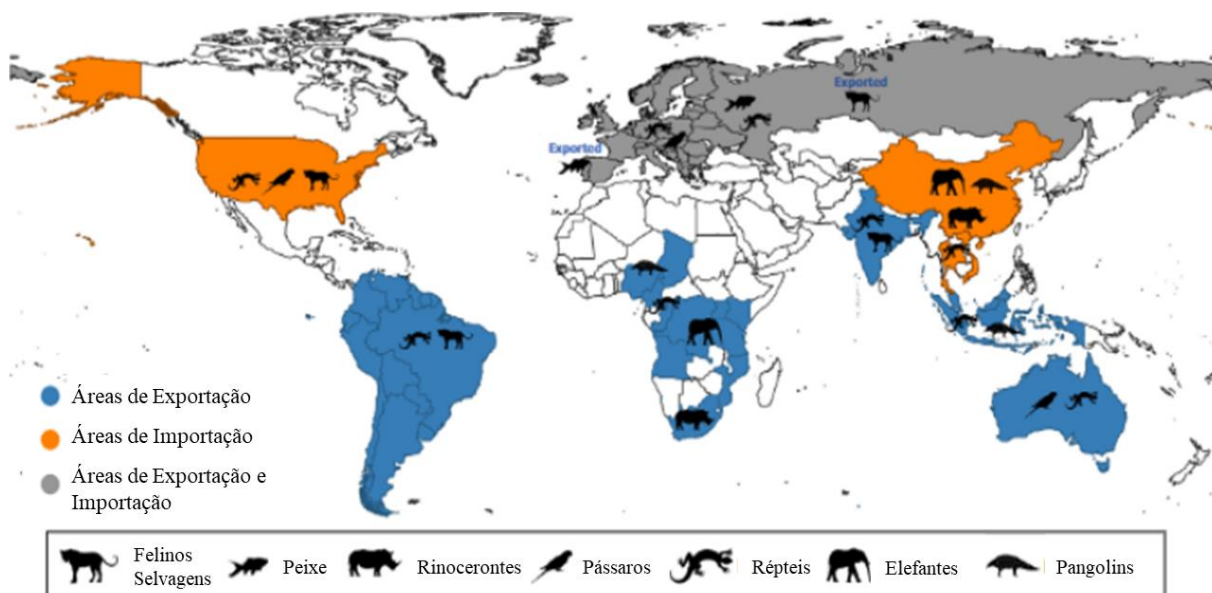


Figura 1: Esquema representativo de algumas das principais fontes e destinos de tráfico de espécies exóticas (adaptado de Bezerra-Santos et al., 2021, p.182).

2.1.2. A Transmissão de Material Genético e os Seres Vivos

O ácido desoxirribonucleico (DNA) é um composto orgânico, constituído por nucleótidos, onde reside a informação necessária ao bom funcionamento celular, que tem como principal função a produção de ácido ribonucleico (RNA) e proteínas (Alberts et al., 2015; Jobling et al., 2019).

Uma sequência de DNA que possui informação genética para codificar uma determinada característica é denominada gene. Para que um organismo complexo seja capaz de crescer, necessita de realizar divisão celular e, conseqüentemente, duplicar o seu material genético, para formar uma nova célula, por um processo denominado replicação de DNA, que ocorre no núcleo. Para que a célula possa produzir proteínas, é necessário que ocorra transcrição, onde um segmento de DNA é transcrito para RNA. De seguida, ocorre um passo intermédio, o processamento (característico de organismos eucariontes), que consiste na remoção de componentes não codificantes, os intrões, e na junção de zonas codificantes, os exões. Por fim, já no citoplasma, ocorre a tradução, onde a sequência de RNA é traduzida para aminoácidos, formando uma cadeia polipeptídica, ou seja, uma proteína (Alberts et al., 2015; Stoneking, 2017). Estes processos encontram-se representados na Figura 2.

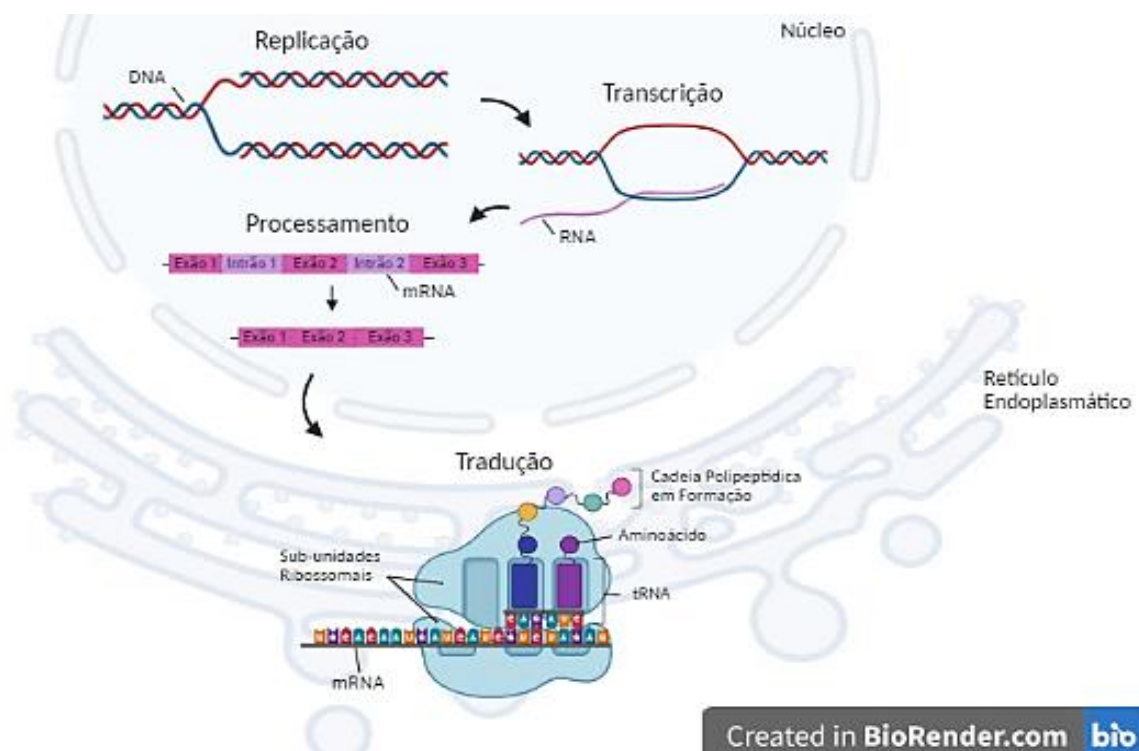


Figura 2: Representação esquemática, simplificada, dos processos replicação, transcrição, processamento e tradução, criado com BioRender.com.

As proteínas, ou cadeias polipeptídicas, são formadas por um conjunto de aminoácidos, codificados por tripletos de nucleótidos. Uma mutação que resulte na modificação de um nucleótido, durante a divisão celular, pode ter como consequência a mudança de um aminoácido, sendo considerada não sinónima; por outro lado, pode ser silenciosa, por não levar à modificação do aminoácido correspondente da sequência original, ou seja, mutação sinónima (Jobling et al., 2019).

As mutações, quando levam à modificação da proteína, podem ter efeitos benéficos, nefastos, ou não se fazer sentir, sendo neutras. Do ponto de vista evolutivo, as mutações vantajosas podem aumentar em frequência, podendo causar cenários de vantagem adaptativa. Por outro lado, mutações prejudiciais têm tendência a reduzir a sua frequência, devido ao seu efeito. As mutações neutras podem acumular-se e fixar-se em determinadas populações, dado que o seu efeito não afeta a capacidade de sobrevivência dos organismos. À medida que determinadas alterações se vão fixando nas populações, e com o auxílio do fator tempo, podem ocorrer processos evolutivos que levam à diferenciação entre espécies (Jobling et al., 2019).

Os processos evolutivos, com consequente diferenciação entre espécies, levam também à necessidade de estudo dos mais diversos organismos. A sistemática encarrega-se, por isso, da caracterização, organização e denominação dos seres vivos, bem como da compreensão das relações entre organismos. Pode-se considerar uma divisão em dois domínios: a taxonomia e a filogenia (Hunt & Subbotin, 2016).

A taxonomia encarrega-se da organização, definição e ordenação dos grupos. Tem origem nas ideias propostas por Lineu que construiu um sistema hierárquico de classificação, apesar de se basear em ideias fixistas (Müller-Wille, 2017). À medida que foi ocorrendo evolução do conhecimento científico, foram também surgindo novas abordagens, como é o caso da fenética e da sistemática filogenética.

A fenética classifica os organismos conforme a similaridade fenotípica apresentada. Deste modo, o agrupamento é realizado a partir do cálculo de similaridade entre organismos, ainda que este não represente a ancestralidade exatamente como é. Neste caso, o resultado é apresentado sob a forma de fenogramas (Hunt & Subbotin, 2016). Por outro lado, a sistemática filogenética, também denominada cladística, classifica as espécies de acordo com as suas relações filogenéticas. Parte do pressuposto que a existência de um ancestral comum é a causa da presença de características partilhadas pelas espécies. Neste caso, o resultado é expresso em cladogramas (Sternner & Lidgard, 2017).

Tendo em conta o que foi referido nos parágrafos anteriores, torna-se possível compreender a pertinência da utilização do DNA na casuística forense. Por exemplo, mediante o uso de marcadores, torna-se possível fazer a distinção ou estabelecer correspondência entre duas amostras, com consequente inclusão ou exclusão de suspeitos, respetivamente (Jobling et al., 2019). Por outro lado, a análise de sequências de DNA pode permitir a identificação da origem de determinada amostra, nomeadamente no que diz respeito à identificação de espécies, mostrando que DNA não-Humano também assume grande importância na vertente forense, inclusive em questões relacionadas com o tráfico animal ou a falsificação de produtos (Arenas et al., 2017).

2.1.3. Ciclo Litológico: As rochas como arquivos da história da Terra

O ciclo litológico (Figura 3) é o conjunto de processos geológicos nos quais uma determinada rocha pode transformar-se e dar origem a uma nova rocha. Neste ciclo são considerados três grandes grupos de rochas: (i) as sedimentares, (ii) as magmáticas e (iii) as metamórficas, bem como os processos que levam à sua transformação (Grotzinger & Jordan, 2014).

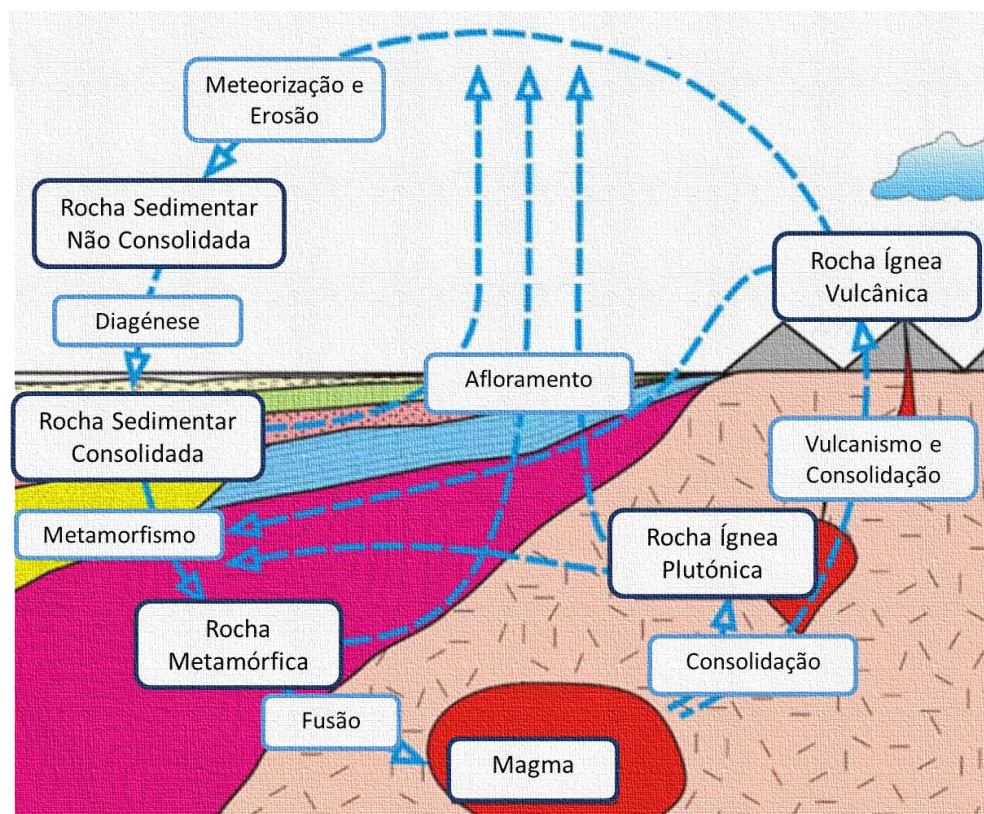


Figura 3: Esquema representativo do ciclo litológico, simplificado (adaptado de Carneiro et al., 2009, p.56).

O ciclo das rochas depende da dinâmica da Terra, ou seja, à superfície está dependente dos fatores exógenos, enquanto no interior da Terra depende da dinâmica interna terrestre. Como o nome indica, o ciclo litológico compreende fenómenos dinâmicos, contínuos, em que qualquer tipo de rocha se pode tornar noutra, ou ainda numa rocha derivada do mesmo tipo.

Tomando como ponto de partida a superfície terrestre, esta é constituída maioritariamente por rochas sedimentares, que são o resultado da deposição de sedimentos de rochas pré-existentes (detríticas), da precipitação de substâncias que se encontram dissolvidas na água (químicas), ou ainda resultantes de processos relacionados com seres vivos (biogénicas). Tendo em conta a enorme representatividade das rochas sedimentares na superfície terrestre, bem como a facilidade de acesso, torna estas rochas uma fonte fulcral de informação relativa à história terrestre (Wicander & Monroe, 2016).

A alteração das rochas à superfície (meteorização), seguida de remoção de detritos (erosão), vai originar rochas sedimentares não consolidadas (sedimentos) que, após sofrerem diagénese, darão origem a rochas sedimentares consolidadas. Tendo em conta que este fenómeno ocorre maioritariamente em ambiente marinho, há tendência para o afundamento progressivo da rocha, acompanhado por um aumento progressivo de pressão e de temperatura, entrando a rocha no domínio do metamorfismo (Grotzinger & Jordan, 2014; Wicander & Monroe, 2016).

As rochas metamórficas são o resultado de transformação de rochas pré-existentes, ocorrendo no estado sólido. Estas alterações ocorrem devido à existência de fatores de metamorfismo que atuam nas rochas pré-existentes, dos quais se destacam a pressão e a temperatura, relacionados com o metamorfismo regional e o metamorfismo de contacto, levando a alterações texturais e mineralógicas. As rochas metamórficas formadas através de metamorfismo regional apresentam tendencialmente evidências de deformação e de foliação, uma vez que ocorre em regimes de elevada pressão e temperatura, sendo a pressão o fator predominante. Por outro lado, o metamorfismo de contacto ocorre nas imediações de intrusões magmáticas, como consequência do aumento de temperatura (principal fator a atuar) e do ligeiro incremento de pressão, provocando alteração mineralógica das rochas encaixantes do contacto, levando à formação da auréola de contacto, onde as rochas apresentam uma textura não foliada. No caso de ocorrer um aumento progressivo de pressão e temperatura, pode ocorrer fusão do material rochoso, entrando no domínio do magmatismo (Grotzinger & Jordan, 2014; Wicander & Monroe, 2016).

As rochas que têm origem na consolidação do magma, por arrefecimento, são denominadas rochas magmáticas ou ígneas. Consoante a composição do magma que origina as rochas ígneas, estas podem, por um lado, apresentar tonalidades claras, sendo consideradas rochas leucocratas, de carácter ácido, essencialmente constituída por minerais félsicos; por outro lado, rochas com elevado teor em minerais ferromagnesianos, apresentam tonalidade escura, são denominadas melanocratas e apresentam um carácter básico; por fim, as rochas mesocratas apresentam uma tonalidade intermédia entre as rochas anteriormente definidas, sendo originadas a partir de magmas com composição intermédia. O arrefecimento do magma pode ocorrer em profundidade, formando rochas ígneas plutónicas (ou intrusivas, com cristais bem desenvolvidos, geralmente visíveis à vista desarmada, devido ao arrefecimento lento), ou na superfície, ou próximo dela, originando rochas ígneas vulcânicas (ou extrusivas, com arrefecimento brusco e, de um modo geral, sem cristais bem desenvolvidos, não observáveis à vista desarmada). Uma rocha magmática que aflore à superfície fica novamente exposta aos agentes de geomorfologia externa, continuando o ciclo litológico (Grotzinger & Jordan, 2014; Wicander & Monroe, 2016).

As rochas possuem diferentes condições de formação, tornando possível distingui-las através dos minerais que as constituem. Os minerais são formados em ambientes geológicos, sendo sólidos, naturais e cristalinos e podem ter uma vasta distribuição, como é o exemplo do quartzo, ou podem, por sua vez, surgir em contextos muito restritos, como é o caso do diamante. Deste modo, o estudo dos minerais de uma rocha pode fornecer pistas cruciais sobre o seu ambiente de formação ou sobre o contexto geológico onde as rochas se inserem (Wicander & Monroe, 2016), nomeadamente no que diz respeito às paisagens geológicas correspondentes (Figura 4).

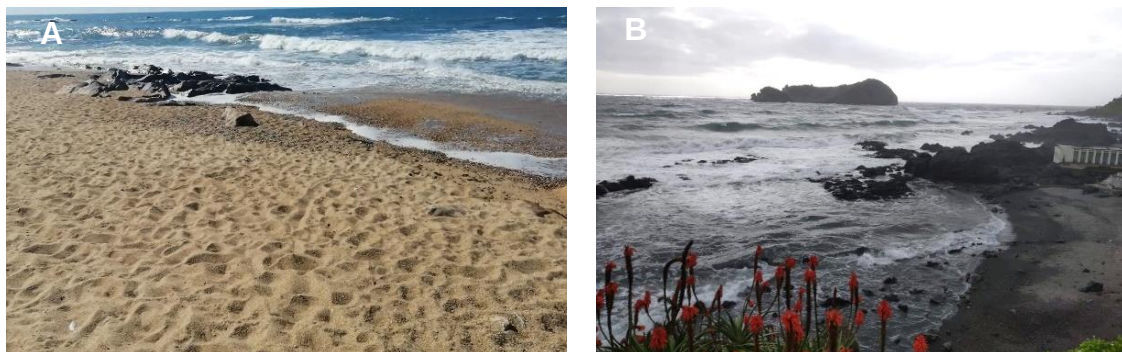


Figura 4: Exemplos de paisagens geológicas distintas; (A) praia com areia quartzítica (Foz do Douro, Porto) e (B) praia com areia biotítica (São Miguel, Açores).

Os vestígios geológicos são elementos cada vez mais utilizados nas perícias forenses, sendo que a análise de sedimentos é uma ferramenta poderosa para rastrear o movimento de um determinado suspeito ou material. Exemplos de análises destes elementos são o estudo da cor e da granulometria. Outras áreas da geologia têm sido também utilizadas na casuística forense, como é o caso da palinologia e da análise de gemas e pigmentos para averiguar possíveis falsificações (Di Maggio et al., 2017).

2.1.4. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Os jovens devem ser integrados na sociedade como membros ativos, por isso, é crucial alertar para a importância do desenvolvimento sustentável, essencial para a promoção da vida com qualidade, para as gerações presentes e para as futuras (Martins et al, 2017). Assim, surge a necessidade de orientar, também, a educação, segundo estes princípios. De modo a ir ao encontro dos conteúdos programáticos, sem descurar as questões ambientais, surge a interligação do currículo com a Agenda 2030, para o desenvolvimento sustentável.

A Agenda 2030 engloba diversos objetivos relacionados com o desenvolvimento sustentável, que abrangem pontos cruciais para garantir uma sociedade moderna e equilibrada (Nações Unidas, 2021). Esta agenda aborda dimensões dos três pilares do desenvolvimento sustentável (social, económico e ambiental) e tem por base os avanços e aprendizagens derivadas dos 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (desenvolvidas e postas em prática entre 2000 e 2015). Assim, a Agenda 2030, definida em 2015, trata-se de um compromisso entre os líderes mundiais e os povos, que visa à implementação dos objetivos definidos, até 2030 (Nações Unidas, 2021). A Agenda 2030 encontra-se organizada em 17 grandes objetivos (Figura 5), que são subdivididos em várias linhas de ação, derivadas do objetivo geral.



Figura 5: Os 17 objetivos da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.

O presente PI foca os objetivos 3 (saúde de qualidade), 4 (educação de qualidade) e 15 (proteger a vida terrestre). A pertinência dos três objetivos destacados está diretamente relacionada com tráfico de animais exóticos, nomeadamente no que diz respeito à transmissão e/ou propagação de doenças, passíveis de contaminar seres humanos (objetivo 3) e com a conservação dos ecossistemas e biodiversidade (objetivo 15). Por outro lado, o presente trabalho pretende promover uma educação equitativa, relevante e de qualidade, independentemente do género, condição socioeconómica, religião ou cultura dos intervenientes (objetivo 4).

2.2. Enquadramento Educacional

O mundo encontra-se em constante adaptação e o ensino não é exceção. As teorias da aprendizagem procuram acompanhar a evolução dos tempos e, relativamente ao Ensino das Ciências, as mais recentes perspetivas têm focado a importância de utilização de metodologias de ensino centradas no aluno, como é o caso do EOI (Kawalkar & Vijapurkar, 2015). Esta metodologia de ensino insere-se numa perspetiva socio-construtivista da aprendizagem, com vista ao desenvolvimento pessoal e social dos alunos, de modo que sejam capazes de integrar a sociedade, articulando saberes, atitudes, valores e capacidades (Martins et al., 2017). Deste modo, o EOI incute ao professor um papel facilitador ou mediador da aprendizagem, procurando orientar os alunos no processo de

construção do próprio conhecimento, tendo como base a observação, o questionamento, as evidências e a argumentação (Kawalkar & Vijapurkar, 2015).

A aplicação do conhecimento teórico a problemas do dia-a-dia continua a ser uma dificuldade apresentada pelos alunos. Uma das formas de aproximar o conhecimento científico da sua aplicação prática é a partir da utilização de um ensino contextualizado, que promove a interdisciplinaridade e a interligação entre novos conceitos e competências já adquiridas, promovendo aprendizagens significativas (Curry et al., 2012). Num estudo relacionado com as diferentes conceções de contextualização, Kato e Kawasaki (2011) identificaram cinco abordagens distintas do ensino contextualizado: conceções relacionadas com (i) o quotidiano do aluno, (ii) as disciplinas escolares, (iii) contextos históricos, sociais e culturais, (iv) a ciência (entre temas da disciplina) e (v) o ensino (relacionando conhecimento científico e escolar).

É possível promover a utilização do ensino contextualizado na sala de aula utilizando metodologias de ensino que promovam o papel ativo do aluno, das quais destacamos, no presente trabalho, a ABJ.

2.2.1. Aprendizagem baseada em jogos: em busca do melhor de dois mundos

Uma das consequências do desenvolvimento tecnológico foi o aparecimento de novas formas de entretenimento. A escola também foi alvo de transformação, onde os jogos são amplamente utilizados em contexto educativo e, recentemente, os jogos digitais têm ganho maior ênfase.

Os jogos digitais tornaram-se populares para diversos segmentos da população, incluindo crianças e adolescentes (Sadler et al., 2015). Este facto pode estar relacionado com um maior acesso às tecnologias, sendo que, em Portugal, desde a última década, mais de 90% dos indivíduos com o ensino secundário ou superior, utilizam computador e internet (PORDATA, 2020). Assim, torna-se importante acompanhar esta mudança de paradigma, também na escola. Numa fase em que a educação à distância se tornou uma realidade próxima, os ambientes virtuais de aprendizagem permitiram tornar a educação mais acessível e levaram a uma forma distinta de viver o ensino (Barros et al., 2019). Esta evolução é também detetável através de exemplos de plataformas digitais de aprendizagem tais como Khan Academy e Codeacademy, bem como alguns jogos de sucesso, que fornecem versões adaptadas especificamente para a educação, como é o caso do Minecraft Education Edition.

A Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) serve-se dos jogos para melhorar a experiência de aprendizagem (Al-Azawi et al., 2016; Dimitra et al., 2020). A sua utilização no ensino tem como vantagem a incorporação de diversas técnicas utilizadas há muito tempo, nomeadamente a existência de desafios, que incentivam o aluno a investigar e a construir o seu conhecimento, a utilização de níveis ou pontuações, o *feedback* imediato, diretamente relacionado com as decisões tomadas pelos jogadores, bem como a promoção da colaboração e relações interpessoais, enquanto utiliza uma linguagem próxima dos intervenientes, resultando num ambiente mais interativo, motivador e satisfatório (Barros et al., 2019). No caso da existência de um enredo, este pode prender a atenção dos alunos, ao compreender elementos como personagens, desafios, objetivos, narrativas, animações, entre outros (Aoki et al., 2018). Neste sentido, algumas investigações em ambiente educativo reportam que alunos que desenvolveram atividades no âmbito da ABJ, quando comparados com participantes que realizaram atividades de papel e caneta, foram capazes de completar mais do dobro de tarefas, no mesmo intervalo de tempo (Pireva et al., 2019). Outros estudos revelam que os jogos promovem resultados de aprendizagem favoráveis, no que toca à educação em ciência, nomeadamente no que diz respeito ao interesse pela ciência, à compreensão de conteúdo, pensamento crítico, habilidades de investigação, entre outros (Sadler et al., 2015).

Deste modo, a utilização de jogos digitais pode mostrar-se uma enorme mais-valia, uma vez que, para jogar, torna-se necessário desenvolver estratégias para prosperar e completar o jogo, sendo também passado muito tempo na memorização de percursos e tarefas. Por outro lado, muitas vezes, os jogos são atividades sociais, que podem englobar participantes de todo o mundo, tanto para competição como para colaboração para resolver um problema comum. Existe ainda a possibilidade de melhorar a atenção, uma vez que enquanto a pessoa se encontra focada no jogo, está mais alerta e analisa pormenores, de modo a atingir o sucesso, melhorando o raciocínio e desenvolvendo diversas competências (Abdul Jabbar & Felicia, 2015; Vaz De Carvalho, 2015).

Apesar das inúmeras vantagens que o ABJ pode trazer para o ensino, ainda existe alguma reticência na sua utilização em contexto escolar. Esta baixa taxa de implementação pode estar relacionada com a perceção de que existe uma linha tênue entre o que será um jogo educativo ou um jogo de entretenimento, pelo desconhecimento das metodologias associadas à utilização de jogos na educação ou ainda com a dificuldade da utilização de jogos, por parte dos professores, entre outros (Dimitra et al., 2020).

2.2.2. O professor na Aprendizagem Baseada em Jogos

Tendo em conta as vantagens e obstáculos relacionados com a ABJ em contexto escolar, torna-se importante focar o trabalho do professor. De modo a ultrapassar as possíveis adversidades e utilizar a ABJ como uma metodologia de sucesso em contexto educativo, o docente deve definir cuidadosamente o seu plano de ação, planificar e delinear os seus objetivos e finalidades e ainda testar os recursos de modo a compreender se os objetivos de aprendizagem poderão ser alcançados (Dimitra et al., 2020).

Em relação à ABJ, o professor desempenha um papel crucial na planificação da aula baseada no jogo, na aprendizagem e nos aspetos motivacionais, mas também na orientação das atividades durante o jogo e pós-jogo (Nousiainen et al., 2018). Deste modo, o professor pode surgir como um facilitador, guia ou tutor, entre outros, dependendo do efeito pretendido e do contexto do jogo (Kangas et al., 2017). Com a utilização da ABJ, permite-se que o professor tenha uma ação mais liberta, auxiliando o aluno durante o desenvolvimento da atividade, nomeadamente na procura de soluções para os problemas que surgem durante o jogo (Nousiainen et al., 2018).

Para o aluno assumir o papel central na construção do próprio conhecimento, o trabalho de bastidores do professor é um fator determinante para o sucesso da aplicação desta metodologia. As competências dos professores para uma aplicação bem-sucedida da ABJ englobam habilidades cognitivas, afetivas, de conhecimento, atitudes, valores e ética. Isto significa que os docentes necessitam de conhecimento teórico dos tópicos a abordar e de habilidades práticas para aplicar este conhecimento e atitudes ao jogo, tendo também em consideração os recursos que tem à sua disposição. Estas características podem englobar capacidade de resposta, persistência, capacidade de detetar erros e torná-los em situações de aprendizagem, entre outros (Nousiainen et al., 2018).

Os problemas associados à utilização da ABJ, do ponto de vista do professor, estão relacionados com o uso de novas tecnologias, apoio por parte das estruturas organizacionais, eficácia digital e com a compatibilidade da tecnologia com o ensino (Redecker, 2017; Nousiainen et al., 2018). Uma vez que os jogos nas escolas são pouco utilizados devido à dificuldade na sua utilização, por parte do professor (Dimitra et al., 2020), é relevante apostar numa formação de professores para o século XXI. Tendo em conta que as novas gerações de professores já se encontram inseridas numa era fortemente digital, torna-se importante reforçar a pertinência da ABJ, investindo em investigações que possam desenvolver esta metodologia (Silva et al., 2019). Por outro lado, no presente trabalho, na Secção 5, é possível compreender, a partir de um exemplo prático, que um professor com

conhecimentos informáticos na ótica do utilizador pode ser capaz de desenvolver um jogo digital.

Como a utilização de diferentes metodologias de ensino leva a uma maior taxa de sucesso na construção de aprendizagens significativas, o professor pode explorar as potencialidades da ABJ, em conjunto com outras abordagens, de modo a potenciar o desenvolvimento dos alunos. Para isso, o docente deve planear as atividades de modo a experimentar diferentes estratégias para envolver os alunos num ambiente enriquecido, propício à partilha de ideias e ao cultivo do pensamento crítico. Por outro lado, o ABJ é também uma enorme mais-valia para o professor, uma vez que lhe permite refletir sobre o processo de aprendizagem durante a elaboração e aplicação dos jogos, indo ao encontro dos princípios da investigação-ação (ver secção 4.1).

2.2.3. Utilização da Biologia e Geologia Forenses em Contexto Escolar

A utilização das ciências forenses em contexto escolar pode revelar-se benéfica, tornando o processo de aprendizagem imersivo, envolvente e desafiante. A simulação de casos de investigação, abordada através de conteúdos científicos decorrentes da biologia e da geologia, combinando a utilização de programas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, poderão ser utilizadas como ponto de partida para desenvolver o entendimento científico (Carrillo et al., 2018). A utilização de exercícios que envolvam as ciências forenses promovem uma aprendizagem ativa, aplicando conhecimentos prévios a condições reais (ou passíveis de serem reais), com novos dados, aproximando o conhecimento teórico e as competências adquiridas e desenvolvidas, à resolução de problemas do dia-a-dia (Lee, 2004; Williams, 2018).

A utilização destas áreas, combinada com a aplicação de metodologias EOI, podem mostrar-se uma grande mais-valia na construção de conhecimento, por parte dos jovens envolvidos na atividade, permitindo-lhes assumir o papel de investigador, que utiliza conhecimento prévio para resolver novos problemas que lhe são propostos, apostando numa forte componente questionadora. Por outro lado, partindo do pressuposto que a resolução das diferentes etapas vai conduzir à resolução do caso (descobrir o criminoso), os alunos poderão sentir-se motivados, permitindo que a aprendizagem ocorra num ambiente enriquecido, desenvolvendo um conjunto de competências e valores que vão muito para além do conhecimento estritamente teórico (Pirrie, 2009; Williams, 2018). Deste modo, será possível diminuir o espaço invisível existente entre o conteúdo e os alunos, aproximando o saber escolar da aplicação ao dia-a-dia.

3. Problema e Objetivos de Investigação

O desenvolvimento do PI do presente relatório procurou averiguar o impacto da utilização da aprendizagem baseada em jogos, aliada às ciências forenses, no desenvolvimento de competências do domínio cognitivo e atitudinal dos alunos, no 11º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia.

De modo a ir ao encontro do problema de investigação proposto, foram definidos três tipos de objetivos: (i) conceituais (resultantes da adaptação das aprendizagens essenciais elencadas à disciplina), (ii) educacionais e (iii) profissionais. Estes objetivos encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Objetivos conceituais, educacionais e profissionais da presente investigação, com vista à sua implementação no PI.

Objetivos conceituais	◦ Sensibilizar para os riscos associados à introdução de espécies exóticas em novos contextos; ◦ Explicar a transmissão da informação genética; ◦ Relacionar técnicas utilizadas nas ciências forenses, com o código genético; ◦ Diferenciar sistemas de classificação fenéticos e filogenéticos, identificando as suas potencialidades e limites; ◦ Distinguir os diferentes minerais constituintes das diversas paisagens geológicas; ◦ Relacionar técnicas de amostragem de sedimentos utilizadas nas ciências forenses, com o ciclo litológico.
Objetivos educacionais	◦ Potenciar o desenvolvimento do raciocínio científico, no ensino de Biologia e Geologia, através da aprendizagem baseada em jogos; ◦ Promover a articulação entre o domínio conceptual e a sua aplicação a situações reais.
Objetivos profissionais	◦ Aprimorar competências no âmbito da investigação educacional; ◦ Desenvolver e consolidar competências relacionadas com a metodologia de aprendizagem baseada em jogos; ◦ Fomentar o desenvolvimento profissional docente, através de uma ação com uma forte componente ativa e reflexiva, com vista à emancipação profissional.

4. Metodologia de Investigação

4.1. Classificação da Investigação

De acordo com Gay e colaboradores (2012), as investigações em educação podem ser classificadas quanto ao propósito e quanto ao método. No presente trabalho optou-se pela investigação-ação (IA), apoiada no método qualitativo.

Classificação quanto ao propósito: a investigação-ação

Ao longo da sua vida profissional, um professor é constantemente exposto a momentos reflexivos, que lhe permitem repensar as práticas pedagógicas, sendo este um processo de constante adaptação. Um professor é, por isso, um ser inconformado, procurando, constantemente, a melhor versão de si mesmo, sendo ele próprio um investigador. Deste modo, a faceta de professor-investigador permite fomentar o espírito crítico, permitindo-o questionar criticamente o que o rodeia e a ele próprio (Costa & Oliveira, 2015, Duarte & Moreira, 2020).

Vivemos um clima em constante transformação, onde surgem mudanças e novidades a um ritmo acelerado, fomentando a atualização e adaptação, sendo que a aprendizagem ao longo da vida é uma das formas de corresponder a esta necessidade. No caso da profissão docente, tendo em conta o contacto com as novas gerações, torna-se mais do que evidente a necessidade de acompanhar este ritmo fervoroso de mudança, sendo de extrema importância manter a capacidade de pesquisar, seleccionar e interpretar a informação disponível (Gay et al., 2012).

Considerando a imprescindibilidade de uma prática reflexiva constante, a IA mostra-se como uma metodologia de investigação ideal para a educação, procurando promover mudanças e melhorar práticas, em contextos reais, envolvendo quer os participantes, quer as condições onde se inserem. A IA ocorre, por isso, através de processos sequenciais de investigação, planeamento, desenvolvimento, ação, observação e reflexão (Duarte & Moreira, 2020), como representado na Figura 5.

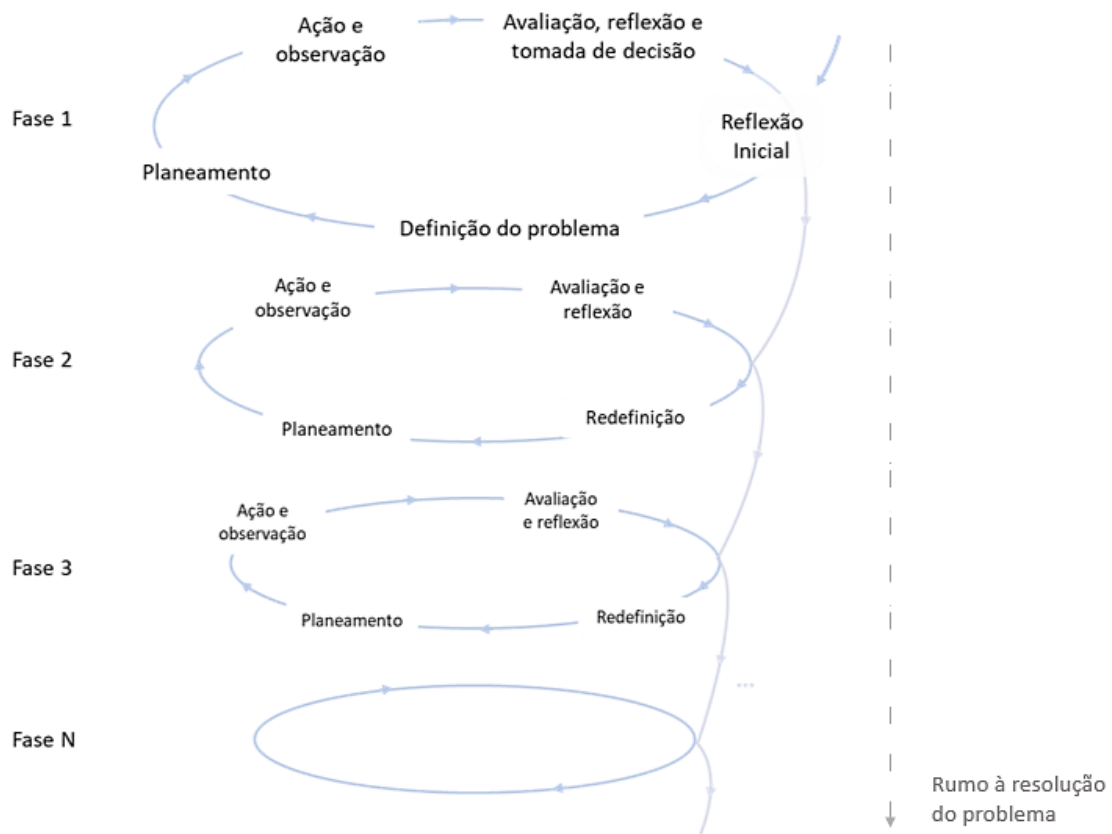


Figura 6: Espiral dialética da Investigação-Ação, associada a um processo contínuo de ação e reflexão. “Fase N” representa um número inteiro indeterminado de fases (adaptado de Santos et al., 2004, p.3).

A IA é, por isso, uma mais-valia para o processo educativo, uma vez que melhora a prática e a compreensão do fenómeno estudado, fazendo dos professores-investigadores os agentes promotores da mudança. A IA tem como base conhecimento teórico, sem descurar a aplicação e uma forte componente reflexiva, sendo de extrema importância no contexto da formação inicial de professores (Flores, 2017).

Classificação quanto ao método: o qualitativo

O método quantitativo utiliza medidas padronizadas e sistemáticas, permitindo a comparação e análise de medidas estatísticas, de dados, sendo amplamente utilizado, por exemplo, nas ciências naturais. Está relacionado com controlo de variáveis e testes de hipótese, envolvendo pouca interação do sujeito investigador com os participantes.

Por outro lado, o método qualitativo baseia-se na recolha de dados, análise e interpretação de fenómenos observados no seu ambiente natural, sendo essencialmente não numéricos, sendo utilizado recorrentemente nas ciências sociais. Permitem, assim, obter uma compreensão mais profunda sobre um determinado fenómeno, onde o sujeito investigador interage com os participantes.

Tendo em conta os fatores referidos, a presente investigação seguiu as linhas do método qualitativo, uma vez que a investigação em educação engloba, tendencialmente, o trabalho com seres humanos, tendo, por isso, alguma imprevisibilidade associada ao desenrolar da investigação (Coutinho, 2018). A utilização do método qualitativo vai ao encontro da necessidade de encontrar respostas mais aprofundadas para os problemas levantados pelas ciências sociais, em comparação com a objetividade derivada dos métodos quantitativos, focando mais no processo e, consequentemente, menos nos resultados. Assim, este método recolhe, analisa e interpreta os dados maioritariamente sob a forma de narrativas e observações, onde o investigador é o principal instrumento de recolha dos dados obtidos, sendo esta considerada uma limitação da utilização do método qualitativo, uma vez que pode causar uma recolha de dados condicionada pela subjetividade (Coutinho, 2018). Se, por um lado, esta relação de proximidade pode ser vista como um ponto fraco, por outro lado, a interação entre o investigador e os participantes do estudo, pode levar a uma melhor compreensão das perspetivas dos participantes, sendo os dados colhidos num ambiente natural, neste caso, em contexto de sala de aula, e o produto final traduz-se, geralmente, numa síntese descritiva (Gay et al., 2012).

4.2. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

Existem diversas formas de recolha de dados passíveis de serem utilizadas nas investigações que incluem métodos qualitativos, sendo importante garantir uma recolha ética, que permita que os dados contribuam para compreender o fenómeno em análise (Gay et al., 2012). De modo a dar resposta ao problema da investigação, é necessário que se proceda à recolha de dados, assim, na presente investigação foram utilizadas técnicas de inquérito, observação e análise de registos a partir de (i) teste cognitivo, (ii) grelha de observação e (iii) questionários.

Teste cognitivo

De acordo com Gay e colaboradores (2012), os testes cognitivos permitem a recolha de dados sobre os domínios atitudinais e cognitivos dos participantes, a partir de um momento formal e organizado. Tendo em conta que na presente investigação se procurou recorrer a conteúdos já abordados durante o ano letivo, o teste cognitivo teve como função averiguar o conhecimento prévio dos participantes, funcionando como um teste diagnóstico, de modo a compreender o ponto de partida de cada um dos participantes, para a resolução do jogo. Deste modo, foi possível avaliar processos como o raciocínio, análise e aplicação de conhecimento e a resolução de problemas (Gay et al., 2012). Este instrumento pode

conter questões com itens de seleção (como questões de escolha múltipla, correspondências e verdadeiro/falso) e questões de resposta aberta ou semi-aberta, como preenchimento de espaços (Gay et al., 2012).

O teste cognitivo que foi administrado (Apêndice 1) incluiu dois grupos, sendo o primeiro direcionado para a componente de geologia e o segundo para a componente de biologia, a serem abordadas no PI. As questões foram cotadas e corrigidas de acordo com a sua tipologia e critérios. As questões de seleção e de resposta curta foram cotadas com 5 pontos, enquanto as questões de resposta aberta foram cotadas com 10 pontos (grupo I – questão 8; grupo II – questão 9), sendo a cotação distribuída de acordo com os patamares de desempenho. Posteriormente à resolução do teste cognitivo, as classificações finais foram obtidas numa escala de 0 a 100 pontos e recalculadas para 20 valores.

Grelha de Observação

A observação apresenta-se como uma das técnicas de recolha de dados mais utilizadas nos estudos qualitativos, revelando-se um instrumento que permite a recolha de dados num ambiente natural, permitindo obter dados mais autênticos. A observação pode ser classificada de acordo com o grau de envolvimento do observador, no que diz respeito à atividade e aos participantes. No presente trabalho, optou-se por uma observação onde o observador está presente no ambiente a observar, mas não participa nas atividades nem interage com os participantes, sendo, por isso, uma observação participante passiva (Spradley, 1980). As duas observadoras, uma professora e uma professora-estagiária, estavam presentes no dia-a-dia da turma, conferindo a vantagem de os participantes estarem habituados à sua presença. Por outro lado, este facto também se pode revelar como uma desvantagem, uma vez que a relação entre as docentes e os participantes pode afetar a objetividade durante a recolha de dados através da observação.

A observação foi realizada recorrendo a uma grelha de observação (Apêndice 2) para cada um dos grupos de trabalho e uma para os participantes, individualmente, sendo ambas estruturadas. Os parâmetros avaliados visaram recolher dados dos domínios cognitivo e atitudinal. Tendo em conta que os parâmetros a avaliar na grelha de observação individual podem ser considerados abstratos, torna-se importante especificar os critérios, definidos na Tabela 3. O preenchimento das grelhas de observação assumiu um carácter dicotómico, onde os níveis de desempenho correspondiam à observação (“sim”), ou não observação (“não”), de cada parâmetro.

Tabela 3: Parâmetros de observação individual e respetivas definições.

Parâmetro	Definição
Participa ativamente, por iniciativa própria	Participação na atividade, através de tomada de decisões, levantar questões e problemas. Participação por vontade própria.
Demonstra motivação / interesse	Vontade de saber mais sobre o assunto; mostrar iniciativa, empenho, dedicação (Schiefele, 1991).
Interage com os colegas	Estabelecimento de relações entre os participantes; comunicação (Davis et al., 1989).
Partilha ideias com os colegas	Ocorre troca de ideias com outros participantes.
Ouve a opinião dos colegas	Comunicação a partir de uma relação de aceitação e apoio.
Expressa as suas ideias com clareza	Comunicação através de um discurso organizado e claro.
Utiliza terminologia científica adequada	Utilização de termos cientificamente corretos e adequados à atividade.

Questionário

Os questionários apresentam como grande vantagem a possibilidade de aplicar as mesmas questões a todos os participantes do estudo. Neste sentido, foram elaborados dois questionários: o relatório de acusação e a avaliação de atividade.

O relatório de acusação (Apêndice 3, construído segundo o guia de boas práticas do Centro de Estudos Judiciários, 2020) reuniu questões de resposta aberta, sendo a finalidade da sua aplicação averiguar a correta resolução do jogo (identificar o suspeito e utilizar pelo menos dois argumentos válidos para justificar a acusação), comprovando o término da atividade.

O questionário final correspondeu à avaliação de atividade (Apêndice 4) e assumiu um caráter misto, possuindo questões de resposta aberta e questões de resposta fechada. Este questionário foi construído com vista a compreender a perceção dos participantes, face à atividade, e foi colocado via *Microsoft Forms*. O questionário dividiu-se em duas partes, sendo que a parte I correspondeu à autoavaliação da prestação ao longo da atividade e a parte II, referente à opinião dos participantes, sobre a atividade. A parte I, compreendeu 12 questões (que vão ao encontro dos itens que constam nas grelhas de observação), com resposta em escala de Likert, com cinco níveis (Discordo totalmente; Discordo parcialmente; Indiferente;

Concordo parcialmente; Concordo totalmente). Na parte II constavam quatro questões de seleção, duas questões em escala de Likert e duas questões abertas. Existiam ainda quatro questões abertas, não obrigatórias, onde os participantes podiam completar as suas respostas (em itens de seleção) ou tecer algum comentário sobre a atividade.

Para que os dados recolhidos através dos instrumentos de recolha de dados possam ser considerados válidos, é necessário garantir que os instrumentos utilizados tenham validade e fiabilidade. O grau de precisão que um determinado instrumento de recolha de dados possui, em relação ao que pretende medir, é definido como sendo a sua validade (Gay et al., 2012; Coutinho, 2018). Por outro lado, a capacidade de obter dados idênticos, com um determinado instrumento, quando este é aplicado a amostras semelhantes, define-se como fiabilidade (Gay et al., 2012; Coutinho, 2018).

De modo a garantir a validade e fiabilidade do estudo recorreu-se à correta construção dos instrumentos e a uma análise de conteúdo adequada. Estes instrumentos, descritos nas secções anteriores, foram elaborados pela professora-investigadora, a partir de revisão bibliografia, tendo sido sujeitos a uma reflexão crítica. Após esta fase inicial, seguiu-se uma reflexão crítica conjunta com a professora cooperante, onde as questões foram reformuladas de modo a evitar possíveis interpretações desviantes. Por fim, os instrumentos foram submetidos a uma análise de conteúdo por um painel de especialistas constituído por um orientador científico do departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, um orientador científico do departamento de Biologia e um professor do grupo 520.

4.3. Caracterização da Amostra

Tendo em conta os temas referidos nas secções anteriores, torna-se importante reforçar que a investigação em educação deve ser feita, também, pelos próprios docentes. Assim, com o intuito de fomentar a faceta de professor-investigador, a presente investigação foi aplicada numa turma do 11º ano de uma escola básica e secundária do Porto. Tendo em conta que os participantes pertencem a uma das turmas alocadas ao núcleo de estágio no contexto da IPP/PES, é considerada uma amostra de conveniência e, por isso, uma amostra não probabilística. Neste caso, a amostra não é representativa da população, por isso, não permite generalizações, fornecendo indicadores dos parâmetros analisados (Gay et al., 2012). A turma selecionada para implementar o PI era constituída por 9 alunos (8 do sexo masculino, 1 do sexo feminino), com idades compreendidas entre os 16 e os 18 anos (no início do ano letivo, média de idades de 16,4 anos).

5. Programa de Intervenção

O PI foi elaborado com o intuito de encontrar respostas para o problema e objetivos de investigação (referidos no Capítulo 3). O PI foi aplicado durante um total de 200 minutos, tendo sido dedicados 150 minutos à aplicação do jogo, enquanto os restantes 50 minutos corresponderam à conclusão da atividade e ao preenchimento da avaliação de atividade.

5.1. Planificação e Recursos Educativos

A planificação de aula é um processo de racionalização da prática educativa que assenta na reflexão sobre o processo pedagógico, promovendo uma melhor prática letiva. Deste modo, o professor pode ponderar e preparar as atividades, considerando o tempo e recursos disponíveis, com vista a otimizar a qualidade do ensino, alcançar objetivos e repensar sobre metas não cumpridas (Praia et al., 2011). O docente tenta antecipar o futuro, procura prever as dificuldades apresentadas pelos alunos, bem como as questões e complicações que poderão sugerir, por parte dos alunos, mas também as adversidades que o próprio docente poderá enfrentar (Castro et al., 2008).

Para além da construção do plano de aula é necessário ter em conta outros fatores, não diretamente relacionados com o professor, como o contexto onde o docente está inserido; os alunos e respetivas experiências (diferentes indivíduos poderão ter diferentes formas e/ou tempos para atingir as mesmas metas e objetivos); o espaço, como por exemplo a disposição da sala de aula; materiais disponíveis, entre outros fatores. A prática letiva é, por isso, um momento de constante adaptação, quer seja planeada, quer seja em processo ativo, mas sempre com vista à criação de ambientes enriquecedores e estimulantes, que promovam o sucesso escolar (Castro et al., 2008). Planear as aulas é uma enorme vantagem para o docente uma vez que permite uma maior capacidade de antecipação e adaptação. Através do planeamento, o professor terá maior facilidade em encontrar atividades que consigam captar a atenção dos alunos, despertar o seu interesse e promover o seu envolvimento nas aulas, enquanto inseridos num ambiente enriquecedor.

Quando inserido num contexto escolar, o docente deve ter uma visão mais abrangente das suas aulas, elaborando planificações para cada aula, tendo em conta os conteúdos que constam nas Aprendizagens Essenciais da disciplina, em conjunto com o

Perfil do Aluno. Neste seguimento, a planificação da atividade (Apêndice 5, definida para quatro aulas de 50 minutos) contém, de forma discriminada, todas as etapas relacionadas com o desenvolvimento das aulas, bem como as tarefas atribuídas aos alunos, mas também a mediação do professor, conceitos, recursos, avaliação e indicadores de aprendizagem.

Tendo em conta os objetivos definidos, bem como a informação que consta na Secção 2.2., adotou-se o jogo didático como o recurso central para a atividade (Apêndice 6), sendo ainda elaborados outros recursos, de modo a cativar a atenção dos intervenientes. Deste modo, surgem anexos informativos (Apêndice 7) para consultar ao longo da resolução do jogo, bem como um modelo da cena do crime (Figura 7, onde os participantes podiam delimitar a zona do crime, bem como as zonas para recolha de amostras) e o Relatório de Acusação (Apêndice 3).



Figura 7: Modelos do local do crime (A) visão geral, (B) pormenor do interior da gaiola e (C) pormenor da pegada à entrada da gaiola.

5.1.1. O Jogo “Crime School Investigation”

A atividade central do PI ocorreu em torno do jogo, que consiste numa sequência de cenários que retratam a investigação em torno do roubo de uma ave exótica. O jogo foi construído a partir da ferramenta Genially (2021) (idêntica à ferramenta Power-Point), tratando-se de uma série de slides interligados, através de animações.

O jogo encontra-se organizado por “dias de investigação”, aos quais estão alocados um conjunto de tarefas. De modo a ir ao encontro de diferentes ritmos de aprendizagem, o jogo segue uma organização semiestruturada, onde os participantes podem optar pelo caminho que pretendem seguir, selecionando as tarefas/cenários que pretendem analisar, podendo ainda repetir ações. Na Figura 8 encontra-se um esquema que demonstra o modo de organização de um hipotético dia de investigação no jogo.

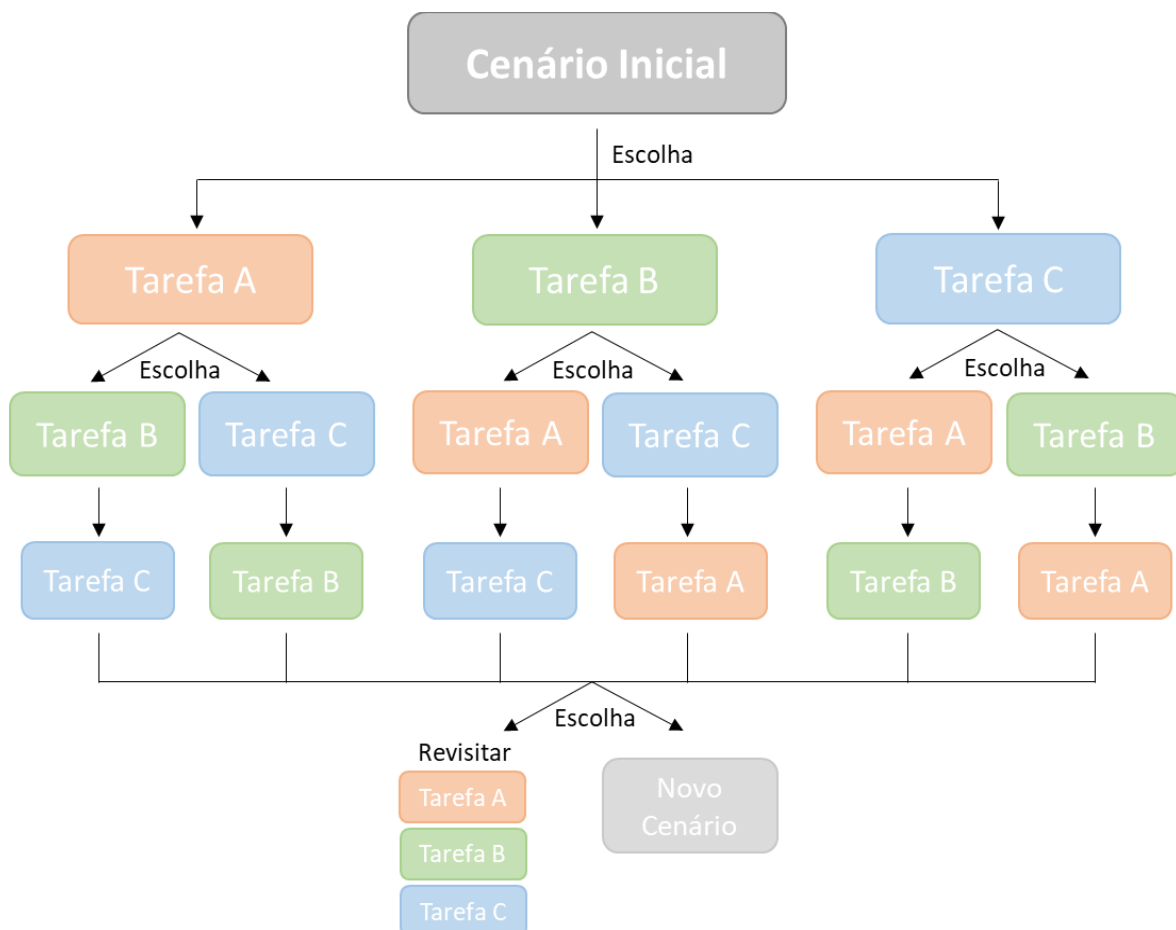


Figura 8: Exemplo de esquema de organização do jogo, num “dia de investigação”, com três tarefas associadas. Encontram-se representadas as diferentes combinações que os participantes podem selecionar.

As diferentes tarefas propostas aos participantes estão relacionadas com levantamento de informação relativa à investigação (a partir da análise do local do crime, recolha de depoimentos, entre outros), responder às questões que são apresentadas e resolução de problemas. Ao longo do jogo, pretendeu-se que os participantes fossem capazes de dar resposta às situações com que foram confrontados, através da mobilização e aplicação de conhecimentos de biologia e de geologia, e/ou recorrendo aos recursos disponibilizados.

5.2. Aplicação do Programa de Intervenção

O presente PI foi aplicado no 3º período do ano letivo, no mês de maio de 2021, durante as aulas de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade. Antes da dinamização da atividade, foi aplicado o teste cognitivo (Apêndice 1, 13 de maio de 2021), de modo a aferir os conhecimentos prévios dos participantes, no que diz respeito às temáticas a serem abordadas nas aulas seguintes (referidas na Secção 1.1.). O teste cognitivo (Anexo 1) foi realizado individualmente e teve uma duração de 100 minutos (não contabilizados na planificação da atividade).

De acordo com a planificação (Apêndice 5), no dia 14 de maio, decorreu a exploração do jogo “Crime School Investigation”, na sala de aulas. A planificação teve em conta a atribuição de salas de aulas à turma de participantes, de modo a ser possível realizar o jogo numa sala que reunisse as condições necessárias (neste caso, uma sala de computadores, apesar de haver também a possibilidade de jogar em qualquer *smartphone*). A professora-investigadora introduziu a atividade, explicando aos participantes os papéis que assumiam (agente-estagiário) e qual o objetivo do jogo. De seguida, formou os grupos (de dois participantes cada, tendo um dos grupos ficado com um terceiro elemento), distribuiu o “kit do agente” (contendo a identificação dos participantes e o material para permitir a recolha de amostras do local do crime), e deu início à atividade, ao ceder o *link* de acesso ao jogo (Apêndice 6). Esta fase decorreu ao longo de 150 minutos, onde foi solicitado aos participantes a resolução do jogo (na Figura 9 encontram-se alguns momentos da atividade) e o preenchimento do relatório de acusação. Durante a atividade, em paralelo, as professoras-observadoras preencheram, de forma independente, a grelha de observação construída para esta atividade.



Figura 9: Imagens ilustrativas da aplicação do jogo “Crime School Investigation”.

No dia 19 de maio ocorreu a conclusão da atividade. Deu-se uma breve discussão sobre qual o suspeito acusado por cada um dos participantes, bem como os argumentos que sustentavam a acusação. De seguida concluiu-se o jogo, através da revelação do suspeito acusado, bem como da pena associada. Na fase final, foi solicitado aos participantes o preenchimento do *Forms* “avaliação de atividade” (Apêndice 4).

6. Resultados e Discussão

Os dados recolhidos a partir dos instrumentos referidos na Secção 4.2., foram analisados recorrendo a estatística descritiva e análise de conteúdo, de forma a permitir descrever e discutir os resultados de modo objetivo.

6.1. Resultados e discussão alusivos ao teste cognitivo

O teste cognitivo foi corrigido de acordo com os critérios de correção específicos, tendo sido classificado numa escala de 0 a 20 valores, tal como consta na grelha de correção (Apêndice 8). De um modo geral, os resultados foram satisfatórios, tendo a média de classificações sido 12,8 valores, com um desvio padrão de 3,33 valores. Das 9 provas realizadas, um discente obteve uma classificação inferior a 10 valores (7,1 valores), sendo esta a classificação mais baixa, enquanto a classificação mais elevada foi de 17,8 valores.

Relativamente aos resultados do grupo I – geologia – como é possível observar na Tabela 4, as questões associadas à interpretação do documento apresentam maior percentagem de respostas corretas, tendo a questão 3 apresentado a totalidade de respostas corretas (n=9; 100%). Por outro lado, a questão 4 apresentou menor percentagem de respostas corretas (n=3; 33,3%), correspondendo esta questão à análise de um gráfico de frequências relativas acumuladas.

Tabela 4: Frequência relativa e frequência absoluta de respostas corretas nas questões de escolha múltipla e de ordenação, do grupo I do teste cognitivo.

	1.	2.	3.	4.	6.
Frequência Relativa e Frequência Absoluta de Respostas Corretas	77,8% (n=7)	66,7% (n=6)	100% (n=9)	33,3% (n=3)	55,6% (n=5)

Para cada questão de resposta aberta ou correspondência, são admitidas cotações intermédias, ao contrário do que acontece com as questões de escolha múltipla e de ordenação. No grupo I (Tabela 5), no que diz respeito às perguntas das tipologias referidas, não existiram respostas sem cotação, mostrando um domínio satisfatório dos conteúdos referentes ao ciclo das rochas, por parte dos discentes.

Tabela 5: Frequência relativa de respostas corretas nas questões de correspondência e resposta aberta do grupo I do teste cognitivo.

	5.	7.	8	
Frequência Relativa de Respostas Corretas	0%	11,1%	55,6%	Cotação total
	100%	88,9%	44,4%	Cotação parcial
	0%	0%	0%	Sem cotação

No que diz respeito ao grupo II – biologia (Tabela 6), de um modo geral, as perguntas relacionadas com a interpretação do documento (questão 1 e 2), com o código genético (questão 3) e com taxonomia (questão 5), apresentaram maior percentagem de respostas corretas, tendo a questão 5 apresentado a totalidade de respostas corretas (n=9; 100%). Por outro lado, a questão 4, relacionada com sistemas de classificação, apresentou o menor número de respostas corretas (n=4, 44,4%).

Tabela 6: Frequência relativa e frequência absoluta de respostas corretas nas questões de escolha múltipla grupo II do teste cognitivo.

	1.	2.	3.	4.	5.
Frequência Relativa e Frequência Absoluta de Respostas Corretas	88,9%	77,8%	77,8%	44,4%	100%
	(n=8)	(n=7)	(n=7)	(n=4)	(n=9)

Tal como referido anteriormente, as cotações das questões 6 a 9 apresentam patamares com cotações intermédias (Tabela 7). As questões relativas ao código genético (6 e 7) apresentaram duas respostas sem cotação (22,2%), tendo a questão 6 apresentado maior número de respostas corretas (n=6; 66,7%), em comparação com a questão 7 (n=2; 22,2%). A questão 8, de correspondência, relativa aos processos de replicação, transcrição e tradução, não apresentou respostas sem cotação, tendo apenas duas respostas obtido a cotação total (22,2%). Por fim, a questão 9, relativa a mutações, não apresentou respostas com cotação total, tendo ainda 2 respostas sem cotação (22,2%).

Tabela 7: Frequência relativa de respostas corretas nas questões de correspondência e resposta aberta do grupo II do teste cognitivo.

	6.	7.	8.	9.	
Frequência Relativa de Respostas Corretas	66,7%	22,2%	22,2%	0%	Cotação total
	11,1%	55,6%	77,8%	77,8%	Cotação parcial
	22,2%	22,2%	0%	22,2%	Sem cotação

As oscilações nas cotações de questões de resposta aberta ocorreram devido à existência de respostas onde constavam, ou não constavam, os tópicos de correção (ou outros equivalentes, adaptados à questão colocada, e cientificamente corretos). Questões cotadas com 0 pontos foram o resultado de respostas em branco ou de respostas não relacionadas com a pergunta colocada.

De um modo geral, os resultados obtidos no teste cognitivo foram considerados satisfatórios, mostrando a existência de uma base teórica sobre as temáticas a abordar no jogo, permitindo, por um lado, a sua resolução, mas também a revisão de conteúdos cujo domínio se mostrou mais fragilizado.

6.2. Resultados e discussão alusivos ao relatório de acusação

O relatório de acusação foi utilizado de modo a compreender se os participantes tinham resolvido o jogo de forma adequada, colmatando os dados relativos à observação, referida na secção seguinte. Os dados permitiram concluir que os participantes concluíram a atividade nos 150 minutos destinados, tendo também sido capazes de identificar o suspeito correto (Figura 10).



Figura 10: Respostas dos participantes, relativas ao personagem do jogo que acusaram. Todos os participantes acusaram o mesmo suspeito “Helmer Shaw”.

Para confirmar uma seleção fundamentada do suspeito, era pedido aos alunos que utilizassem pelo menos dois argumentos que justificassem a razão da acusação. Todos os participantes envolvidos apresentaram 4 ou mais argumentos válidos, que justificaram a acusação da personagem “Helmer Shaw”. Após análise de conteúdo, os argumentos utilizados dividiram-se em duas categorias: argumentos relacionados com a interpretação da narrativa do jogo e argumentos relacionados com evidências baseadas em análises científicas (derivadas do desenrolar da investigação do jogo). Todos os participantes apresentam argumentos das duas tipologias. Na Tabela 8 encontram-se alguns exemplos de argumentos utilizados pelos participantes, para justificar a acusação do suspeito.

Tabela 8: Exemplos de argumentos utilizados no relatório de acusação, para justificar a acusação de um suspeito.

	Exemplos retirados dos relatórios de acusação
Argumentos relacionados com a interpretação da narrativa	“Fazia venda de animais fora da cidade” “Não tinha alibi confirmado” “Tinha o braço arranhado”
Argumentos relacionados com evidências científicas (recolhidas e analisadas durante o jogo)	“O DNA coincidia (...)” “Pegadas com vestígio de basalto (...) o endereço da casa do suspeito onde existe por perto areia basáltica” “a pegada e o número do calçado coincidem”

Através dos resultados obtidos foi possível comprovar que os alunos foram capazes de concluir o jogo com sucesso, uma vez que terminaram dentro do tempo previsto, conseguiram identificar o suspeito que cometeu o crime e ainda apontar argumentos para tal acusação. Estes resultados vão ao encontro dos resultados apresentados na Secção 6.1., mostrando que o conhecimento da componente teórica permitiu a resolução do jogo, segundo as condições definidas.

6.3. Resultados e discussão alusivos à observação da atividade

Os resultados obtidos a partir das grelhas de observação, permitiram verificar, essencialmente, competências do domínio atitudinais, mas também do domínio cognitivo dos alunos. No que diz respeito aos registos efetuados pelas observadoras-participantes, verificou-se uma concordância superior a 80%, na globalidade, pelo que se considerou o instrumento fiável (Coutinho, 2018).

De acordo com as observações, no que diz respeito ao trabalho em grupo, todos os grupos recolheram informação do cenário, identificaram e procuraram solucionar problemas e consultaram fontes de informação externa ao jogo (pesquisa direcionada, a partir de recursos disponibilizados pela professora-investigadora). Neste conjunto de parâmetros, os registos das observadoras foram concordantes (100%).

No que diz respeito à prestação individual, os participantes mostraram-se motivados, tendo participando na atividade por iniciativa própria. Relativamente à interação com os colegas do grupo, a maioria dos alunos mostraram-se comunicativos, interagindo e

partilhando ideias com os colegas (n=9), sendo capazes de ouvir a opinião dos colegas e partilhando a sua com clareza (n=8), utilizando terminologia científica correta, quando interpelados (n=9). No que diz respeito à recolha de dados dos parâmetros de observação individual, existiu concordância entre as duas observadoras (100%).

Na zona dedicada a outros registos, uma das observadoras referiu que “no geral, os alunos mostraram-se muito interessados, empenhando-se nas atividades.” e “emitiram a opinião de que tinha sido engraçado e que era uma boa forma para aprender a matéria” Estas anotações, em conjunto com os restantes dados obtidos a partir da grelha de observação, vão ao encontro de resultados reportados noutros estudos, como é o exemplo do trabalho de Sadler e colaboradores (2015) e de Vaz de Carvalho (2015). As duas observadoras referem ainda diferenças no que diz respeito aos níveis de empenho de três alunos que, em comparação com os restantes, se mostraram menos ativos durante a atividade, apesar de terem cumprido com as tarefas propostas. Uma das possíveis explicações para este comportamento poderá estar relacionada com duração da atividade (aula de 150 minutos), tal como será possível compreender nos resultados que constam na secção seguinte.

6.4. Resultados e discussão alusivos à avaliação da atividade

De modo a compreender a perceção dos 9 alunos, face à atividade e à própria prestação, foi aplicado um questionário, via *Microsoft Forms*, cujos resultados se encontram descritos de seguida.

Parte I: autoavaliação

Tal como consta no Apêndice 4, a primeira parte do questionário consistiu em 12 questões referentes à autoavaliação da prestação dos alunos, durante a atividade (Figura 11). Todos os participantes responderam que concordavam totalmente que foram capazes de recolher informação do cenário, identificar os problemas associados à atividade e completar a atividade no tempo previsto (questões 1, 2 e 8, respetivamente). No que diz respeito à mobilização dos conhecimentos de biologia e geologia, para aplicação ao jogo (questão 3), 55,6% (n=5) dos participantes afirmaram que concordaram parcialmente com a afirmação, enquanto os restantes (n=4) concordaram totalmente. Especificamente, no que diz respeito à utilização de conhecimentos de biologia para a resolução de problemas com facilidade (questão 5), 44,4% (n=4) dos participantes concordaram parcialmente, enquanto

os restantes 55,6% concordaram totalmente. Do mesmo modo, no que diz respeito à geologia (questão 6), a relação de respostas foi de 33,3% (n=3) para 66,7% (n=6), respetivamente. A questão 7, focava a opinião dos alunos relativamente à contribuição da atividade para a construção/consolidação do conhecimento de biologia e geologia, 22,2% (n=2) dos inquiridos concordaram parcialmente, enquanto os restantes (n=7) concordaram totalmente.

As grelhas de observação mostraram que todos os grupos consultaram fontes de informação para auxiliar na resolução do jogo, do mesmo modo, 22,2% (n=2) dos inquiridos concordam parcialmente com a afirmação, enquanto os restantes concordam totalmente (questão 4).

Na pergunta 9, um dos alunos mostrou-se indiferente quanto à participação por vontade própria, enquanto os restantes (n=8) concordaram completamente. Quando interpelados sobre a motivação (questão 10), 22,2% (n=2) dos alunos concordaram parcialmente que se sentiram motivados perante a atividade proposta, enquanto os restantes (n=7) concordaram totalmente. Em relação a trabalhar em grupo, para resolver os problemas do jogo (questão 11), um dos inquiridos mostrou-se indiferente, dois dos inquiridos concordaram parcialmente e os restantes concordaram totalmente. Por fim, quando os participantes foram questionados sobre a satisfação face à própria prestação nas atividades propostas, um dos alunos discordou parcialmente, um concordou parcialmente e os restantes concordaram totalmente.

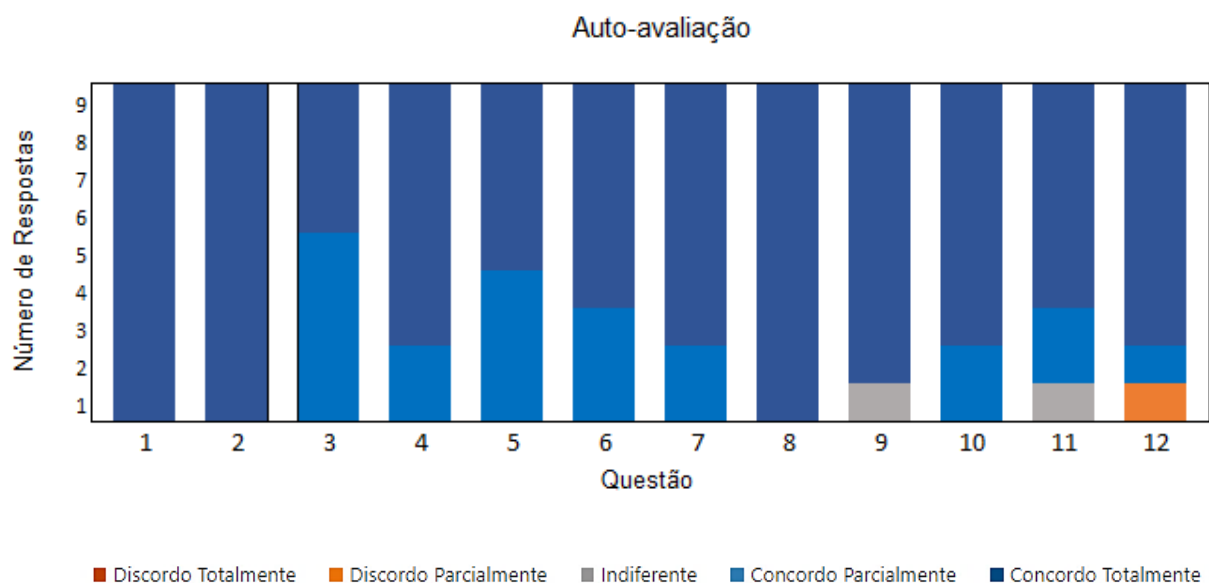


Figura 11: Resultados aferidos a partir do questionário “avaliação de atividade”, no que diz respeito à autoavaliação, por parte dos discentes.

Os resultados obtidos nesta primeira parte da avaliação de atividade vão ao encontro dos obtidos na secção anterior (referente à grelha de observação). Por um lado, no que diz respeito aos parâmetros de observação de grupo, nomeadamente na recolha de informação do cenário, identificação de problemas e consulta de informação externa ao cenário, a percepção dos alunos é semelhante ao registo das observações. Nos parâmetros de observação individuais, é possível compreender que alunos se sentiram motivados, participaram na atividade por vontade própria e trabalharam em equipa.

Por outro lado, os dados relativos ao término da atividade no tempo estipulado, bem como nas questões relacionadas com a mobilização de conceitos para a resolução do jogo, vão ao encontro do que se observou na Secção 6.2., referente ao relatório de acusação.

Estes dados mostraram que a percepção dos alunos face à atividade, tal como referido em pesquisas anteriores, por Huizenga e colaboradores (2019) e por Ninaus e colaboradores (2019), os fez sentir mais motivados, procurando participar e cooperar com os colegas, ao mesmo tempo que articulavam conhecimentos da disciplina.

Parte II: avaliação de atividade

Na segunda parte do questionário, pretendeu-se avaliar a percepção dos alunos, sobre a atividade. Deste modo, os alunos classificaram o ambiente de aprendizagem (Figura 12A) como *organizado* (n=9), *enriquecedor* (n=8) e *descontraído* (n=5). Um dos participantes selecionou a opção *outro*, adicionando o termo “fixe”. Os termos *desorganizado* e *rígido* não obtiveram qualquer seleção.

Na Figura 12B é possível compreender que foram selecionados diversos termos para a descrição da atividade, tendo esta sido indicada como *interativa* (n=9), *cativante* (n=7), *informativa* (n=6), *fascinante* (n=5), *educativa* (n=3), *original* (n=2) e *esclarecedora* (n=1). Os termos *dececionante*, *monótona*, *cansativa*, *complicada* e *outro* não obtiveram qualquer seleção.

No que diz respeito às competências utilizadas no decorrer da atividade (Figura 12C), todas as opções foram alvo de alguma seleção, das quais se destacam *cooperação*, *raciocínio* e *consciência ambiental*, todas com o mesmo número de atribuições (n=8).

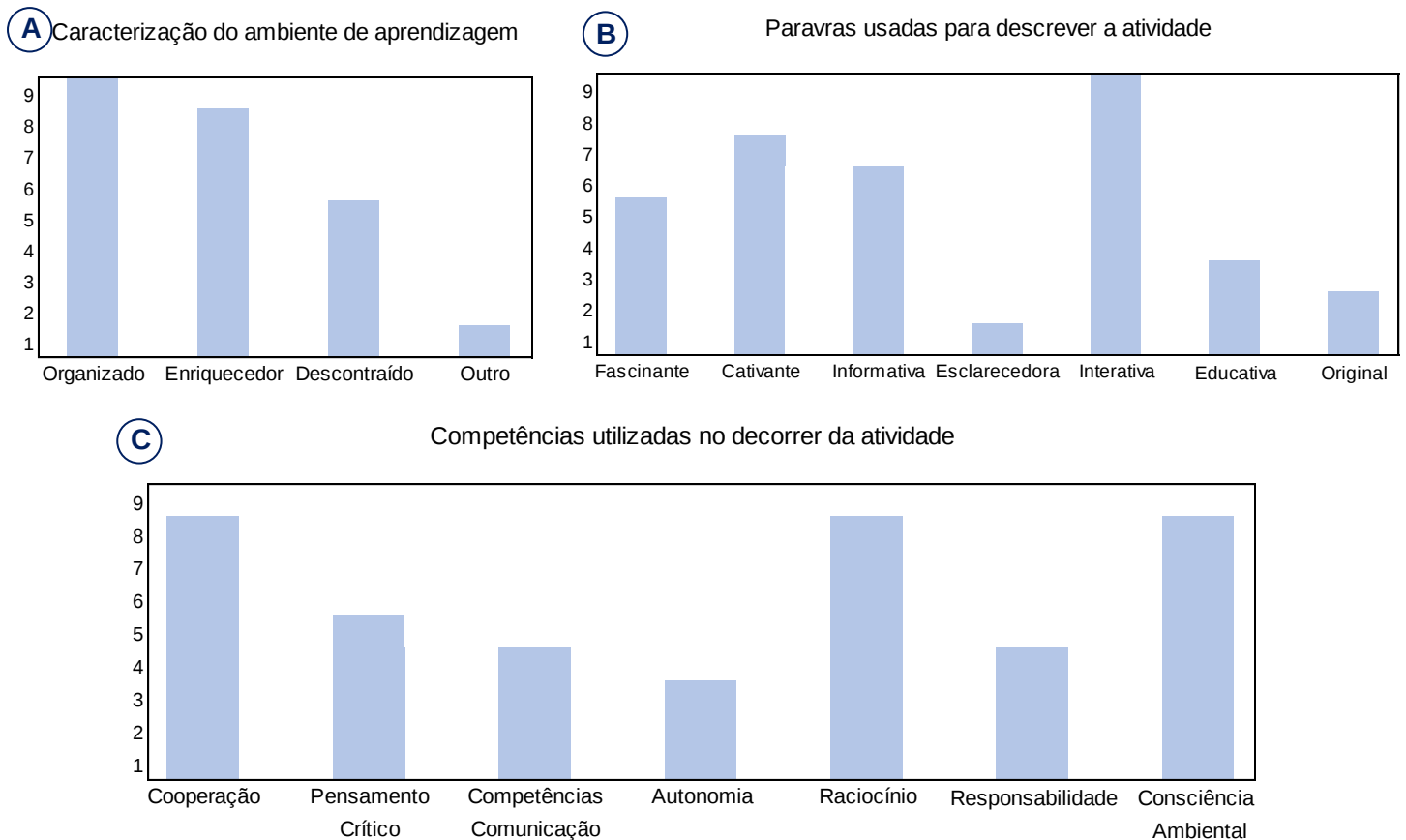


Figura 12: Resultados aferidos a partir do questionário “avaliação de atividade”, no que diz respeito (A) à caracterização do ambiente de aprendizagem, (B) à descrição da atividade e (C) às competências utilizadas no decorrer da atividade, por parte dos discentes.

Os participantes foram questionados sobre o papel assumido pela professora, durante a atividade (Figura 13). Todos os alunos identificaram a utilização de diversos recursos e criação de uma atividade propícia à construção e aplicação de conhecimentos, bem como ao desenvolvimento de competências. A maior parte dos participantes identificou a existência de um papel facilitador, por parte da professora, onde os alunos assumiram um papel ativo ($n=7$) e consideraram que existiu fomentação da autonomia ($n=6$). Estas respostas vão ao encontro dos princípios defendidos pelo EOI e também pela ABJ (Kawalkar & Vijapurkar, 2015; Kangas, et al. 2017). Por outro lado, um participante considerou que a professora assumiu um papel central, desenvolvendo a atividade de forma demonstrativa, tendo os alunos um papel passivo. Esta seleção pode estar relacionada com o facto de a professora-investigadora ter introduzido a atividade à turma, nos primeiros 5 minutos da aula, apesar de não ter assumido um papel central ao longo da atividade. A opção relativa à memorização de conceitos, através de repetição de forma mecânica não obteve qualquer seleção, tal como seria de esperar, dadas as características da ABJ e da atividade desenvolvida.

Papel da Professora

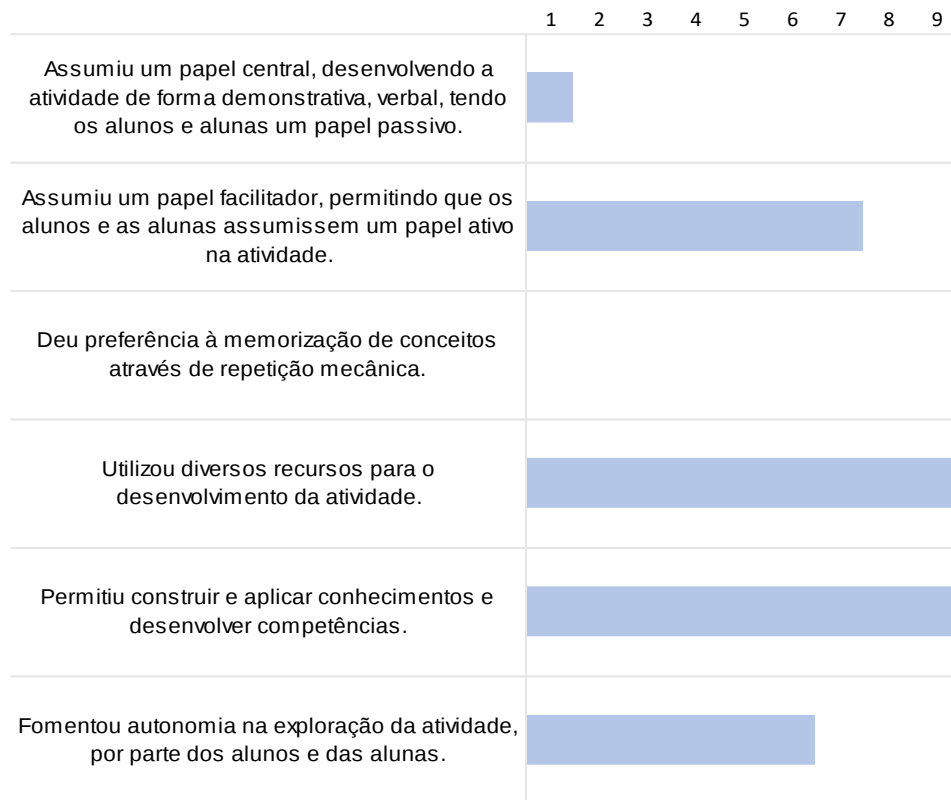


Figura 13: Resultados obtidos a partir do questionário “avaliação de atividade”, relativamente ao papel do professor durante a atividade, segundo os participantes.

Todos os participantes estiveram de acordo no que diz respeito à perceção do papel assumido pela professora, onde todos concordaram completamente que a professora tinha assumido um papel adequado à atividade, concordando também completamente quando questionados sobre a existência de uma relação entre a atividade e o mundo real.

No final das questões de resposta fechada e semi-fechada, surgiram três questões de carácter aberto, onde os alunos puderam tecer considerações de forma livre, por não estarem restringidos por itens de seleção. Deste modo, estas perguntas foram relacionadas com os aspetos positivos, aspetos negativos e outros comentários a tecer.

No que diz respeito aos aspetos positivos foi possível organizar as respostas e duas categorias: opiniões relacionadas com as atitudes e sentimentos face à mesma, referidas por 8 dos participantes - *“Foi deveras uma aula diferente e gostei de ter de cooperar com o meu grupo para tentar chegar ao culpado.”*; *“Muito interativa e interessante.”*; *“Foi uma atividade muito cativante e interativa”* - e opiniões direcionadas para a mobilização/construção de conhecimento, referidas por 5 participantes - *“Aprendizagem mais aprofundada na área da geologia”*, *“A atividade proporcionou relacionar os*

conhecimentos adquiridos nas aulas de Biologia e Geologia com a interação de solucionar um crime, através de um jogo, onde aplicar os conhecimentos lecionados era fundamental”, “Deu para consolidar conhecimentos.”. Estas respostas mostraram-se de acordo com as respostas obtidas através das questões de seleção, anteriormente descritas.

Relativamente aos aspetos negativos da atividade, três participantes referiram “nenhum”. As restantes respostas podem ser agrupadas em relação ao ambiente onde decorreu a atividade, contando com quatro respostas a referir este assunto - *“Foi na sala em vez no laboratório”*, em relação ao tamanho da atividade, uma resposta - *“Talvez um pouco grande demais”*, e ainda uma opinião relativa ao funcionamento do jogo - *“Não ter como saltar as falas quando se voltava á mesma cena”*. No que diz respeito ao local onde decorreu a aula, o local de realização da atividade foi a sala de aula, devido ao contexto pandémico que marcou o presente ano letivo, impedindo a ocorrência de aulas laboratoriais, numa fase em que o contexto pandémico se mostrava preocupante, sendo esta a principal razão da adaptação da atividade a um jogo digital. No entanto, mediante estes comentários, sugere-se uma alternativa de exploração, na Secção 7.3.. Tendo em conta que o presente trabalho seguiu as linhas da IA, o jogo utilizado foi modificado, de modo a ir ao encontro das respostas dos inquiridos (nomeadamente no que diz respeito à passagem das falas).

Por fim, relativamente aos “outros comentários”, apenas se registou uma resposta - *“Gostei bastante da atividade”* – que se encontra de acordo com as respostas a itens anteriores, bem como aos restantes resultados.

7. Conclusão

7.1. Conclusões Gerais

O presente trabalho pretendeu avaliar o impacto da utilização da Aprendizagem Baseada em Jogos, aliada à temática das Ciências Forenses, no desenvolvimento de competências dos domínios cognitivo e atitudinal, nos alunos do 11º ano, na disciplina de Biologia e Geologia.

Os objetivos conceituais delineados, em articulação com os objetivos educacionais, pretendiam relacionar conceitos de Biologia e de Geologia com a sua aplicação a situações concretas. Através da resolução do jogo e do preenchimento do relatório de acusação, foi possível compreender que os participantes possuíam um domínio satisfatório dos temas abordados durante a atividade. Com este PI, pretendeu-se potenciar o desenvolvimento do raciocínio científico, no que diz respeito ao ensino de Biologia e Geologia, a partir da ABJ, mostrando que a utilização de jogos em contexto escolar pode ser uma mais-valia para o processo educativo, potenciando a participação, o interesse, a cooperação e, consequentemente, a aprendizagem. Deste modo, apesar do aluno assumir um papel central na construção do conhecimento, o papel do professor é crucial para garantir a correta elaboração e aplicação do jogo.

Através da utilização de metodologias de ensino que valorizem a ação direta dos alunos na construção do conhecimento, em conjunto com a sua aplicação a problemas do quotidiano, é possível ir ao encontro do Perfil do Aluno para o século XXI. Os resultados auferidos no decorrer desta investigação permitem obter bons indicadores no que diz respeito à utilização da ABJ, em contexto escolar, corroborando a ideia anterior. A utilização de recursos educativos variados e interativos, mostrou-se enriquecedora do ambiente de aprendizagem. Deste modo, de acordo com os resultados obtidos, é possível concluir que a aplicação do PI, incluindo todos os recursos associados, é uma possível via de abordagem dos conteúdos de Biologia e de Geologia trabalhados (crescimento celular, mutações, sistemática, ciclo das rochas e minerais).

7.2. Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional

A investigação retratada no presente trabalho enquadrou-se na PES, estando o relatório de estágio integrado na etapa final da formação inicial de professores. Neste sentido, e sendo o professor um ser em contante reflexão e aperfeiçoamento (como referido na Secção 4.1), torna-se essencial dar espaço à reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais, definidos na Secção 3.

Ao longo da formação de professores, nomeadamente durante a PES, é possível trabalhar a faceta de professor-investigador, envolvendo diferentes fases como a elaboração do projeto de investigação e respetiva aplicação. Assim, durante este processo, o docente trabalha e melhora inúmeras competências como, por exemplo, pesquisa, revisão de bibliografia e síntese, desenvolvendo, em paralelo, competências digitais, construção de instrumentos de recolha de dados, bem como capacidades relacionadas com a sua análise. Deste modo, com a realização desta investigação foi possível mobilizar conhecimentos científicos das temáticas abordadas e conhecimentos científicos educacionais, para a dinamização do PI, traçando a ponte com o primeiro objetivo profissional definido.

A utilização da ABJ exige um grande dispêndio de tempo, por parte do docente, para construção/domínio do jogo e dos recursos envolventes. É necessária uma grande preparação, com o auxílio da planificação, para garantir aulas proveitosas para professor e alunos, evitando que possíveis imprevistos prejudiquem a atividade. A aplicação desta metodologia, centrada no aluno, está amplamente dependente da ação e das capacidades do docente, durante a sua concretização. Com a aplicação desta metodologia de ensino foi possível desenvolver uma panóplia de competências que se irão revelar essenciais durante o futuro da prática docente da professora-investigadora, indo ao encontro do segundo objetivo definido.

O terceiro objetivo definido, relacionado com o desenvolvimento profissional, através de uma ação reflexiva, com vista à emancipação profissional, encontra-se interligado com os dois objetivos anteriores. Através da PES a professora-investigadora assumiu controlo da atividade como docente, experienciando os desafios associados à Escola do século XXI, tendo a oportunidade de refletir sobre as suas particularidades e desafios, mostrando a importância de uma atitude reflexiva ao longo da prática docente. Com a dinamização do presente trabalho, a professora-investigadora foi capaz de desenvolver e melhorar diversas competências pedagógicas, científicas e humanísticas, essenciais para realizar um bom trabalho como docente.

7.3. Limitações e Perspetivas Futuras

A vertente de professor-investigador revela-se uma prática extremamente útil para o desenvolvimento de competências profissionais e investigativas, no entanto, também se pode mostrar como uma limitação, essencialmente derivada da realização da investigação no contexto da IPP.

Por um lado, a amostra desta investigação, para além de muito reduzida, é uma amostra de conveniência e, por isso, de natureza não probabilística, o que impede a generalização dos resultados e respetivas conclusões. Por outro lado, também se pode considerar que o tempo é um fator limitante para o desenvolvimento desta metodologia, uma vez que as metodologias de ensino centradas no aluno, apesar de originarem aprendizagens mais significativas, também são tendencialmente mais morosas. Devido à existência de programas definidos, torna-se desafiante desenvolver metodologias inovadoras, em detrimento de metodologias centradas no professor, levantando a discussão em torno da organização dos programas nacionais das disciplinas, em conjunto com os tempos letivos definidos para o seu cumprimento e a autonomia e liberdade de ação concedida aos professores e escolas.

Tendo em conta estes constrangimentos, bem como os objetivos definidos para a presente investigação, propõem-se algumas adaptações face à atividade desenvolvida. A primeira sugestão prende-se com a aplicação do presente estudo a uma amostra aleatória, com maior número de participantes, permitindo obter resultados passíveis de generalização. Por outro lado, a investigação carece de um grupo de controlo, o que poderia enriquecer a análise efetuada, mostrando com mais precisão o impacto que a utilização do jogo poderia ter, em comparação com grupos que não participassem na atividade. Tendo em conta que ainda existe alguma renitência na utilização de jogos em contexto escolar, a nível nacional, torna-se essencial desenvolver investigações sobre a ABJ, de modo a mostrar as vantagens que derivam da sua utilização.

Por fim, dada a diversidade e potencialidade dos recursos desenvolvidos, sugere-se a utilização da atividade desenvolvida em contexto escolar, num ambiente que esteja livre das restrições impostas pelo tempo e pelos programas. Assim, com as devidas adaptações, sugere-se a exploração, por exemplo, num clube de ciência, permitindo a realização de atividades que, no jogo, foram apenas simuladas (como, por exemplo, extração de DNA), permitindo uma exploração mais próxima da realidade.

8. Referências Bibliográficas

- Abdul Jabbar, A. I., & Felicia, P. (2015). Gameplay Engagement and Learning in Game-Based Learning. *Review of Educational Research*, 85(4), 740–779. <https://doi.org/10.3102/0034654315577210>
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A. D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Essential cell biology*. Garland Science.
- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational Gamification Vs. Game Based Learning: Comparative Study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(4), 131–136. <https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659>
- Arenas, M., Pereira, F., Oliveira, M., Pinto, N., Lopes, A. M., Gomes, V., Carracedo, A., & Amorim, A. (2017). Forensic genetics and genomics: Much more than just a human affair. *PLOS Genetics*, 13(9), e1006960. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1006960>
- Aoki, R. L., Fiuza, P. J., & Lemos, R. R. (2018). Utilização de narrativas digitais em ambientes de aprendizagem baseada em jogos digitais: uma revisão sistemática da literatura. *ETD - Educação Temática Digital*, 20(4), 1138–1160. <https://doi.org/10.20396/etd.v20i4.8649913>
- Barros, J., Bezerra, T., & Cunha, M. (2019). Uma revisão sistemática da literatura sobre gamificação no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) "Moodle" e seus impactos no processo de ensino-aprendizagem. *Anais da XIX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe*, 546-555. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14650>
- Bezerra-Santos, M. A., Mendoza-Roldan, J. A., Thompson, R. C. A., Dantas-Torres, F., & Otranto, D. (2021). Illegal Wildlife Trade: A Gateway to Zoonotic Infectious Diseases. *Trends in Parasitology*, 37(3), 181-184. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.12.005>
- Carneiro, C. D. R., Gonçalves, P. W., & Lopes, O. R. (2009). O Ciclo das Rochas na Natureza. *Terrae Didática*, 5(1), 50–62.
- Carrillo, L., Luzón, M. A., Mayayo, M. J., Soria, A. R., Yuste, A., & Gil, A. (2018). Resolvendo un asesinato: una experiencia con la Geología Forense como estrategia

de enseñanza-aprendizaje en la Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(2), 163-175.

Centro de Estudos Judiciários. (2020). *Boas práticas: Na elaboração do despacho de acusação em processo penal e na elaboração de recursos em matéria de facto* (1ª ed.). Centro de Estudos Judiciários. ISBN: 978-989-9018-11-2.

Costa, A. P., & Oliveira, L. R. (2015). Investigação qualitativa em educação: O professor-investigador. *Revista Portuguesa de Educação*, 28(2), 183–188. <https://doi.org/10.21814/rpe.7856>

Coutinho, C. (2018). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2a ed.). Almedina. ISBN: 978-9724-051-37-6

Curry, K., Wilson, E., Flowers, J., & Farin, C. (2012). Scientific Basis vs. Contextualized Teaching and Learning: The Effect on the Achievement of Postsecondary Students. *Journal of Agricultural Education*, 53(1), 57–66. <https://doi.org/10.5032/jae.2012.01057>

da Rosa, C. A., Zenni, R., Ziller, S. R., de Almeida Curi, N., & Passamani, M. (2018). Assessing the risk of invasion of species in the pet trade in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(1), 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.09.005>

Davis, C., Setúbal, M., & Espósito, Y. (1989). Papel e valor das interações sociais em sala de aula. *Cadernos de pesquisa*, 71, 49-54.

Di Maggio, R. M., Donnelly, L. J., Al Naimi, K. S., Barone, P. M., Da Silva Salvador, F. A., Dawson, L., Dixon, R. D., Fitzpatrick, R., Gradusova, O., Nesterina, E., Peleneva, M., Ushacova, O., Gallego, C. M. M., Pirrie, D., Rufell, A., McKinley, J., Sagripanti, G., Villalba, D., Schneck, B., & Sugita, R. (2017). Global developments in forensic geology. *Episodes*, 40(2), 120-131. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2017/v40i2/017014>

Dimitra, K., Konstantinos, K., Christina, Z., & Katerina, T. (2020). Types of Game-Based Learning in Education: A Brief State of the Art and the Implementation in Greece. *European Educational Researcher*, 3(2), 87–100. <https://doi.org/10.31757/euer.324>

Duarte, P., & Moreira, A. I. (2020). Que professor investigador? para uma (possível) resposta, análise de relatórios de estágio de futuros docentes. *Da Investigação Às Práticas: Estudos de Natureza Educacional*, 10(1), 78–98. <https://doi.org/10.25757/invep.v10i1.204>

- Flores, M.A. (2017). Contributos para (re)pensar a Formação de Professores em Portugal. In *Lei de Bases do Sistema Educativo. Balanço e Prospetiva* (Vol. II, pp. 773 - 810). Conselho Nacional de Educação. ISBN: 978-989-8841-16-2
- García-Díaz, P., Ross, J. V., Woolnough, A. P., & Cassey, P. (2016). The Illegal Wildlife Trade Is a Likely Source of Alien Species. *Conservation Letters*, 10(6), 690–698. <https://doi.org/10.1111/conl.12301>
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10th ed.). Pearson. ISBN: 978-013-2613-17-0
- Gormez, M., & Samdanci, E. (2019). The history and current status of forensic pathology -. *Medicine Science | International Medical Journal*, 8(2), 480–1. <https://doi.org/10.5455/medscience.2019.08.9046>
- Greatorex, Z. F., Olson, S. H., Singhalath, S., Silithammavong, S., Khammavong, K., Fine, A. E., Weisman, W., Douangngeun, B., Theppangna, W., Keatts, L., Gilbert, M., Karesh, W. B., Hansel, T., Zimicki, S., O'Rourke, K., Joly, D. O., & Mazet, J. A. K. (2016). Wildlife Trade and Human Health in Lao PDR: An Assessment of the Zoonotic Disease Risk in Markets. *PLOS ONE*, 11(3), e0150666. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150666>
- Grotzinger, J., & Jordan, T. (2014). *Understanding Earth* (7a ed.). W. H. Freeman and Company. ISBN: 978-146-4175-08-4
- Hunt, D. J., & Subbotin, S. A. (2016). Taxonomy and systematics. *Advances in Entomopathogenic Nematode Taxonomy and Phylogeny*, 13–58. https://doi.org/10.1163/9789004285347_003
- Jobling, M. A., Hurles, M., & Tyler-Smith, C. (2019). *Human Evolutionary Genetics*. Garland Science. <https://doi.org/10.1201/9780203487211>
- Kangas, M., Koskinen, A., & Krokfors, L. (2017). A qualitative literature review of educational games in the classroom: the teacher's pedagogical activities. *Teachers and Teaching*, 23(4), 451-470. <https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1206523>
- Kato, D. S., & Kawasaki, C. S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 17(1), 35–50. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100003>
- Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2015). Aspects of Teaching and Learning Science: What students' diaries reveal about inquiry and traditional modes. *International Journal of*

- Science Education*, 37(13), 2113-2146.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1067933>
- Lee, C. (2004). The nature of, and approaches to, teaching forensic geoscience on forensic science and earth science courses. *Geological Society, Special Publications*, 232(1), 301-312. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2004.232.01.29>.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos alunos a saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação Direção Geral da Educação.
- Miller, N. (2014). Games in the Classroom. *Indiana Libraries*, 33(2), 61-63.
- Ministério da Educação e Ciência (2018). *Aprendizagens essenciais para o 11º ano de escolaridade em articulação com o perfil do aluno para o século XXI*. Direção Geral da Educação.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_biol ogia_e_geologia.pdf
- Moutinho, S., Torres, J., & Vasconcelos, C. (2014). Aprendizagem baseada em problemas e ensino expositivo: um estudo comparativo. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, 4(1), 15-31. <https://doi.org/10.36524/dect.v4i01.64>
- Müller-Wille, S. (2017). Names and Numbers: “Data” in Classical Natural History, 1758–1859. *Osiris*, 32(1), 109–128. <https://doi.org/10.1086/693560>
- Murray, R. (2004). Forensic geology: yesterday, today and tomorrow. *Geological Society, London, Special Publications*, 232(1), 7–9.
<https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.232.01.02>
- Nações Unidas. (2021). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*.
<https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>
- Ninaus, M., Greipl, S., Kiili, K., Lindstedt, A., Huber, S., Klein, E., Karnath, H.-O., & Moeller, K. (2019). Increased emotional engagement in game-based learning – A machine learning approach on facial emotion detection data. *Computers & Education*, 142, 103641. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103641>
- Nousiainen, T., Kangas, M., Rikala, J., & Vesisenaho, M. (2018). Teacher competencies in game-based pedagogy. *Teaching and Teacher Education*, 74, 85–97.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.04.012>
- Nóvoa, A. (2019). Os Professores e a sua Formação num Tempo de Metamorfose da Escola. *Educação & Realidade*, 44(3). <https://doi.org/10.1590/2175-623684910>

- Pireva, K., Tahir, R., Shariq Imran, A., & Chaudhary, N. (2019). Evaluating learners' emotional states by monitoring brain waves for comparing game-based learning approach to pen-and-paper. *IEEE Frontiers in Education Conference, 2019*, 1-8, <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9097262>
- Pirrie, D. (2009). Forensic geology in serious crime investigation. *Geology Today*, 25(5), 188-192. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2451.2009.00729.x>
- PORDATA. (2020, 23 novembro). *Indivíduos com 16 e mais anos que utilizam computador e Internet em % do total de indivíduos: por nível de escolaridade mais elevado completo*. <https://www.pordata.pt/Portugal/Indiv%3%adduos+com+16+e+mais+anos+que+utiliza+m+computador+e+Internet+em+percentagem+do+total+de+indiv%3%adduos+por+n%3%advel+de+escolaridade+mais+elevado+completo-1141>
- Pye, K., & Croft, D. J. (2004). Forensic geoscience: introduction and overview. *Geological Society, London, Special Publications*, 232(1), 1–5. <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.232.01.01>
- Redecker, C. (2017, November 1). In Y. Purrie (Ed.), *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Ruffell, A. (2010). Forensic pedology, forensic geology, forensic geoscience, geoforensics and soil forensics. *Forensic Science International*, 202(1–3), 9–12. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.03.044>
- Sadler, T. D., Romine, W. L., Menon, D., Ferdig, R. E., & Annetta, L. (2015). Learning Biology Through Innovative Curricula: A Comparison of Game- and Nongame-Based Approaches. *Science Education*, 99(4), 696–720. <https://doi.org/10.1002/sce.21171>
- Santos, E., Morais, C., & Paiva, J. (2004). Formação de professores para a integração das TIC no ensino de matemática: um estudo na Região Autónoma da Madeira. in 6º *Simpósio Internacional de Informática Educativa*, Cáceres.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 299-323. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653136>
- Schroth, H. (2019). Are You Ready for Gen Z in the Workplace? *California Management Review*, 61(3), 5–18. <https://doi.org/10.1177/0008125619841006>
- Schweitzer, N. J., & Saks, M. J. (2007). The CSI Effect: Popular Fiction About Forensic Science Affects the Public's Expectations About Real Forensic Science. *Jurimetrics*, 47(3), 357–364.

- Silva, B. D. D., Lencastre, J. A., Bento, M., & Osório, A. J. (2019). Conhecimentos e experiências dos professores sobre aprendizagem baseada em jogos e gamificação: estudo em três países europeus. Em A. J. Osório, M. J. Gomes & A. L. Valente (Eds.) XI Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação - *Challenges 2019* (pp.17-31). Universidade do Minho. ISBN 978-9899-737-48-8
- Spradley, J. (1980). Doing Participant Observation. Em J. Spradley (Ed.), *Participant Observation* (pp. 53-62). Harcourt Brace Jovanovich Publishers.
- Stender, A., Schwichow, M., Zimmerman, C., & Härtig, H. (2018). Making inquiry-based science learning visible: the influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1812–1831. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1504346>
- Sterner, B., & Lidgard, S. (2017). Moving past the systematics wars. *Journal of the History of Biology*, 51(1), 31-67. <https://doi.org/10.1007/s10739-017-9471-1>
- Stoneking, M. (2017). *An introduction to molecular anthropology*. John Wiley & Sons. ISBN 978-1118-061-62-6
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2016). *Historical geology: evolution of Earth & life through time*. Cengage Learning. ISBN 978-1305-119-56-7
- Williams, K. (2018). Engaging High School Students with Forensic Science: Bringing CSI into the Classroom to Teach Multiple Disciplines. *IEEE Women in Engineering Magazine*, 12(2), 43–45. <https://doi.org/10.1109/MWIE.2018.2866747>
- van Roon, A., Maas, M., Toale, D., Tafro, N., & van der Giessen, J. (2019). Live exotic animals legally and illegally imported via the main Dutch airport and considerations for public health. *PLOS ONE*, 14(7), e0220122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220122>
- Vaz De Carvalho, C. V. (2015). Aprendizagem baseada em jogos-Game-based learning. In // *World Congress on Systems Engineering and Information Technology* (pp. 176-181). <https://doi.org/10.14684/WCSEIT.2.2015.176-181>

Apêndices

Apêndice 1: Teste cognitivo e critérios de correção

Questão de aula de Biologia e Geologia		Ano letivo de 2020/2021	
Nome _____	Nº _____	Turma _____	Data _____
Classificação: _____		Professor: _____	
Enc. de Educação: _____			

Grupo I

O aparecimento de programas de televisão como o CSI – Crime Sob Investigação, originou um grande foco e entusiasmo sobre o mundo da resolução de crimes. Apesar das séries televisivas criarem a ilusão de respostas rápidas e de simples obtenção, esta área engloba uma imensidade de dimensões do saber, com o objetivo de ter aplicação no foro legal.

Numa investigação forense, a análise de solos e sedimentos (entre outros), tem vindo a ser utilizada em tribunal, mostrando a importância crescente da geologia forense. O estudo das propriedades das partículas, tais como a cor, o tamanho e a identificação mineral, são exemplos de análises que permitem a distinção entre locais.

Investigadores e investigadoras da Universidade do Porto, procuraram analisar duas praias do norte de Portugal, no estuário do Douro: a praia de Oliveira do Douro e a praia de Avintes. Foram analisados diferentes parâmetros, dos quais se salientam a variação da concentração de Carbono nos sedimentos recolhidos, em função de diferentes distâncias ao rio, ao longo das quatro estações do ano. Os resultados obtidos encontram-se expressos no Gráfico 1 (1A e 1B).

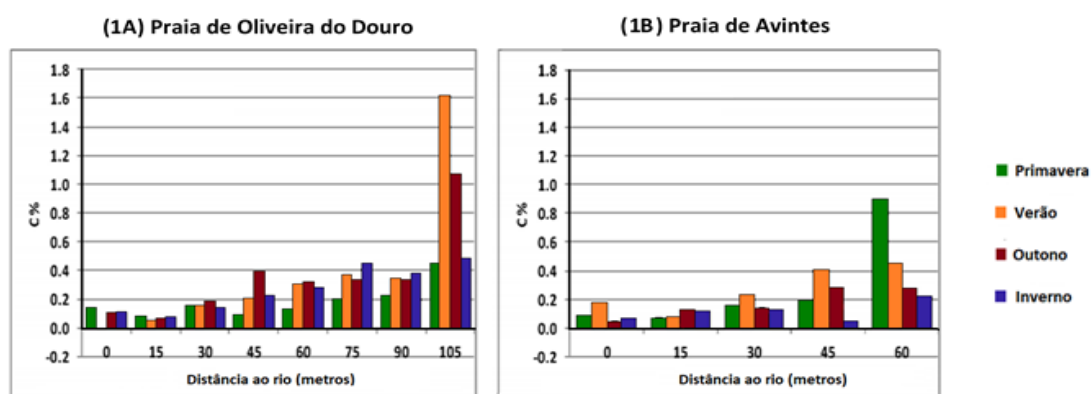


Gráfico 1: Percentagem de carbono detetada nas amostras de Oliveira do Douro (1A) e Avintes (1B), respetivamente, em diferentes épocas do ano. A percentagem de carbono foi obtida através da análise de isótopos estáveis de carbono.

No entanto, a Geologia forense não se foca exclusivamente em rochas, procurando também atribuir significado a outros parâmetros. Assim, este grupo de investigadores e investigadoras avaliou a tipologia florística, catalogando os grãos de pólen e esporos existentes nos sedimentos da área envolvente ao rio. Os resultados obtidos estão expressos no Gráfico 2 (2A e 2B).

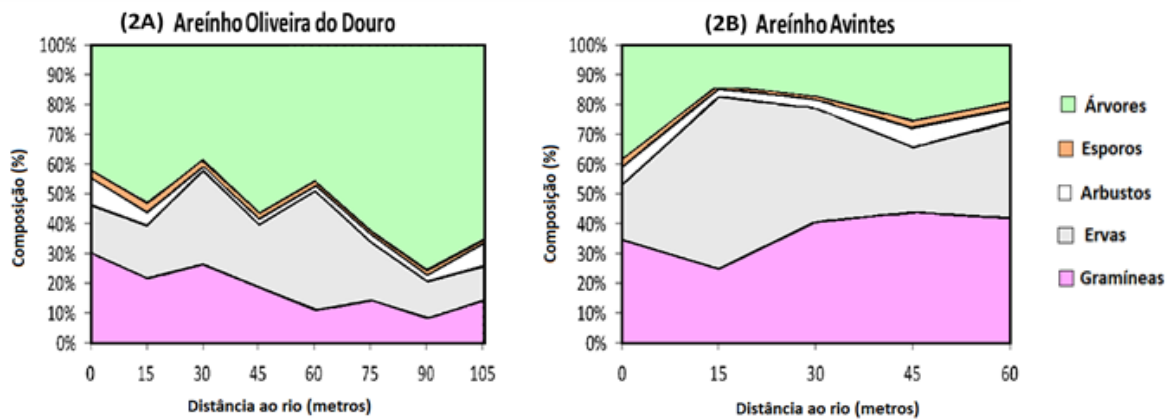


Gráfico 2: Percentagem de grãos de pólen e de esporos encontrados nos sedimentos, por tipo de planta de origem, nas praias de Oliveira do Douro (2A) e de Avintes (2B).

Apesar de ainda existir um longo caminho a percorrer, é cada vez mais certo que uma análise que promova a interdisciplinaridade e a combinação de diversos saberes, assume um poder de distinção mais refinado, auxiliando na resolução de problemas do foro legal.

Adaptado de Á. Carvalho *et al.* "Organic matter characterization of sediments in two river beaches from northern Portugal for forensic application", *Forensic Science International*, Vol. 233, pág. 403-415, 2013.

Responda às seguintes questões selecionando a única opção correta.

1. Das seguintes afirmações, selecione aquela que poderia ter guiado o estudo em questão.

- (A) Existe pólen nas praias fluviais do norte de Portugal?
- (B) Poderá a análise de sedimentos auxiliar na área Forense?
- (C) A distância ao rio é um fator determinante para a produção de esporos?
- (D) O rio Douro influencia a granulometria dos sedimentos?

2. Uma das variáveis independentes utilizadas neste estudo foi a...

- (A) concentração de Carbono.
- (B) quantidade de pólen.
- (C) dimensão dos sedimentos.
- (D) distância ao rio.

3. As afirmações estão relacionadas com a interpretação dos dados dos Gráficos 1A e 1B.

- I. Na primavera, a percentagem de Carbono mais elevada foi detetada na praia de Avintes.
- II. A percentagem de Carbono aumenta com o aumento da proximidade ao rio.
- III. A percentagem de Carbono mais elevada foi detetada no outono.

Selecione a alternativa que avalia as afirmações corretamente.

- (A) I e II são verdadeiras, III é falsa.
- (B) II e III são verdadeiras, I é falsa.
- (C) I é verdadeira, II e III são falsas.
- (D) II é verdadeira, I e III são falsas.

4. Complete o seguinte espaço, de modo a obter uma afirmação correta.

Relativamente ao Gráfico 2 pode afirmar-se que a percentagem de esporos presentes na praia de Oliveira do Douro _____ à percentagem de esporos na praia de Avintes.

- (A) é significativamente superior
- (B) é significativamente inferior
- (C) é semelhante
- (D) não é comparável

5. Faça corresponder um termo da coluna I a cada uma das frases existentes na Coluna II. Use cada letra apenas uma vez.

Coluna I	Coluna II
(A) Rocha formada por precipitação de carbonato de cálcio.	(1) Quartzo
(B) Rocha sedimentar detrítica de granulometria fina.	(2) Conglomerado
(C) Rocha sedimentar quimiogénica evaporítica.	(3) Travertino
(D) Propriedade referente à tendência do mineral se fragmentar de forma regular e em superfícies planas e brilhantes.	(4) Fratura
(E) Mineral que risca a apatite.	(5) Siltito
	(6) Clivagem
	(7) Gesso
	(8) Talco

6. O quartzo é um mineral silicatado característico de rochas magmáticas ácidas. Sendo este um mineral resistente à ação dos agentes erosivos, é vulgarmente encontrado nas praias fluviais, como as referidas no documento.

Reconstrua a sequência de acontecimentos que culminam na formação de uma rocha sedimentar detrítica não consolidada, a partir de uma rocha magmática ácida.

- (A) Remoção de sedimentos de uma rocha magmática ácida.
- (B) Alteração de uma rocha magmática ácida, por ação da água.
- (C) Deposição dos minerais de quartzo nas margens do rio.
- (D) Transporte de sedimentos ao longo do leito do rio.
- (E) Diminuição do calibre dos sedimentos.

7. Classifique as seguintes afirmações, relativas ao ciclo das rochas, como Verdadeira (V) ou Falsa (F).

- (A) Uma rocha que apresente uma tonalidade escura diz-se leucocrata.
- (B) As rochas magmáticas que se formam a partir de magmas ricos em sílica apresentam maior abundância em minerais félsicos.
- (C) Uma rocha magmática extrusiva resulta da ação de processos de geodinâmica externa.
- (D) As rochas metamórficas apresentam foliação, independentemente das condições a que foram formadas.
- (E) A presença de minerais índice permite identificar condições de pressão e temperatura a que ocorreram fenómenos relacionados com o metamorfismo.

8. (10 pontos) Considere que está encarregue de analisar amostras de solo, recolhidas no contexto de uma investigação criminal. No dia 2 de agosto é lhe solicitado que analise uma amostra correspondente a um roubo de uma ave exótica. Após análise isotópica da amostra, depara-se com uma composição de Carbono de 1.6%.

Com este resultado deve comunicar qual a origem da amostra que lhe foi cedida (Oliveira do Douro ou Avintes), o qual deverá justificar.

Grupo II

O desenvolvimento tecnológico permitiu um enorme progresso no que diz respeito aos estudos genéticos. Como consequência deste aporte de informação, foram criadas diversas bases de dados, que permitem comparar nova informação com dados pré-existentes, podendo levar à compreensão mais profunda de determinados fenómenos. A taxonomia favoreceu deste facto, tendo o processo de identificação e classificação de espécies sido facilitado com a sequenciação de genomas completos.

Alguns dos genes selecionados para facilitar a identificação de espécies são genes mitocondriais, como é o caso do citocromo b (*cyt b*) e do citocromo oxidase (*COI*), uma vez que estes genes evoluem mais rapidamente, quando comparados com o DNA nuclear, tornando-se úteis na reconstrução filogenética. Os genes mitocondriais têm sido aplicados à identificação de diversas espécies de invertebrados e também de vertebrados, como é o caso de tubarões, cobras, tartarugas, tigres, entre outros.

Os papagaios, pertencente à família Psittacidae (que inclui também araras e periquitos, entre outros), são aves que apresentam cores variadas das suas penas e têm a capacidade de imitar sons e a fala humana. Estes são alguns dos fatores que tornam estes animais apetecíveis para o comércio ilegal, que é um motivo relevante para que algumas espécies se encontrem em perigo de extinção.

Numa investigação realizada com o intuito de estudar a taxonomia dos papagaios, Jessica Eberhard e Timothy Wright analisaram genes do DNA mitocondrial de diversas espécies destas aves. As sequências que obtiveram foram comparadas com outros genomas mitocondriais disponíveis em bases de dados, permitindo elaborar a seguinte árvore filogenética (simplificada) da Figura 1.

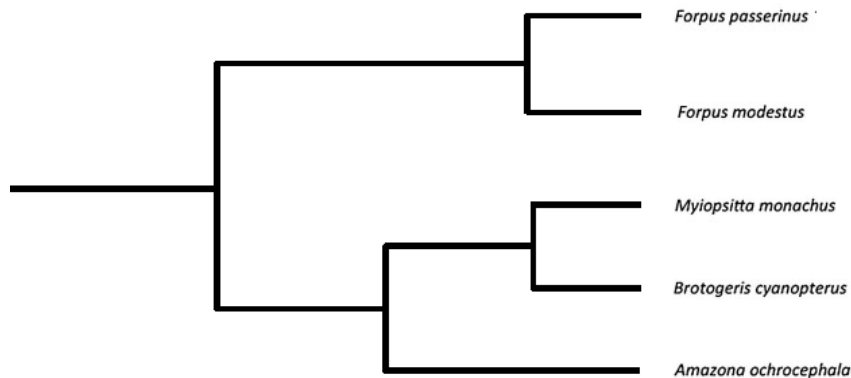


Figura 1: Árvore filogenética que demonstra as relações entre cinco espécies de papagaios.

Adaptado de J. Eberhard e T. Wright. "Rearrangement and evolution of mitochondrial genomes in parrots", Molecular Phylogenetics and Evolution, Vol. 94, parte A, pág. 34-46, 2015.

Responda às seguintes questões selecionando a única opção correta.

- As aves são _____ e uma das causas relacionadas com o perigo de extinção de algumas espécies de papagaios têm causa _____.
 (A) Macroconsumidores (...) Antrópica
 (B) Microconsumidores (...) Antrópica
 (C) Microconsumidores (...) Natural
 (D) Macroconsumidores (...) Natural

2. A utilização de genes como *cyt b* e *COI*, associados ao DNA mitocondrial, está relacionada com
- (A) As zonas altamente conservadas, características do DNA mitocondrial.
- (B) Uma taxa de mutação mais elevada nestes genes, em comparação com o DNA nuclear.
- (C) A elevada variabilidade existente no DNA nuclear, em comparação com o DNA mitocondrial.
- (D) A ausência de DNA nuclear em células eucarióticas, como as dos papagaios.

3. A análise de uma amostra de DNA retirada do local do crime revelou uma percentagem de cerca de 28% de guanina. Qual é a percentagem que espera encontrar de nucleótidos de citosina mais timina nessa amostra?

- (A) 44% (C) 72%
- (B) 56% (D) 50%

4. Ao utilizar uma chave dicotómica para identificar espécies de papagaios, estaria a utilizar um sistema de classificação _____, que tem em conta características _____.

- (A) fenético (...) genéticas. (C) fenético (...) fenotípicas.
- (B) filético (...) genéticas. (D) filético (...) fenotípicas.

5. Tendo em conta a árvore filogenética da Figura 1, *Forpus passerinus* e *Forpus modestus* partilham _____ e *Myiopsitta monachus* apresenta _____ semelhança com *Brotogeris cyanopterus* do que com *Amazona ochrocephala*.

- (A) o mesmo género (...) maior (C) a mesma espécie (...) menor
- (B) o mesmo género (...) menor (D) a mesma espécie (...) maior

6. Após extração de DNA de uma amostra proveniente do local do crime, foi possível obter seguinte sequência de nucleótidos:

3' ... ACA TGA CTC GAT TAG AGT ... 5'

Com o auxílio da seguinte da tabela à direita, indique a sequência de aminoácidos que espera obter a partir desta sequência de nucleótidos. Na sua resposta deverá conter os passos intermédios que permitiram chegar à conclusão final.

Nota: Deverá indicar apenas as três letras que constam no código à direita (exemplo: Leucina = Leu)

	U	C	A	G	
U	UUU } Fen UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tir UAC } UAA } Fim UAG }	UGU } Cis UGC } UGA } Fim UGG } Trp	U C A G
C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } GIn CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG } Met/Início	ACU } ACC } Tre ACA } ACG }	AUU } Ans AAC } AAA } Lis AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gli GGA } GGG }	U C A G

7. (10 pontos) Considere a seguinte sequência de aminoácidos:

Met-Glu-Pro- Lis-Lis-Tre-...

Seria capaz de indicar, sem margem de dúvidas, a sequência de nucleótidos que a codificou? Justifique, atendendo à/às propriedade/s do código genético relevantes para a sua resposta.

Coluna A	Coluna B
(A) Processo no qual um gene da sequência de DNA é copiado para fazer uma molécula de RNA.	(1) tRNA
(B) Molécula com capacidade de transportar um aminoácido, com vista à formação de uma cadeia polipeptídica.	(2) Codão
(C) Polimerização dos aminoácidos ao nível dos ribossomas associados ao retículo endoplasmático.	(3) mRNA
(D) Grupo de três desoxirribonucleótidos que permite codificar um aminoácido.	(4) Intrão
(E) Segmento de DNA de um gene eucariótico que, após transcrição, sobrevive ao processo de excisão.	(5) Transcrição
	(6) Replicação
	(7) Tradução
	(8) Exão

Explique de que forma uma mutação poderá levar à perda de função de uma proteína.

[illegible]

Proposta de Correção

Grupo I

1. (B) O objetivo da experiência foi avaliar a capacidade de distinção entre as duas praias, utilizando diversos fatores, nomeadamente a análise de sedimentos.

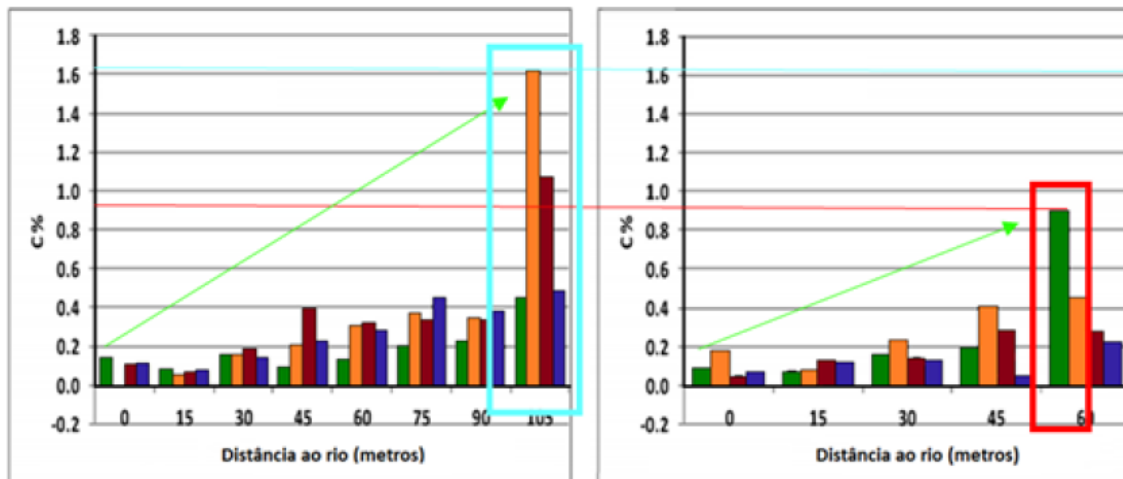
2. (D) A distância ao rio foi a variável deliberadamente alterada, ou seja, a variável independente, tanto no estudo 1 como no estudo 2.

3. (C)

I. Verdadeiro, notar que a primavera corresponde à cor verde no gráfico. Consultar gráfico (quadrado e linha vermelho).

II. Falso, a percentagem de Carbono nos sedimentos aumenta com o aumento da distância ao rio, consulta gráfico (setas a verde).

III. Falso, a percentagem de Carbono mais elevada foi detetada no verão, consultar gráfico (quadrado e linha azul)



4. (C) Apesar de ocorrer oscilação nas restantes percentagens, a percentagem de esporos mantém-se constante. A aparente oscilação provocada é resultado da variação das restantes percentagens. A percentagem de esporos mantém-se praticamente constante em ambas as praias, mesmo a diferentes distâncias ao rio rondando os 1 a 3%. Deve-se considerar a espessura da banda e não a sua localização no gráfico.

5. A-3 B-5 C-7 D-6 E-1

6. B - A - D - E - C

Processo de formação de uma rocha sedimentar não consolidada consiste na Sedimentogénese, que compreende: Meteorização (ação dos agentes erosivos), Erosão (remoção dos sedimentos), Transporte (a longo do leito do rio. Transporte contínuo provoca diminuição no tamanho dos sedimentos) e Sedimentação (Deposição dos sedimentos, devido à diminuição da força do agente transportador).

7.

A. Falso. Uma rocha que apresente uma tonalidade escura diz-se melanocrata.

B. Verdadeiro.

C. Falso. Uma rocha magmática extrusiva forma-se à superfície ou próximo desta.

D. Falso. As rochas metamórficas podem apresentar foliação, consoante as condições a que estão sujeitas. Não é condição obrigatória.

E. Verdadeiro.

8. A resposta deverá conter os seguintes tópicos, ou outros que se assemelham, justifiquem a resposta e se encontrem cientificamente corretos.

- A praia selecionada é a de Oliveira do Douro.
- Esta praia apresenta 1,6% de concentração de Carbono.
- Estação Verão.
- 105m de distância do rio

Grupo II

1. (A) As aves são organismos consumidores (por isso, macroconsumidores) e o risco referido no documento é o comércio ilegal de aves, sendo uma causa provocada pelo ser Humano (“Estes são alguns dos fatores que tornam estes animais apetecíveis para o comércio ilegal, que é um motivo relevante para que algumas espécies se encontrem em perigo de extinção”).

2. (B) Referido no documento que “Alguns dos genes selecionados para facilitar a identificação de espécies são genes mitocondriais (...) uma vez que estes genes evoluem mais rapidamente, quando comparados com o DNA nuclear, tornando-se úteis na reconstrução filogenética”.

3. (D) Se G = 28%, C = 28%, A = 22%, T = 22%. ; C + T = 50%

4. (C) A chave dicotómica é um método utilizado na classificação de seres vivos, que apresenta alternativas mutuamente exclusivas, baseadas em características físicas, fenotípicas. Deste modo, são considerados sistemas de classificação horizontais, fenéticos, que não têm em conta o fator tempo, ou seja, utilizam características fenotípicas.

5. (A) *Forpus passerinus* e *Forpus modestus* partilham o mesmo género “*Forpus*”, no entanto, pertencem a espécies diferentes.

Segundo a árvore apresentada, a divergência entre *Myiopsitta monachus* e *Brotogeris cyanopterus* há menos tempo do que a divergência entre *Myiopsitta monachus* e *Amazona ochrocephala*, tendo, por isso, maior proximidade.

6. A resposta deverá conter os seguintes tópicos, ou outros que se assemelham, justifiquem a resposta e se encontrem cientificamente corretos.

- Conversão da sequência de nucleótidos para RNA: 5’... UGU ACU GAG CUA AUC UCA ... 3’
- Tradução em sequência de aminoácidos, de acordo com a tabela disponibilizada:
Cis-Tre-Glu-Leu-Ile-Ser

7. A resposta deverá conter os seguintes tópicos, ou outros que se assemelham, justifiquem a resposta e se encontrem cientificamente corretos.

- Referir a impossibilidade de indicar, sem margem de dúvidas, a sequência de nucleótidos deu origem à cadeia polipeptídica.
- Referir a redundância do código genético - Um aminoácido pode ser codificado por vários codões.

8. A - 5, B - 1, C - 7, D - 2, E - 8.

9. A resposta deverá conter os seguintes tópicos, ou outros que se assemelham, justifiquem a resposta e se encontrem cientificamente corretos.

- Referência à existência de mutações não-sinónimas que levam à codificação de um aminoácido diferente do original.
- Relação entre a codificação de um aminoácido distinto e a possibilidade perda de função.

Ou

- Relação entre uma mutação que introduz um codão de finalização, levando à formação de uma proteína truncada.

Apêndice 2: Grelha de observação

	Grupo						
Parâmetros de observação de grupo	A	B	C	D	E	F	G
Recolhe informação do cenário							
Identifica problemas							
Procura solucionar problemas							
Consulta fontes de informação externa ao cenário							

"S" – Sim; "N" – Não; "-" - ausência de dados

	Aluno/a												
Parâmetros de observação individual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Participa ativamente, por iniciativa própria													
Demonstra motivação / interesse													
Interage com os colegas													
Partilha ideias com os colegas													
Ouve a opinião dos colegas													
Expressa as suas ideias com clareza													
Utiliza terminologia científica adequada													

"S" – Sim; "N" – Não; "-" - ausência de dados

Outros Reparos / Anotações Relevantes	
---	--

Apêndice 3: Relatório de Acusação



RELATÓRIO DE ACUSAÇÃO

No decorrer de uma investigação são levantados dados, colmatados com provas, que permitem reconstruir os acontecimentos relacionados com a infração a ser descrita. Segundo o Código de Processo Penal, espera-se que durante o inquérito tenham sido recolhidos indícios suficientes para a verificação de um crime, bem como quem foi o/s agente/s responsável/eis, recolhendo a evidências que permitam sustentar a acusação.

Assim, o relatório de acusação é o resultado do processo investigativo, traduzindo-se num despacho de encerramento da fase investigativa, sendo o relatório submetido a juízo, posteriormente. O relatório de acusação surge como um elemento fundamental à fase do julgamento, definindo o objetivo do processo e limitando a atividade cognitiva exigida ao contexto do Tribunal.

Nas secções seguintes encontram-se breves descrições para cada um dos separadores do relatório de acusação.

Breve descrição do caso:

Descrição concisa do caso, clara e sóbria, de modo a ser facilmente perceptível por qualquer leitor (frases curtas, linguagem acessível, sem deixar de ser rigorosa). Corresponde ao problema a ser averiguado/investigado. Neste separador é relevante descrever os factos e não as provas que o sustentam.

Identificação do/s arguido/s:

Nome do/s arguido/s acusados no presente caso, bem como outros aspetos que sejam relevantes para a sua identificação (profissão, morada, etc).

Factos que fundamentam a acusação:

A indicação das provas é crucial para a validade da acusação, uma vez que é através delas que a acusação é sustentada. Por isso, a narração deve transmitir um conteúdo simples, claro, evitando juízos de valor, contendo os factos que fundamentam a aplicação de uma pena ou medida de segurança ao/s arguido/s. Deve incluir, se aplicável, o lugar, tempo e a motivação da prática, bem como o grau de participação do/s acusado/s. A acusação deve conter a descrição dos factos do caso, assumindo preferencialmente uma sequência lógica e cronológica, de modo a facilitar a prova dos factos.

Anexos:

Anexos associados ao presente relatório devem ser nomeados neste separador. Exemplos de possíveis anexos são fotografias relacionadas com a investigação (resultados de análises, documentos, entre outros).

Atribuição de pena e/ou medida de segurança:

A sua posição de especialista permitirá uma sugestão de pena/medida de segurança a ser aplicada ao/s culpado/s. Para isso deverá consultar a legislação portuguesa para preencher este campo, consoante o crime praticado.

RELATÓRIO DE ACUSAÇÃO



Breve descrição do caso:

Identificação do arguido:

Factos que fundamentam a acusação:

Anexos:

Atribuição de pena e/ou medida de segurança:

Data e assinatura do investigador responsável:

Apêndice 4: Avaliação de Atividade

A presente avaliação de atividade foi disponibilizada aos alunos através da aplicação Microsoft Forms, após término de todas as atividades planificadas.

Na parte I (autoavaliação) pressupõe-se uma avaliação formadora, permitindo aos alunos e às alunas posicionar-se criticamente sobre a sua prestação durante a atividade.

Na parte II (avaliação da atividade) propõe-se a avaliação da atividade, do ponto de vista dos alunos e das alunas, focando-se na perspetiva do utilizador, bem como nas sensações experimentadas ao longo do desenrolar da atividade.

De um modo geral, as questões são respondidas através de uma escala de Likert de 5 níveis (Discordo totalmente, Discordo parcialmente, Indiferente, Concordo parcialmente, Concordo totalmente). Caso determinado item assuma uma tipologia de resposta distinta, possuirá a explicação, entre parêntesis, logo a seguir ao enunciado.

Parte I (autoavaliação):

1. Fui capaz de recolher informação do cenário apresentado.
2. Consegui identificar o/s problema/s associado/s à atividade.
3. Consegui articular os conhecimentos de biologia e de geologia previamente adquiridos para resolução caso apresentado.
4. Fui capaz de consultar fontes de informação variadas para me ajudar na resolução do problema.
5. Fui capaz de mobilizar conceitos de biologia para me ajudarem a resolver o/os problema/s com facilidade.
6. Fui capaz de utilizar conceitos de geologia para me ajudarem a resolver o/os problema/s com facilidade.
7. A atividade contribuiu para a construção/consolidação do meu conhecimento de biologia e geologia.
8. Consegui realizar a atividade no tempo previsto.
9. Participei por iniciativa própria na atividade.
10. Senti-me motivado/a perante a atividade proposta.
11. Trabalhei em grupo para resolver o/os problema/s apresentado/s.
12. Estou satisfeito/a com o meu desempenho/participação nas atividades propostas.

Parte II (avaliação de atividade):

1. Como caracteriza o ambiente de aprendizagem ao longo da atividade?
(possibilidade de assinalar várias opções):
 - a. Organizado
 - b. Desorganizado
 - c. Enriquecedor
 - d. Descontraído
 - e. Rígido
 - f. Outro(s): _____

2. Que competências considera que necessitou utilizar no decorrer da atividade?
(possibilidade de assinalar várias opções)
 - a. Cooperação
 - b. Pensamento crítico
 - c. Competências de comunicação
 - d. Autonomia
 - e. Raciocínio
 - f. Responsabilidade
 - g. Consciência Ambiental
 - h. Outra(s): _____

3. Do meu ponto de vista, a professora: (possibilidade de assinalar até 3 opções)
 - Assumiu um papel central, desenvolvendo a atividade de forma demonstrativa, verbal, tendo os alunos e alunas um papel passivo.
 - Assumiu um papel facilitador, permitindo que os alunos e as alunas assumissem um papel ativo na atividade.
 - Deu preferência à memorização de conceitos através de repetição mecânica.
 - Utilizou diversos recursos para o desenvolvimento da atividade.
 - Permitiu construir e aplicar conhecimentos e desenvolver competências.
 - Fomentou autonomia na exploração da atividade, por parte dos alunos e das alunas.

- 3.1. Considero que o papel assumido pela professora foi adequado à atividade em questão.

4. Escolha até quatro palavras que melhor descrevam a atividade.
 - Fascinante
 - Dececionante
 - Cativante
 - Monótona
 - Informativa
 - Esclarecedora
 - Cansativa
 - Complicada
 - Interativa
 - Educativa
 - Original
 - Outro: _____

5. O caso abordado na atividade tem relação com o mundo real.

6. Aspetos positivos da atividade. (Pergunta com resposta aberta).

7. Aspetos negativos da atividade. (Pergunta com resposta aberta).

8. Outros comentários: (Pergunta com resposta aberta).

Apêndice 5: Planificação de Aula

Planificação de Aula

Disciplina	Biologia e Geologia
Ano/turma	11ºB.F

Número de aulas	2 aulas: Total 200 min (1 aula 150 min + 1 aula 50 min)
-----------------	--

Contextualização curricular

Tema	Domínio	Aprendizagens Essenciais: Conhecimentos, Capacidades e Atitudes	Aprendizagens Essenciais Transversais	Descritores
Biologia: Replicação, transcrição e tradução; Sistemas de classificação.	Crescimento, renovação e diferenciação celular; Sistemática dos seres vivos.	- Caracterizar e distinguir os diferentes tipos de ácidos nucleicos em termos de composição, estrutura e função. - Explicar processos de replicação, transcrição e tradução e realizar trabalhos práticos que envolvam leitura do código genético. - Relacionar a expressão da informação genética com as características das proteínas e o metabolismo das células. - Distinguir sistemas de classificação fenéticos de filogenéticos, identificando vantagens e limitações.	Pesquisar e sistematizar informações; Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).	Linguagens e textos; Raciocínio e resolução de problemas; Pensamento crítico; Relacionamento interpessoal; Saber científico, técnico e tecnológico.
Geologia: Ciclo litológico.	Sedimentação e rochas sedimentares; Magmatismo e rochas magmáticas; Metamorfismo e rochas metamórficas	- Caracterizar rochas detríticas, quimiogénicas e biogénicas, com base em tamanho, forma/origem de sedimentos, composição mineralógica/química. - Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas magmáticas com base nas suas condições de génese. - Classificar rochas magmáticas com base na composição química, composição mineralógica e ambientes de consolidação. - Caracterizar basalto, gabro, andesito, diorito, riólito e granito. - Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas metamórficas com base nas suas condições de génese.		

Campo conceptual	Replicação; Transcrição; Tradução; Processamento; DNA; RNA; Código Genético; Redundância; Ambiguidade; Universalidade; Proteínas; Codão; Exão; Intrão; Gene; Nucleótidos; Sistemática; Classificação: filogenética, fenética, vertical, horizontal. Detritos; Meteorização; Pressão; Temperatura; Fusão; Consolidação; Ciclo litológico; Leucocrata; Mesocrata; Melanocrata; Minerais; Máficos; Félsicos; Granito; Riólito; Diorito; Andesito; Gabro; Basalto.
------------------	---

Objetivos	Gerais	Sensibilizar para os riscos associados à introdução indevida de espécies exóticas, em novos contextos.
	Específicos	- Explicar a transmissão da informação genética; - Relacionar técnicas moleculares utilizadas nas ciências forenses, com o código genético; - Distinguir os diferentes minerais constituintes das diversas paisagens geológicas; - Caracterizar rochas magmáticas com base nos minerais constituintes; - Relacionar a análise de sedimentos, com o ciclo litológico.

Sumário (Aula 1)	Preparação para exame: Revisões de Biologia e Geologia 11º ano através da atividade prática "Crime School Investigation".
Sumário (Aula 2)	Conclusão da atividade prática "Crime School Investigation".

Desenvolvimento	◦ Registrar o sumário no quadro e no programa Inovar Alunos; ◦ Realizar a atividade prática “Crime School Investigation” (Breakout); ◦ “Mesa-redonda” para discussão do caso; ◦ Preenchimento do relatório de acusação. ◦ Resolução do caso; ◦ Preenchimento do Forms “avaliação de atividade”.	Tarefas e atividades dos alunos	◦ Participar ativamente nos diferentes momentos da atividade prática “Crime School Investigation”; ◦ Partilhar ideias na “mesa-redonda”; ◦ Elaborar o relatório de acusação; ◦ Preencher o Forms “avaliação de atividade”.
	◦ Registrar o sumário no quadro e no programa Inovar alunos; ◦ Introduzir a atividade prática “Crime School Investigation”; ◦ Organizar a turma em grupos e distribuir o material; ◦ Facilitar a participação dos alunos, na atividade; ◦ Promover o pensamento crítico, por parte do aluno; ◦ Dinamizar a “mesa redonda”, para discussão do caso; ◦ Solicitar o preenchimento dos relatórios de acusação.	Material e recursos	◦ Computador ou telemóvel com internet; ◦ Breakout “Crime School Investigation”; ◦ Kit do investigador (contendo identificação, caderno de notas, saco com fecho, luvas, cotonetes, pinça, fita cola). ◦ Modelos do local do crime; ◦ Forms de avaliação de atividade.
Mediação do professor	◦ Solicitar o preenchimento do Forms “avaliação de atividade”.	Avaliação	◦ Grelha de registo sistemático do professor; ◦ Grelha de observação; ◦ Breakout (“Crime School Investigation”); ◦ Relatório de acusação; ◦ Pré-teste e Pós-teste.

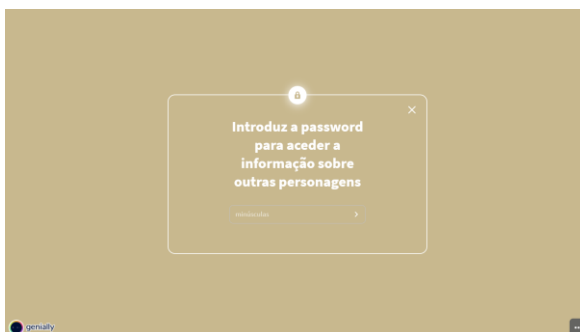
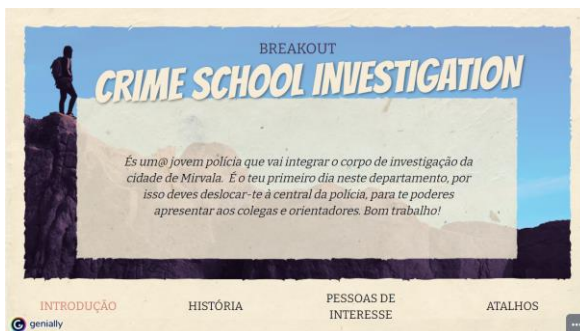
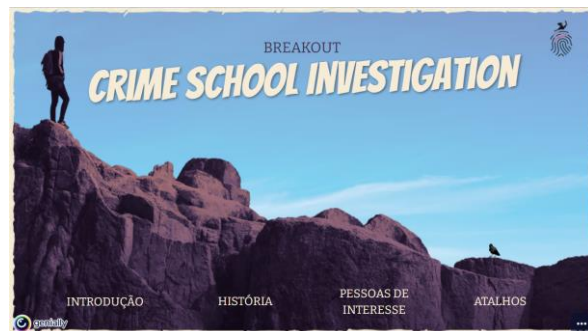
Indicadores de aprendizagem	
Conhecimentos	Atitudes
◦ Compreender a importância de práticas ambientais conscientes e da existência de legislação adequada; ◦ Definir código genético; ◦ Distinguir replicação, transcrição e tradução; ◦ Relacionar as características do código genético com os sistemas de classificação filogenéticos; ◦ Compreender a diferença entre sistemas de classificação filogenéticos e sistemas de classificação fenéticos; ◦ Definir ciclo litológico; ◦ Reconhecer e explicar os diferentes processos que culminam na formação das diversas rochas (sedimentares, magmáticas e metamórficas); ◦ Relacionar os minerais existentes nas rochas com o seu aspeto textural, cor e origem.	◦ Relacionar as aprendizagens da aula com novas situações, nomeadamente situações do dia-a-dia; ◦ Colaborar com os colegas nos diferentes momentos da atividade; ◦ Aplicar corretamente o conhecimento científico à resolução de problemas; ◦ Argumentar de forma clara e cientificamente fundamentada; ◦ Contribuir para o bom funcionamento da aula.

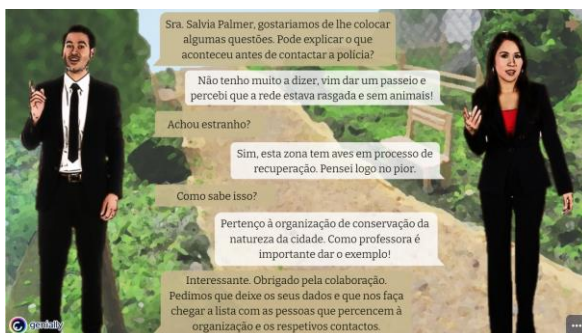
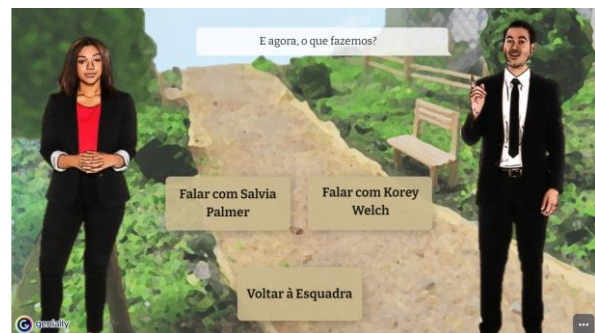
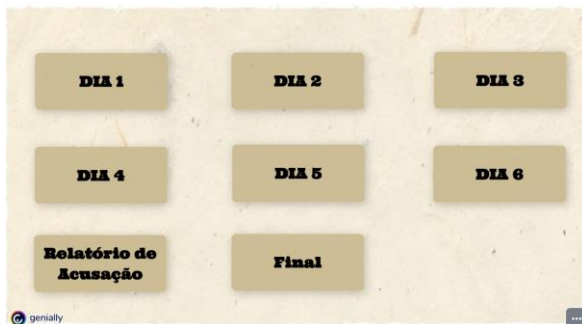
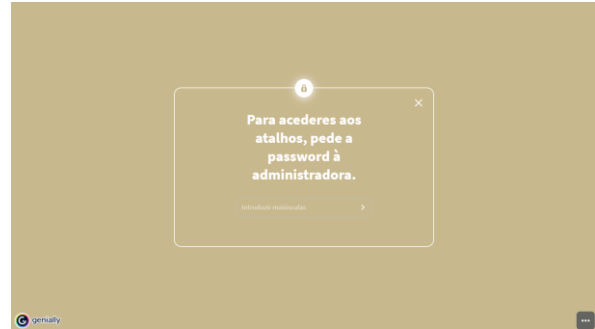
Avaliação pós atividade / reflexão / notas	A aula decorreu de acordo com a planificação, tendo sido cumprido o tempo estipulado para a realização da atividade; de um modo geral, os/as alunos/as mostraram-se interessados e motivados, tendo participado ativamente em todos os momentos da aula; foram ultrapassados pequenos constrangimentos com facilidade, não afetando o bom funcionamento da aula. Os/as alunos/as apresentaram alguma fadiga, nos momentos finais da aula 1 o que leva a considerar uma adaptação para tornar a atividade um pouco mais curta. De um modo geral, o balanço da atividade foi positivo (do ponto de vista das atividades, da mediação da professora estagiária e das tarefas e atividades dos/as alunos/as).
--	--

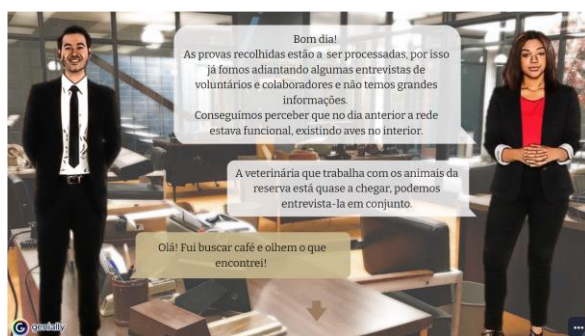
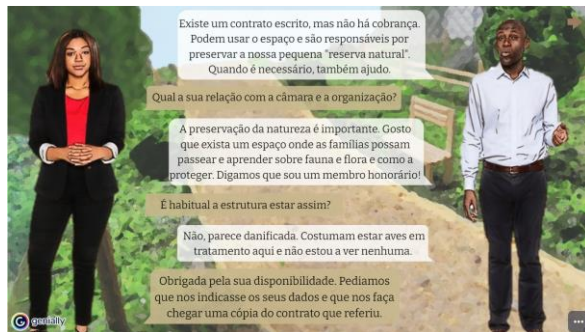
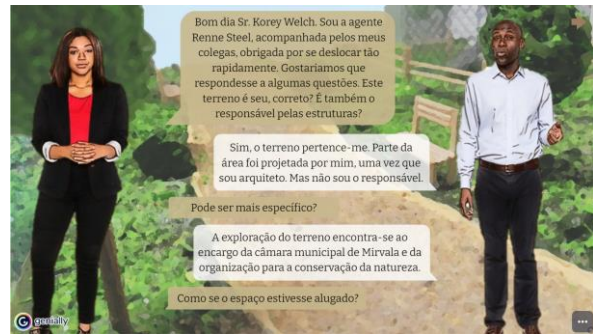
Apêndice 6: Jogo Digital “Crime School Investigation”

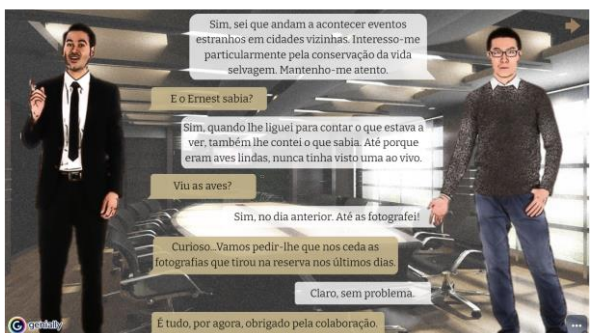
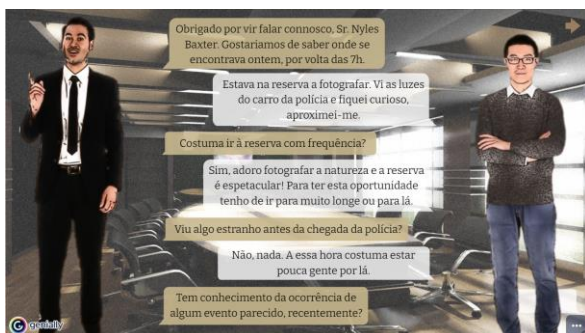
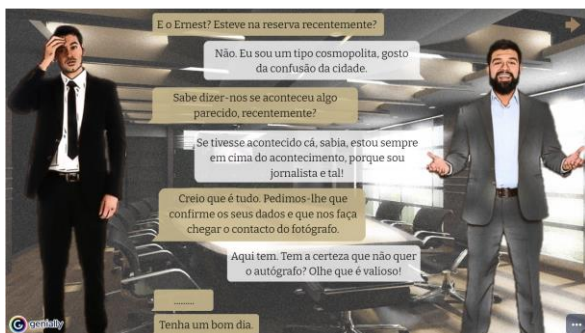
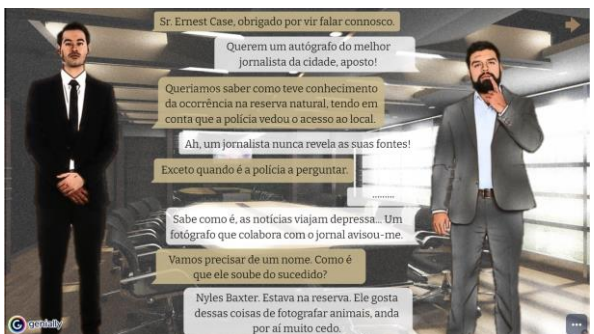
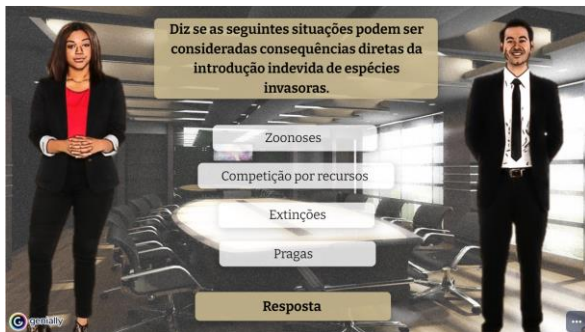
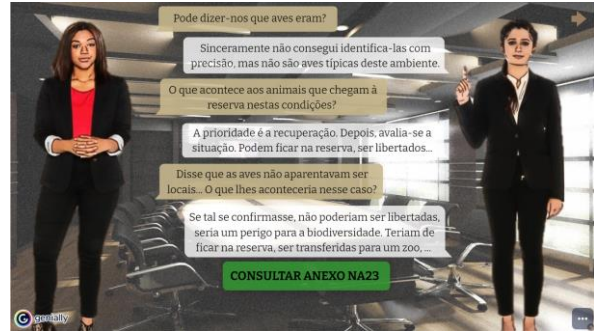
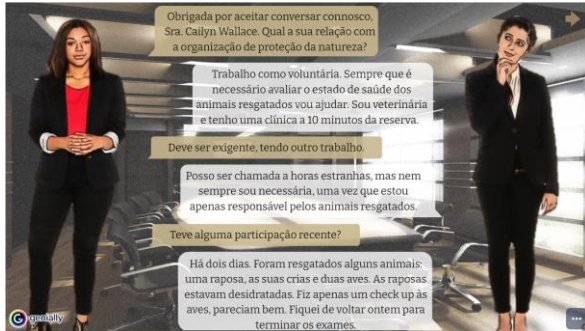
Crime School Investigation: O Jogo

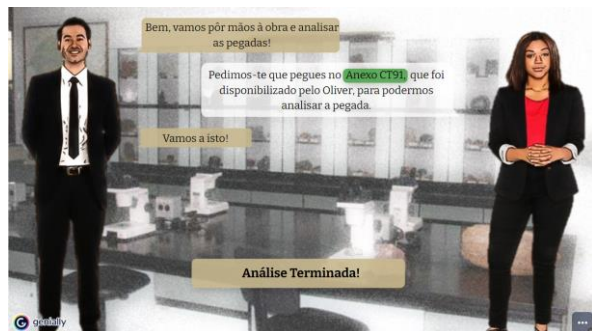
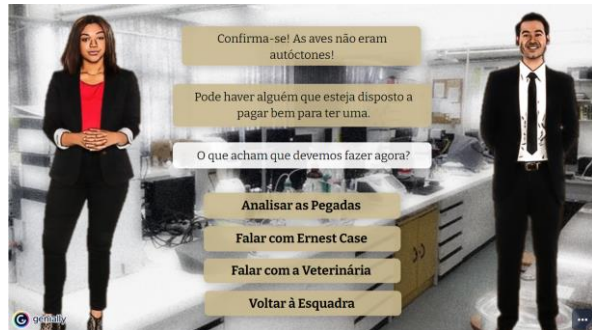
<https://view.genial.ly/6035276f9b891b0d936bcecc/interactive-content-crime-school-investigation>

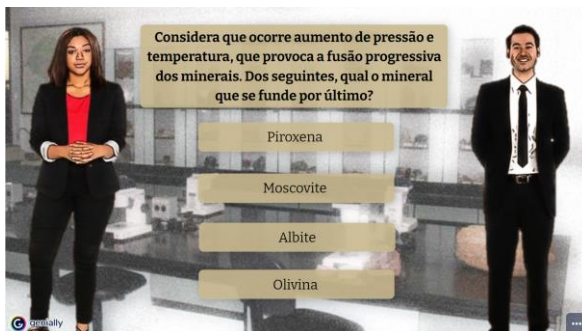
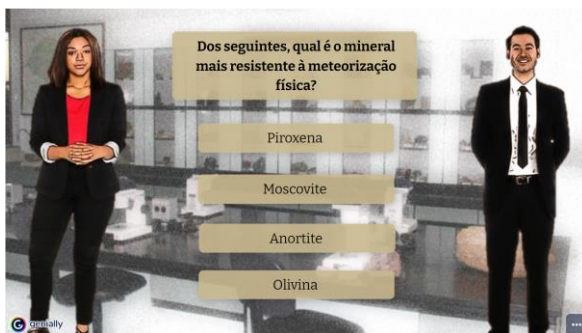


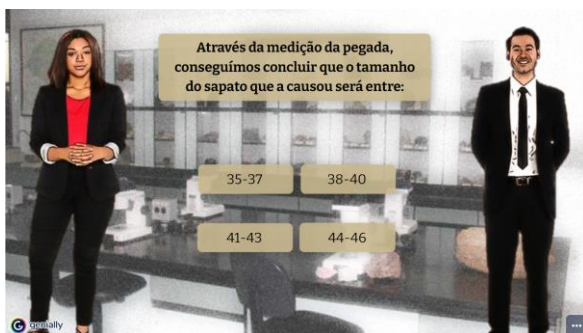
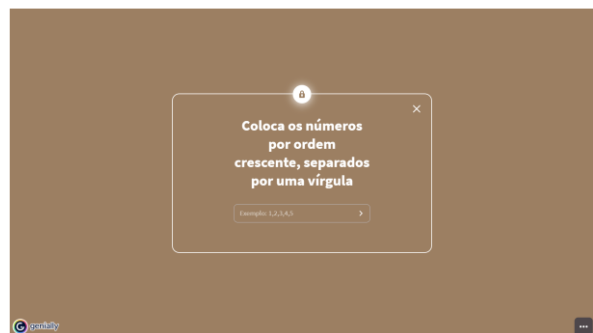
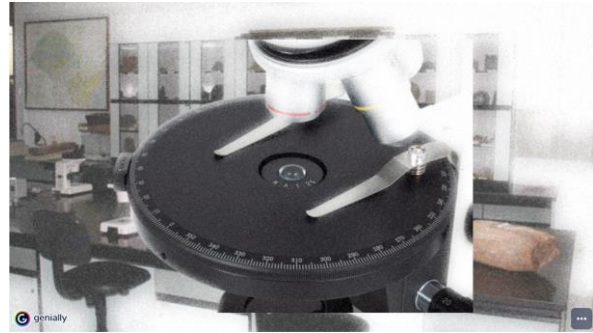


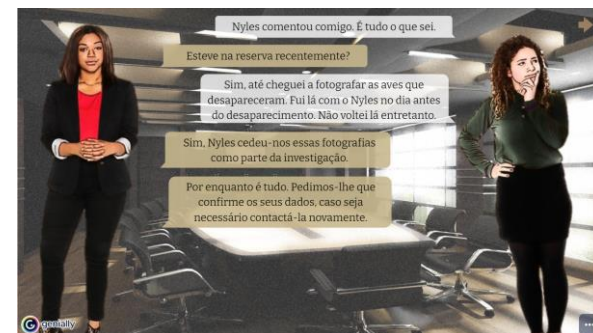
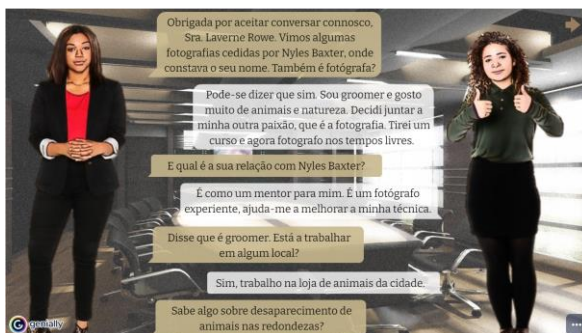
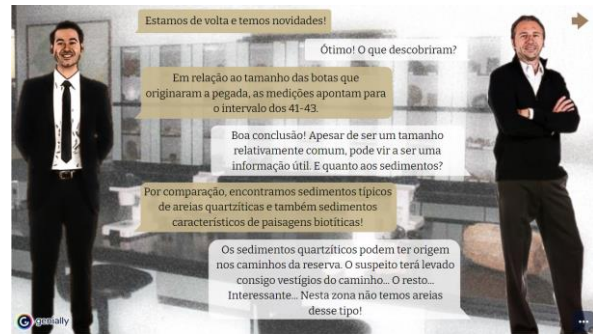
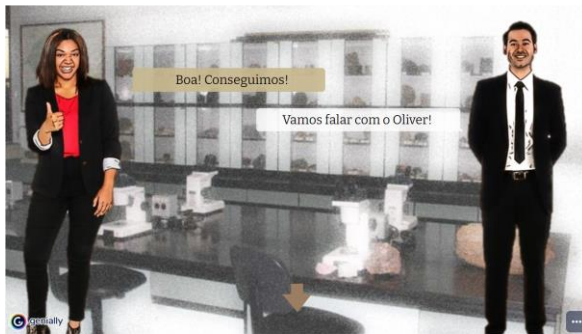


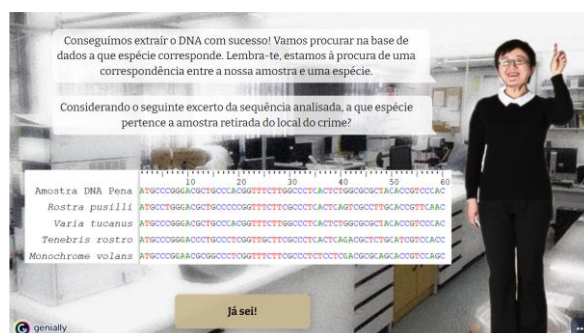
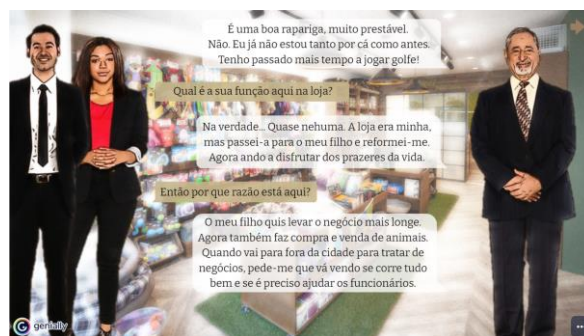


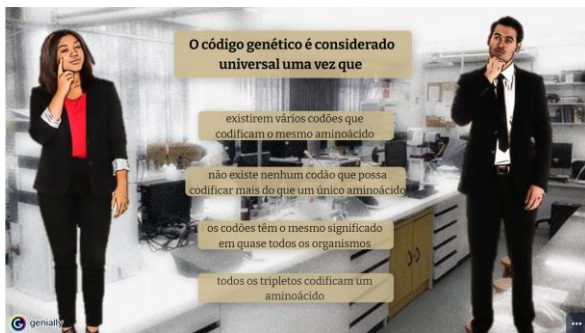
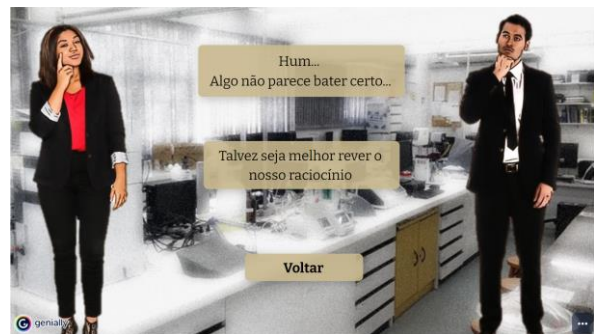


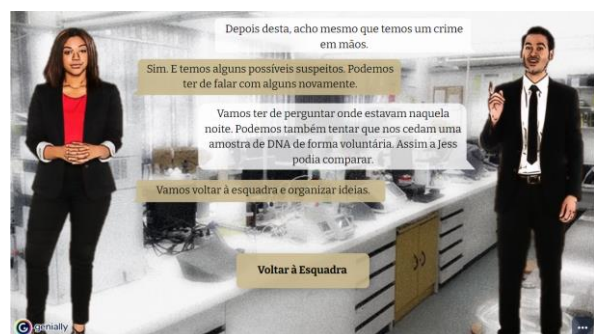
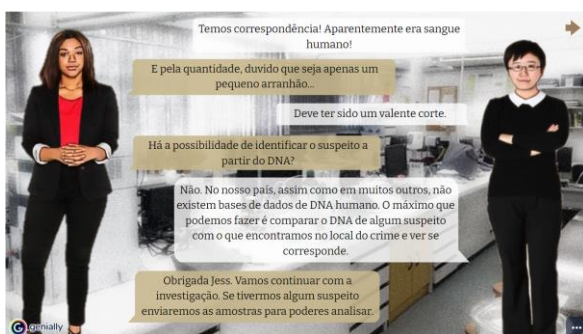
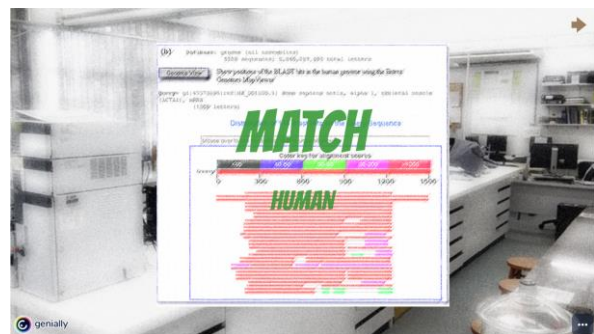
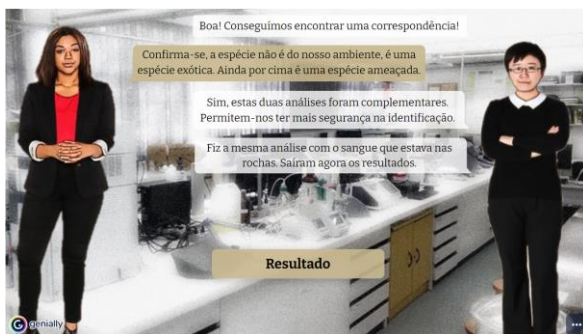
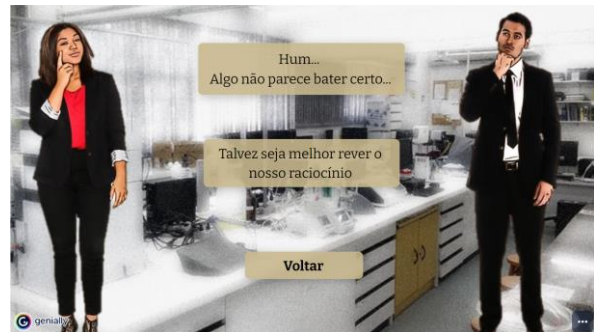


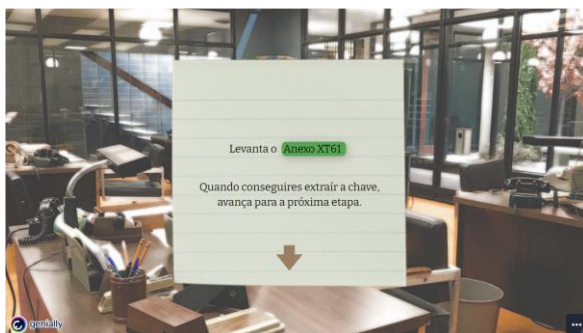
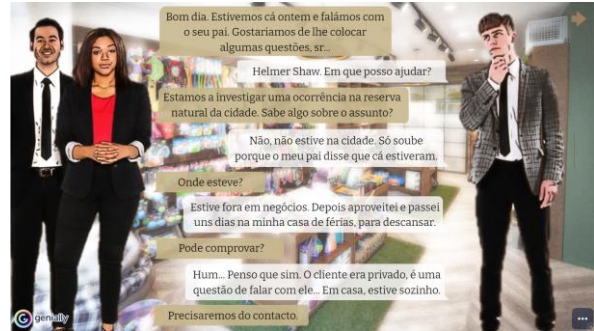


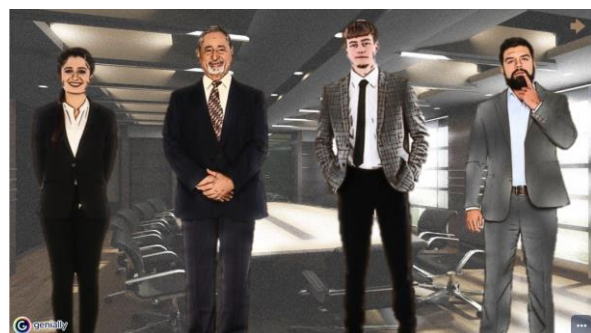
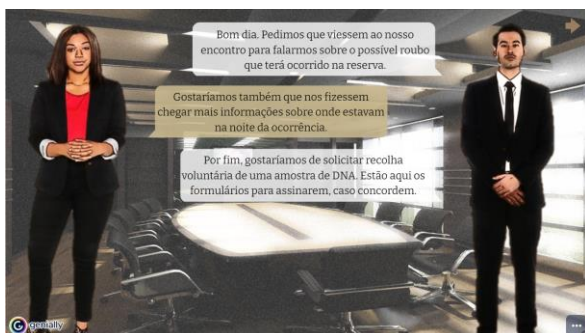
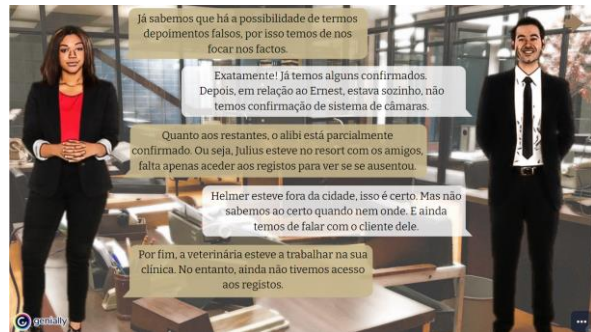


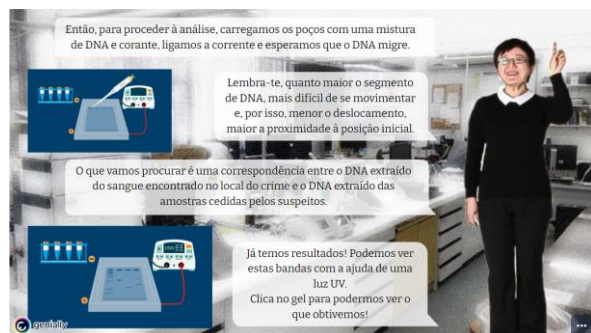
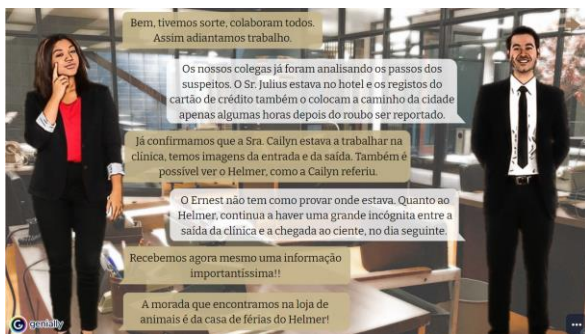
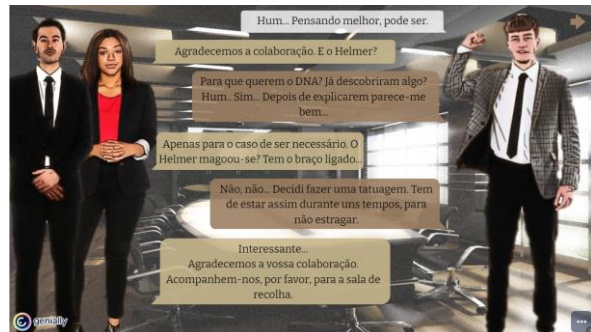
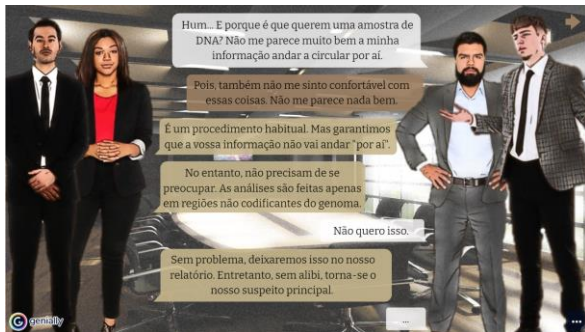
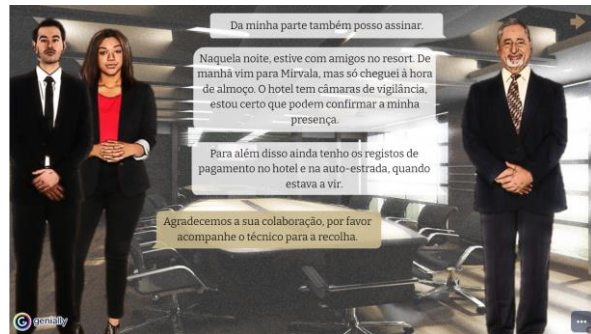
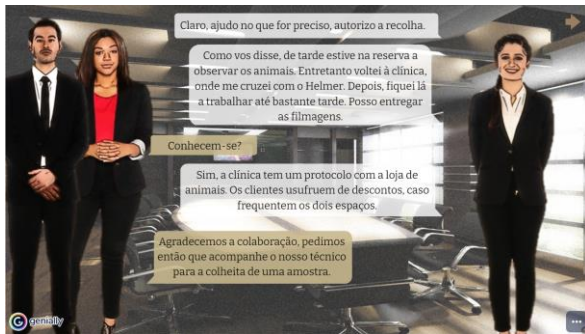


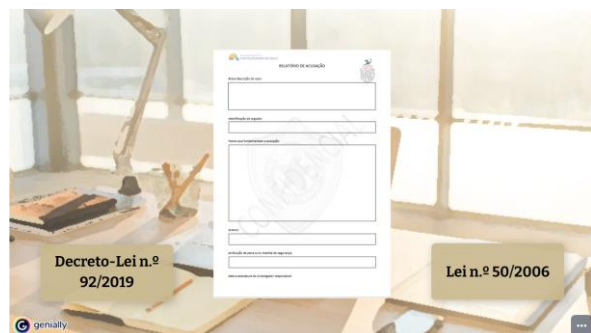
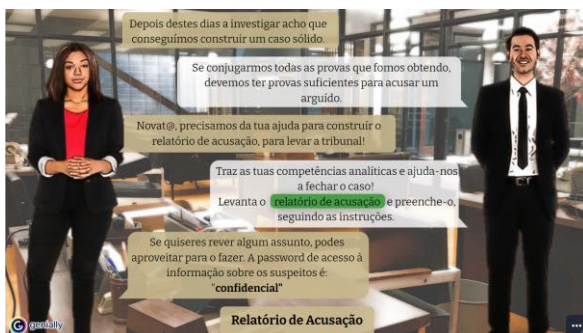
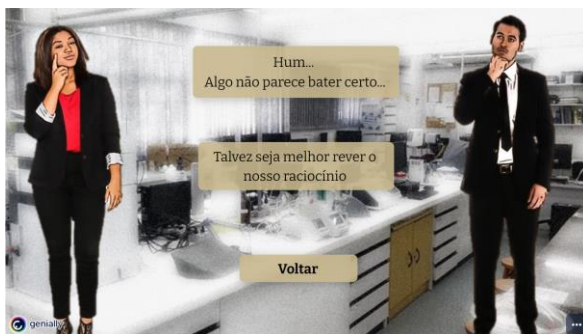


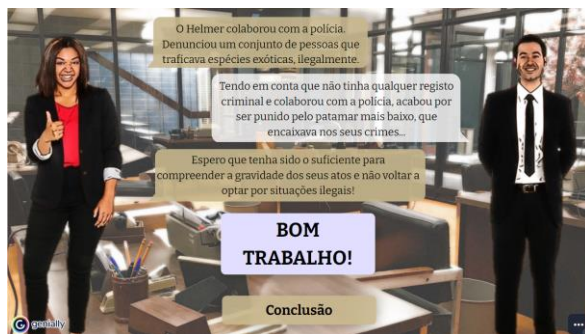












Apêndice 7: Anexos Associados ao Jogo

ANEXO NA23



A introdução de espécies que não são características de um determinado ecossistema é considerada uma das maiores ameaças à conservação de espécies em áreas naturais, sendo que grande parte das espécies animais e vegetais introduzidas decorrem da influência humana.

A introdução de espécies invasivas perturba o equilíbrio do ecossistema, estando associadas a mais de metade das extinções contemporâneas. A sua introdução pode potenciar a propagação de patogénicos em novas áreas geográficas, ou ainda o aparecimento de zoonoses (doenças que afetam humanos e animais).

Na Figura 1 é possível observar um mapa de algumas áreas afetadas pelo tráfico de espécies selvagens, ameaçadas de extinção, mostrando que este problema tem uma dimensão mundial.

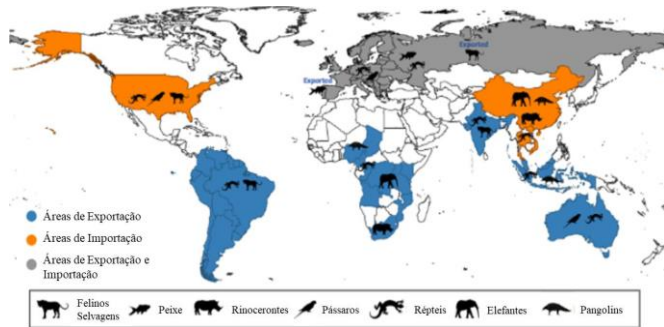


Figura 1: Esquema representativo de algumas das principais fontes e destinos de tráfico de espécies exóticas Adaptado de Bezerra-Santos *et al.*, 2021.

De seguida surgem alguns excertos de notícias que demonstram que este é um problema sério e global, mostrando algumas consequências da introdução indevida de espécies exóticas.

Invasão da Vespa Asiática, consequências ecológicas e possíveis medidas de mitigação

26 Outubro, 2018

4031



Ninho de Vespa Asiática (arquivo).

As espécies invasoras estão entre as principais ameaças à vida selvagem. Aproximadamente 42 por cento das espécies ameaçadas ou em perigo estão em risco devido a espécies invasoras. Na União Europeia os custos relacionados com as espécies invasoras rondam os 12 mil milhões de euros por ano.

Exótica e invasora

As chamadas espécies invasoras são espécies que crescem e reproduzem-se rapidamente, por vezes possuem várias gerações por ano, e possuem uma enorme capacidade de dispersão. Frequentemente competem ou excluem as espécies nativas do seu habitat. Assim, as espécies invasoras tem um impacto enorme nos ecossistemas, na saúde humana e consequentemente na economia, uma vez que muitas atividades comerciais, agrícolas e recreativas dependem de ecossistemas nativos saudáveis.

Embora a maioria das espécies invasoras seja exótica, existem espécies nativas que possuem comportamento invasor.

As espécies invasoras são primariamente introduzidas e disseminadas por atividades humanas, muitas vezes não sendo intencionais. Ao ser introduzida num novo ecossistema as hipóteses de não possuir nenhum predador ou controle natural são elevadas.

A maioria das vezes as espécies nativas podem não ter desenvolvido defesas contra o invasor, ou podem não ser capazes de competir por habitat ou alimento. A longo prazo podem ocorrer mudanças a nível das teias alimentares com importantes consequências para um ecossistema.

Adaptado de <https://www.noticiasdeaveiro.pt/invasao-da-vespa-asiatica-consequencias-ecologicas-e-possiveis-medidas-de-mitigacao/>

Os hipopótamos de Pablo Escobar estão descontrolados: aumento da população ameaça a biodiversidade



Aquilo que começou como uma extravagância do célebre narcotraficante colombiano é agora um problema sério que ameaça espécies autóctones e polui as águas da região.

O perigo é real: os hipopótamos importados ilegalmente para a Colômbia para Pablo Escobar pôr no seu jardim zoológico privado tornaram-se selvagens, multiplicaram-se e neste momento representam uma grave ameaça para a fauna e flora da região onde ainda moram. O aviso é feito por um grupo de cientistas da Universidade de Quintana Roo, no México, que têm vindo a acompanhar a situação.

Adaptado de: <https://observador.pt/2021/02/10/os-hipopotamos-de-pablo-escobar-estao-descontrolados-aumento-da-populacao-ameaca-a-biodiversidade/>

O que aconteceu com os coelhos na Austrália?

Esses mamíferos, que se reproduzem muito rapidamente, foram levados para a Austrália e causaram uma grande alteração no ecossistema; tal foi o dano que deslocou e extinguiu outras espécies.



A história dos coelhos na Austrália é um dos maiores exemplos de má gestão da vida selvagem por parte do ser humano e, também, dos estragos que podem causar espécies invasoras em nossos ecossistemas.

Espécies invasoras são animais que entram em um ecossistema que não é deles e causam problemas. Elas deslocam principalmente outras espécies de fauna e flora e ameaçam a saúde dos **ecossistemas** em que são introduzidas.

A guerra biológica contra coelhos na Austrália

Posteriormente, começaram a usar soluções como venenos, cercas e finalmente armas biológicas: os australianos decidiram espalhar uma das doenças mais perigosas para o coelho, a **mixomatose**.

A medida foi eficaz no início, e exterminou 5 milhões de coelhos. No entanto, os sobreviventes, mais resistentes à doença, tiveram uma descendência que herdou essas resistências e, então, a mixomatose acabou se tornando um simples resfriado.

O próximo passo foi usar outra das principais doenças que afetam o coelho, a doença **hemorrágica viral**.

Adaptado de <https://meusanimalis.com.br/o-que-aconteceu-com-os-coelhos-na-australia/>



WCS BRASIL
NOTÍCIAS

A relação entre o comércio ilegal de animais silvestres e a saúde humana

Views: 2424 | abril 13, 2020

A transmissão acelerada das doenças zoonóticas

As doenças zoonóticas são transmitidas naturalmente entre animais (silvestres e domésticos) e pessoas por exposição direta ou indireta, consumo de produtos derivados (como carne, leite, ovos, entre outros) ou contato com o entorno.

As oportunidades de transmissão aumentam à medida que aumenta o contato das pessoas com animais silvestres, principalmente devido a perturbações na dinâmica natural dos ecossistemas causadas pelo homem, ou quando esses animais são retirados de seu habitat natural para outro ambiente para serem comercializados. Essas alterações reduzem as barreiras naturais entre humanos e animais, criando condições favoráveis à propagação de zoonoses[2].

Adaptado de <https://brasil.wcs.org/pt-br/WCS-Brasil/Noticias/ID/14029.aspx>

Fiscalização

Veado, antílopes e um macaco apreendidos em Portugal

1N
20 Novembro 2020 às 10:09



TÓPICOS
Justiça
GNR
Animais em risco de extinção



Um macaco-prego-das-Guianas entre os animais apreendidos em Portugal
Foto: GNR

Um macaco, um veado e dezenas de aves foram apreendidos nas últimas semanas em Portugal no âmbito de uma operação internacional para combater crimes contra a vida selvagem.

A "Operação Thunder", que decorreu de 14 de setembro a 11 de outubro, permitiu a realização, em Portugal, de "159 ações de investigação e/ou fiscalização, que resultaram na fiscalização de 156 animais e dez autos de contraordenação", informou a GNR, em comunicado.

Dos animais apreendidos, destaque para um macaco-prego-das-Guianas ("Sapajus apella"), um veado vermelho ("Cervus elaphus") e três antílopes-negros ("Antelope cervicapra").

Foram ainda apreendidos, a nível nacional, 84 aves, destacando-se 12 canários-da-terra ("Serinus canaria"), dois papagaios cinzentos ("Psittacus erithacus"), duas gralhas pretas ("Corvus corone") e um corvo ("Corvus corax").

A nível internacional, "foram detidas 699 pessoas e recuperados mais de 45500 espécimes vivos, incluindo 1400 tartarugas e cágados, 1800 répteis e 1160 aves", acrescenta a GNR.

Mil quilos de escamas de pangolim

A operação "Thunder 2020" permitiu, ainda a apreensão, a nível internacional, de mais de uma tonelada de escamas de pangolim e 1300 quilogramas de marfim, além de milhares de quilos de animais marinhos e toneladas de madeiras exóticas.

A nível nacional, a operação, incentivada pela INTERPOL, foi coordenada pela Guarda Nacional Republicana (GNR) e pela Autoridade Tributária e Aduaneira (AT), em estreita colaboração com a Polícia de Segurança Pública (PSP), Polícia Judiciária (PJ), Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) e Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE).

Adaptado de <https://www.jn.pt/justica/veado-antilopes-um-macaco-apreendidos-em-portugal-13056063.html>

ANEXO BT58



Com o auxílio das fotografias cedidas por Nyles Baxter, vamos proceder à identificação da espécie desaparecida, recorrendo à utilização de uma chave dicotómica simplificada. Apesar de a maioria das fotografias ter sido tirada através da rede, contamos com a tua ajuda para encontrar uma solução!

Chave Dicotómica

1.

- a. A ave apresenta bico de reduzidas dimensões.....vai para o 2
- b. A ave apresenta bico de grandes dimensões.....vai para o 4

2.

- a. A ave apresenta bico com apenas uma cor..... *Tenebris rostro*
- b. A ave apresenta bico com mais do que uma cor..... vai para o 3

3.

- a. Apresenta penas apenas de uma cor..... *Rostra pusilli*
- b. Apresenta penas de várias cores distintas.....*Tenebris colorum*

4.

- a. A ave apresenta bico com apenas uma cor..... vai para o 5
- b. A ave apresenta bico com mais do que uma cor..... vai para o 6

5.

- a. Apresenta penas apenas de uma cor..... *Monochrome volans*
- b. Apresenta penas de várias cores distintas.....*Ductu colorum*

6.

- a. Apresenta patas e a pele em torno dos olhos da mesma tonalidade vai para o 7
- b. Apresenta patas e a pele em torno dos olhos de tonalidades distintas..... vai para o 8

7.

- a. A pele em torno dos olhos é azul *Varia tucanus*
- b. A pele em torno dos olhos é preta*Varia nigreos*

8.

- a. A cor da pele em torno dos olhos é semelhante à cor do bico *Hutesium levatum*
- b. A cor da pele em torno dos olhos é diferente da cor do bico..... *Hutesium umbra*

ANEXO CT91



O microscópio petrográfico



O microscópio petrográfico é um instrumento utilizado na observação de rochas e minerais, possibilitando ampliações que atingem normalmente as 400 x.

Distingue-se do microscópio vulgarmente usado em Biologia em dois aspetos essenciais:

- possui uma platina rotativa, para que possam ser observadas determinadas características dos minerais quando atravessados pela luz, tais como o pleocroísmo e a medição dos ângulos de extinção (a maioria dos minerais comporta-se de maneira diferente consoante a direção em que a luz os atravessa);
- possui dois filtros polarizadores (nicóis), um situado abaixo da platina (chamado polarizador) e outro localizado acima desta (o analisador).

O que se pode observar com os microscópios petrográficos?

Com este instrumento é possível observar aspetos que, devido à sua reduzida dimensão, não podem ser observados nas amostras de mão. Por exemplo, detetam-se minerais de pequenas dimensões, observam-se os contactos entre diferentes minerais e pode estimar-se a sua percentagem numa dada rocha.

As amostras têm de ser o mais transparente possível (a espessura da lâmina de rocha não deve ultrapassar os 0.03 mm, para garantir a transparência).

Preparação das rochas para observação ao microscópio

As rochas que vão ser observadas ao microscópio petrográfico devem ser sujeitas a uma preparação prévia utilizando equipamentos próprios.

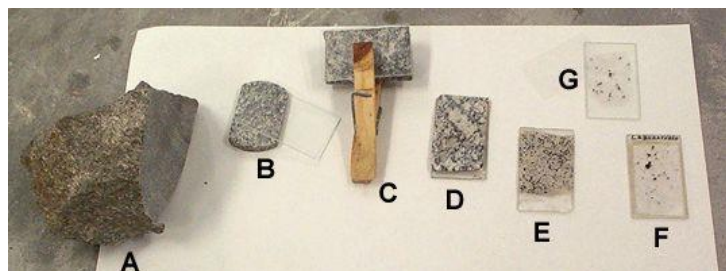


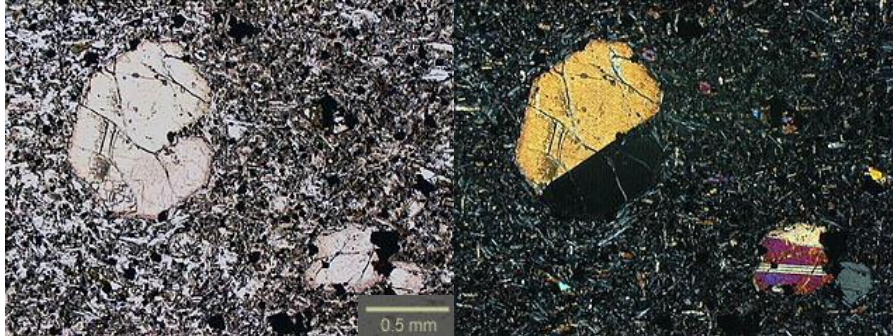
Figura 1 - Várias fases de passagem de uma amostra de rocha a lâmina delgada.

- A- Amostra de mão de onde foi cortada uma esquírola.
B- Esquírola de rocha (cerca de 0.5 cm de espessura) e lâmina de vidro onde vai ser colada a esquírola.
C- Colagem da esquírola à lâmina de vidro.
D- Amostra já colada na lâmina de vidro.
E- Amostra já depois de ser desgastada.
F- Lâmina delgada já finalizada, depois de polida e com lamela de vidro já colada.
G- Lâmina polida já finalizada.

Observação de rochas ao microscópio petrográfico

Imagens à Esquerda: Nicóis paralelos; Imagens à Direita: Nicóis cruzados

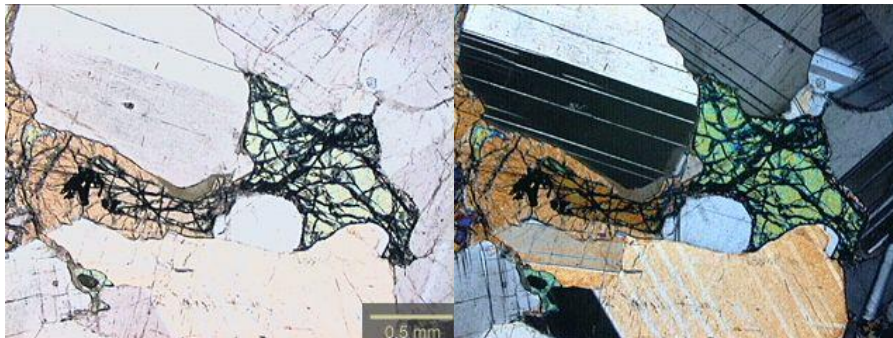
Basalto



Textura: afanítica, com fenocristais de olivina e piroxena.

Composição mineralógica: olivina, piroxena, plagioclase, calcite, outros

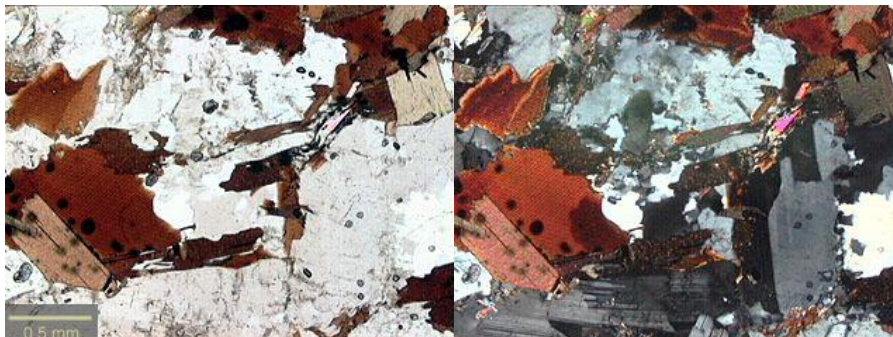
Gabro



Textura: granular de grão fino a médio.

Composição mineralógica: plagioclase, olivina e piroxena.

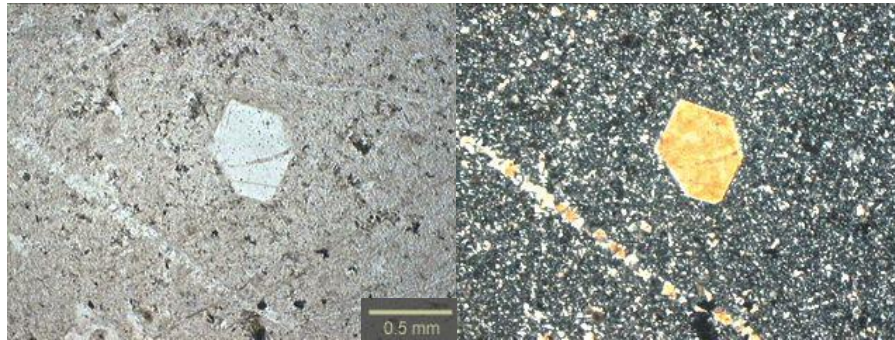
Granito



Textura: holocristalina, fanerítica, porfiróide com matriz de grão médio.

Composição mineralógica: feldspato potássico (por vezes em megacristais), quartzo, plagioclase, biotite, moscovite, entre outros.

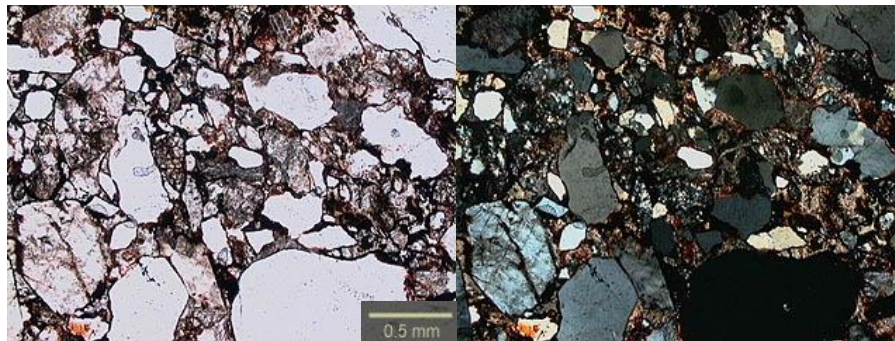
Riólito



Textura: afanítica, com fenocristais de quartzo e feldspato.

Composição mineralógica: quartzo e feldspato.

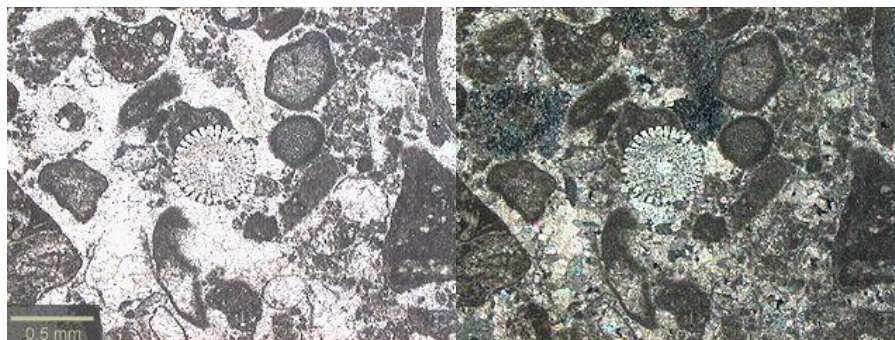
Arenito



Textura: clástica com grãos de dimensão grosseira e média, angulosos a subrolados.

Composição mineralógica: clastos de quartzo (qz.), moscovite, feldspato (felds.), quartzito, cimento ferruginoso.

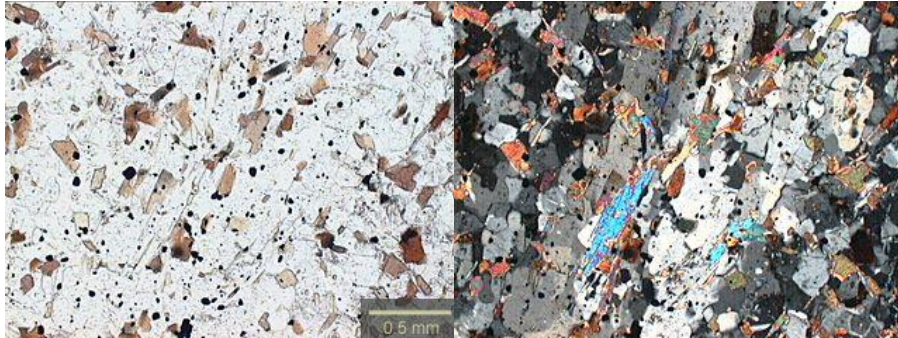
Calcário coralífero



Textura: Rocha constituída por restos carbonatados (ex. corais) agregados por cimento carbonatado.

Composição mineralógica: restos carbonatados (ex. corais) e cimento carbonatado.

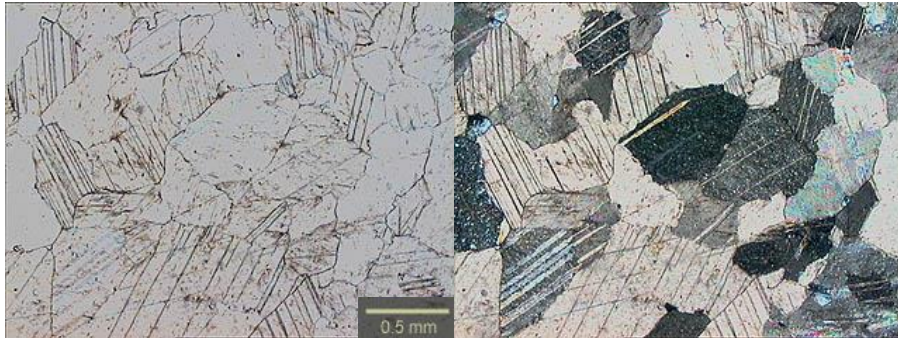
Corneana



Textura: granoblástica

Composição mineralógica: quartzo, biotite, moscovite, cordierite e outros.

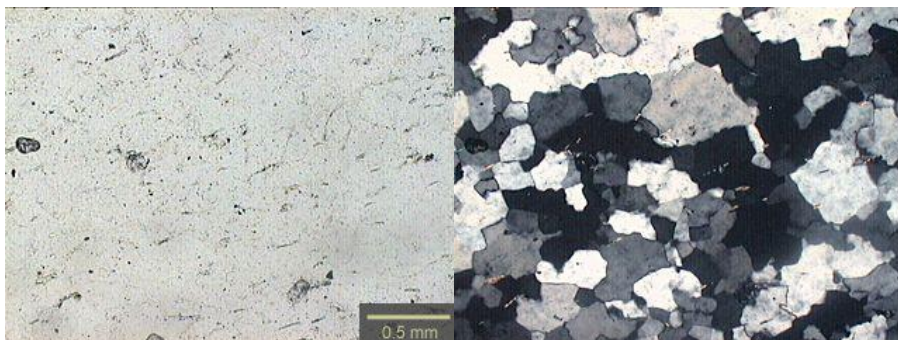
Mármore



Textura: granoblástica de grão médio

Composição mineralógica: calcite e raro quartzo

Quartzito



Textura: granoblástica.

Composição mineralógica: quartzo e micas.

Pegada

As pegadas são impressões de pés calçados, ou não, no solo, ou sobre outra superfície e podem fornecer informações relevantes sobre o que aconteceu no local em que foram encontradas. Podem fornecer indícios sobre: o número de agentes envolvidos, o movimento do agente, ou até mesmo conter informação sobre o local frequentado pelo agente momentos antes da sua formação, através de traços vestigiais.

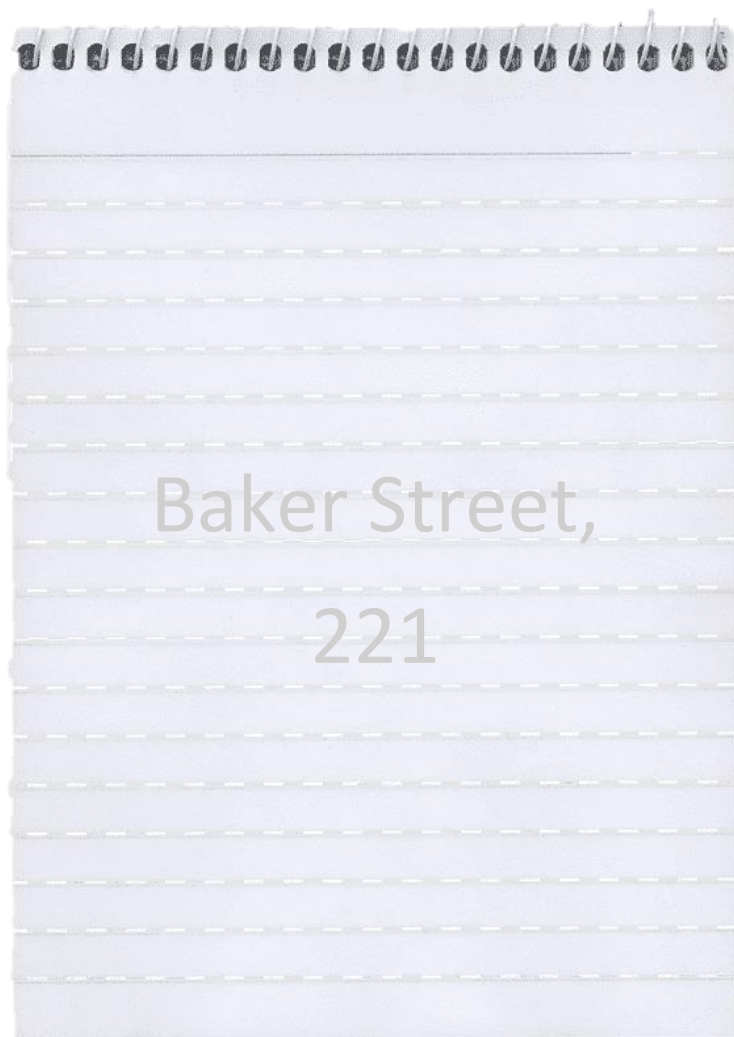
Assim, a realização de análise às marcas deixadas no local de crime é de enorme importância, uma vez que pode fornecer pistas cruciais para a resolução de um crime.

Tendo em conta a investigação em curso, consulta a seguinte tabela:

Medição, em cm	Possível tamanho de sapato correspondente
Menos de 8,9 cm	Até 34
Entre 9 e 10,9 cm	35-37
Entre 11 e 12,9 cm	38-40
Entre 13 e 14,9 cm	41-43
Entre 15 e 16,9 cm	44-46
Mais de 17 cm	Acima de 47

ANEXO XT61

(Retira uma amostra)



(informação para o professor: este anexo deve conter folhas de bloco de notas com a morada decalcada, preferencialmente pouco perceptível)

Apêndice 8: Grelha de Correção do Teste Cognitivo

Pergunta	Grupo I								Grupo II									Total		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.			
	Cotação	5	5	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	5	5	10	5	10		
A	5	5	5	0	2	0	3	10	5	5	0	0	5	5	5	6	1	0		
B	0	0	5	0	2	0	3	7	5	0	0	0	5	2,5	0	3	3	3		
C	0	5	5	5	3	5	4	10	0	0	5	0	5	5	6	3	3	3		
D	5	0	5	5	4	5	4	10	5	5	5	0	5	5	10	5	3	3		
E	5	5	5	5	3	0	5	9	5	5	5	5	5	5	10	3	9	9		
F	5	5	5	0	2	5	4	10	5	5	5	5	5	5	6	3	6	6		
G	5	0	5	0	3	0	4	10	5	5	5	0	5	5	3	5	3	3		
H	5	5	5	0	4	5	4	7	5	5	5	5	5	0	6	3	9	9		
I	5	5	5	0	1	5	3	5	5	5	5	5	5	0	0	3	0	0		
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Aluno																				