

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
Escola Superior Educação



**POLITÉCNICO
DE SANTARÉM**

Implementação do Ecosistema TI-Nspire™ STEM
A influência nas aprendizagens dos alunos e na prática letiva docente

Trabalho de Projeto

Mestrado em Recursos Digitais em Educação

Nuno Sérgio Infante de Passos Sousa

Orientação:

Professora Doutora Susana Isabel Gueifão Colaço

Abril, 2024

Ao meu irmão Gustavo (1947-2022)

Agradecimentos

Para levar a bom termo este trabalho foram imprescindíveis o apoio de várias pessoas e instituições, às quais quero expressar o meu profundo agradecimento.

À minha mulher e à minha filha, pela paciência que tiveram comigo ao longo das horas dedicadas a este projeto.

Aos meus pais e irmãos, por tudo o que me ensinaram ao longo da vida.

À Professora Doutora Susana Colaço pela disponibilidade para orientar este trabalho, estando sempre que necessário, presente para me ajudar a ultrapassar os obstáculos que se colocavam pelo caminho. Tenho a agradecer-lhe os sábios conselhos que me dispensou, assim como pela sua visão crítica, direta e incisiva, sobre os temas que fomos debatendo.

À equipa docente do Mestrado em Recursos Digitais em Educação pelo conhecimento transmitido, pelas aulas dinâmicas e extremamente práticas.

Ao Diretor da escola e às Professoras que participaram neste projeto, pela disponibilidade e empenho demonstrados.

Ao Diretor do Agrupamento de Escolas onde trabalho, pelo apoio prestado.

Aos colegas e amigos Aida Graça, Carla Gomes e José Teixeira, que sempre estiveram ao meu lado durante este mestrado. Tenho a agradecer-lhes o apoio demonstrado, o debate sobre alguns temas abordados neste trabalho e a preocupação pelo meu sucesso ao longo de todo o Curso de Mestrado em Recursos Digitais em Educação.

Ao Joaquim, à Patrícia e ao Pedro, por todo o vosso apoio.

Finalmente um especial agradecimento à Texas Instruments pelo apoio prestado para levar este projeto a bom porto.

Acrónimos/Siglas

AEI - Ambiente Educativo Inovador

AET - Ambiente Educativo Tradicional

AL – Atividades Laboratoriais

CEF - Curso de Educação e Formação de Jovens

CCVE - Centro de Ciência Viva na Escola

DGE – Direção Geral da Educação

MAXQDA – MAX Qualitative Data Analysis

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PASEO - Perfil dos Alunos à Saída do Ensino Obrigatório

PBL Project-Based Learning

PCA - Percursos Curriculares Alternativos

RED - Recursos Educativos Digitais

STEAM - Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics

STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics

VARC - Visual, Aural, Read/Write, Kinesthetic

Resumo

O presente trabalho de projeto analisa a influência que a implementação do Ecosistema TI-Nspire™ STEM pode ter nas aprendizagens dos alunos e na prática letiva docente. O estudo de caso foi realizado num Agrupamento TEIP, inserido na zona da Área Metropolitana de Lisboa, e no qual participaram 21 alunos, 13 raparigas e nove rapazes, inscritos numa turma do 11º ano de escolaridade, do Curso Ciências e Tecnologias, sem qualquer tipo de experiência na utilização de calculadoras gráficas e sensores em anos anteriores. Participaram neste projeto as disciplinas de Matemática A, Físico-Química A, Biologia e Geologia e respetivas quatro docentes, que implementaram as atividades com recurso ao referido Ecosistema TI-Nspire™ STEM. Para analisar o impacto do projeto recorreu-se a uma metodologia mista, que incluiu a aplicação de um inquérito por questionário aos alunos, enquanto que às docentes foram realizadas entrevistas semiestruturadas. Os resultados sugerem que a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, com suas ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM, contribui positivamente para a melhoria das aprendizagens dos alunos, promovendo não apenas a compreensão do conteúdo e o desenvolvimento de competências, mas também o envolvimento e a motivação para aprender, assim como estimula práticas pedagógicas que cultivam a autonomia e o interesse dos alunos, promovendo uma reflexão estratégica sobre a melhoria e a continuidade das práticas educativas.

Palavras-chave: Ambiente Educativo Inovador, Metodologias Ativas, Recurso Educativo Digital, STEM, TI-Nspire

TI-Nspire™ STEM Ecosystem Implementation

The influence on student learning and teaching practice

Abstract

This project work analyses the influence that the implementation of the TI-Nspire™ STEM Ecosystem can have on student learning and teaching practice. The case study was carried out in a TEIP Grouping, located in the Lisbon Metropolitan Area, and involved 21 students, 13 girls and nine boys, enrolled in an 11th grade Science and Technology class, with no experience of using graphing calculators and sensors in previous years. The Maths A, Physics and Chemistry A, Biology and Geology subjects and their four teachers took part in this project and implemented the activities using the TI-Nspire™ STEM Ecosystem. A mixed methodology was used to analyse the impact of the project, including a questionnaire survey for the students and semi-structured interviews for the teachers. The results suggest that the introduction of the TI-Nspire™ CX Ecosystem, with its TI-Nspire™ STEM pedagogical tools, contributes positively to improving student learning, promoting not only content understanding and skills development, but also engagement and motivation to learn, as well as stimulating pedagogical practices that cultivate student autonomy and interest, promoting strategic reflection on the improvement and continuity of educational practices.

Keywords: Active Methodologies, Digital Educational Resource, Innovative Educational Environment, STEM, TI-Nspire

Índice Geral

Agradecimentos.....	ii
Acrónimos/Siglas.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice Geral.....	vi
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tabelas.....	viii
Capítulo 1 Introdução.....	1
1.1. Motivação e pertinência do estudo.....	2
1.2. Objetivos e questões do estudo.....	3
1.3. Organização do documento.....	3
Capítulo 2 Enquadramento teórico.....	4
2.1. Diferenciação pedagógica.....	4
2.2. Aprendizagem e metodologias ativas.....	9
2.3. Ambientes educativos inovadores.....	11
2.4. Recursos educativos digitais.....	13
2.5. Espaço, pedagogia e tecnologia.....	18
Capítulo 3 Metodologia.....	20
3.1. Opções metodológicas.....	20
3.2. Instrumentos de recolha de dados.....	22
3.3. Contexto do estudo.....	25
3.4. O Ecosistema TI-Nspire™ STEM.....	26
3.5. Experiência realizada.....	27
3.6. Análise dos dados.....	28
Capítulo 4 Análise e discussão dos resultados.....	29
4.1. Análise e interpretação das respostas dos professores.....	29
4.1.1. Identificação das categorias.....	29
4.1.2. Análise dos dados por categoria.....	30
4.1.3. Relação entre categorias.....	36
4.1.4. Identificação de grupos de categorias.....	38
4.1.5. Relação entre os grupos de categorias.....	39
4.2. Análise e interpretação das respostas dos alunos às questões objetivas....	40
4.2.1. Identificação das questões.....	40
4.2.2. Identificação dos grupos de questões fechadas.....	42
4.2.3. Análise dos dados por grupo de questões fechadas.....	42

4.3.	Análise e interpretação das respostas dos alunos à questão aberta	46
4.3.1.	Identificação das categorias.....	46
4.3.2.	Análise dos dados por categoria.....	47
4.3.3.	Relação entre categorias	50
4.3.4.	Grupos de categorias.....	52
4.4.	Discussão dos resultados.....	52
Capítulo 5 Conclusão.....		55
Capítulo 6 Proposta de Projeto de Intervenção: "Inovação e Excelência em STEAM" 57		
6.1.	Fundamentação Teórica.....	57
6.2.	Desenvolvimento Curricular Integrado.....	58
6.3.	Formação e Desenvolvimento Profissional dos Professores	59
6.4.	Implementação Tecnológica.....	60
6.5.	Metodologias Ativas de Aprendizagem.....	61
6.6.	Objetivos e estratégias de implementação	62
6.7.	Avaliação e Monitorização.....	64
6.8.	Parcerias e Colaborações	65
6.9.	Sustentabilidade e Disseminação	66
Referências bibliográficas		67
Anexos.....		72
Anexo A – Pedido de autorização aos Encarregados de Educação		72
Anexo B – Guião de entrevista semiestruturada.....		73
Anexo C – Questionário online		74
Anexo D – Gráficos das respostas ao questionário online		75
Anexo E – Respostas dadas pelos alunos à questão aberta		79
Anexo F – Entrevista ao entrevistado um		81
Anexo G – Entrevista ao entrevistado dois		85
Anexo H – Entrevista ao entrevistado três.....		90
Anexo I – Entrevista ao entrevistado quatro		96
Anexo J – Atividades laboratoriais de Matemática.....		106
Anexo K – Atividade laboratorial de Física		113
Anexo L – Atividade laboratorial de Química		116
Anexo M – Atividade laboratorial de Biologia.....		119

Índice de Figuras

Figura 1 - O RED como facilitador de aprendizagens	14
Figura 2 - Modelo de ensino STEM	17
Figura 3 - Três dimensões para construir um ambiente de aprendizagem para o século XXI	19
Figura 4 - Atividades laboratoriais	27
Figura 5 - Mapa de relação entre categorias de respostas dos professores	36
Figura 6 - Mapa de relação entre categorias de respostas dos alunos	50

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Matriz de categorias de respostas dos professores	29
Tabela 2 - Matriz de relação categorias/entrevistados.....	30
Tabela 3 - Moda e Frequências relativas.....	40
Tabela 4 - Grupos de questões fechadas	42
Tabela 5 - Matriz de categorias de respostas dos alunos	46
Tabela 6 - Matriz de relação categorias/respondentes	47

Capítulo 1

Introdução

Nos últimos anos, a educação tem enfrentado um paradigma transformador, impulsionado pela necessidade de adaptar métodos de ensino às exigências de um mundo cada vez mais digitalizado e interligado, e os métodos de ensino devem responder às necessidades dos alunos. Este trabalho propõe-se a explorar a implementação do Ecosistema TI-Nspire™ STEM, mais um avanço no campo da educação STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), que pretende alterar/influenciar a maneira como professores e alunos interagem com os conceitos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Este estudo alinha-se com as diretrizes estabelecidas pelo Perfil dos Alunos à Saída do Ensino Obrigatório (PASEO) (Martins et al., 2017), um documento fundamental que delinea as competências essenciais a serem desenvolvidas pelos alunos ao longo do seu percurso educativo no Ensino Obrigatório. A incorporação de ambientes educativos inovadores, conforme proposto pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) (OECD, 2017) e exemplificado pela *Future Classroom Lab*, representa uma mudança paradigmática, enfatizando a aprendizagem ativa e a interação aluno-tecnologia. Além disso, nesta investigação procurou-se privilegiar a metodologia/abordagem STEM onde a aprendizagem é feita através da experiência e da construção do conhecimento. A relação espaço-pedagogia-tecnologia é central nesta abordagem, sugerindo uma sinergia entre o ambiente físico, as estratégias pedagógicas e as ferramentas tecnológicas. A revisão sistemática de Thibaut et al. (2018) sobre educação STEM integrada em contextos de ensino secundário fornece uma base teórica robusta para este estudo. Esta revisão destaca práticas educativas eficazes e desafios enfrentados na implementação de programas STEM integrados, oferecendo uma perceção valiosa para a aplicação do Ecosistema TI-Nspire™ STEM.

Este projeto visa, portanto, analisar a importância deste ecossistema em ambientes educativos inovadores, avaliando o seu impacto na promoção de uma aprendizagem ativa e na preparação dos alunos para os desafios do século XXI, assim como identificar de que forma o uso do ecossistema pode promover a aquisição de competências por parte dos alunos, e ainda analisar de que modo o uso do ecossistema pode promover práticas letivas inovadoras, bem como, introdução de metodologias ativas. Através de uma abordagem metodológica adequada, procura-se entender como as práticas educativas digitais podem ser integradas com sucesso no currículo para enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos em STEM.

1.1. **Motivação e pertinência do estudo**

A motivação central deste estudo emerge da importância crescente de adaptar os sistemas educativos às necessidades de um mundo em rápida evolução tecnológica e científica. Vivemos numa era onde a alfabetização digital e a compreensão dos princípios STEM são indispensáveis. Contudo, muitos ambientes educativos permanecem ancorados em paradigmas tradicionais, que nem sempre conseguem aliciar os alunos ou prepará-los adequadamente para os desafios futuros. O Ecossistema TI-Nspire™ STEM, desenvolvido pela Texas Instruments, é uma combinação entre hardware, software e recursos educacionais, projetado para enriquecer a experiência de ensino e aprendizagem em ambientes académicos, representando uma inovação significativa neste contexto, uma vez que a sua implementação pode ser um catalisador para transformar práticas pedagógicas, promovendo uma aprendizagem mais interativa, contextualizada e significativa. Este estudo é motivado pela possibilidade de explorar como tal ecossistema pode influenciar positivamente a experiência educativa, tanto para professores como para alunos, além de fornecer perspetivas sobre como os ambientes educativos podem ser transformados pela tecnologia.

Adicionalmente, a motivação é reforçada pela conciliação deste estudo com as orientações nacionais estabelecidas pelo PASEO e as internacionais da OCDE, sobre ambientes educativos inovadores, que enfatizam a importância de desenvolver competências transversais nos alunos, como pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade. A integração de tecnologias educativas inovadoras e a prática de ensino STEM são vistas como meios essenciais para alcançar esses objetivos. Esta consonância reforça a relevância do estudo no contexto das políticas educativas contemporâneas e futuras, contribuindo significativamente para a sua implementação e evolução. Outro fator motivador é a necessidade de compreender melhor a interação entre espaço, pedagogia e tecnologia. A emergência de novos espaços de aprendizagem, como os propostos pela *Future Classroom Lab*, desafia os educadores a repensar a configuração tradicional da sala de aula, explorando como o espaço físico pode ser otimizado para promover uma aprendizagem mais ativa e colaborativa.

O presente estudo é impulsionado pela escassez de pesquisa detalhada sobre a implementação efetiva de ecossistemas educativos digitais em contextos reais. Deseja-se contribuir para o corpo de conhecimento existente, oferecendo *insights* práticos e teóricos que podem ajudar educadores e decisores políticos a melhor integrar tecnologias educativas inovadoras no ensino STEM.

1.2. Objetivos e questões do estudo

Questões do estudo

- Em que medida a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, recorrendo às ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM promove a aquisição e o desenvolvimento de competências pelos alunos?
- Como é que a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, recorrendo às ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM, pode contribuir para melhorar a prática docente no ambiente de sala de aula, com estratégias inovadoras e metodologias ativas?

Objetivo geral

- Analisar em que medida a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, recorrendo às ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM, pode contribuir para melhorar as aprendizagens dos alunos.

Objetivos específicos

- Identificar de que forma o uso do ecossistema pode promover a aquisição de competências por parte dos alunos.
- Analisar de que modo o uso do ecossistema pode promover práticas letivas inovadoras, bem como a introdução de metodologias ativas.

1.3. Organização do documento

O presente documento está estruturado em seis capítulos, com o propósito de organizar todo o processo de investigação, recolha e análise de dados.

A introdução, presente no primeiro capítulo, apresenta uma descrição resumida e detalhada do trabalho de projeto, a motivação e pertinência do estudo, assim como as questões do estudo, objetivo geral e objetivos específicos. No segundo capítulo, apresenta-se o enquadramento teórico, onde se aborda a organização pedagógica e a diferenciação pedagógica, a aprendizagem e metodologias ativas, ambientes educativos inovadores, recursos educativos digitais, e espaço, pedagogia e tecnologia. O terceiro capítulo, dedicado à metodologia, são apresentadas as opções metodológicas, os instrumentos de recolha de dados, o contexto do estudo e como é feita a análise dos dados. No quarto capítulo apresenta-se a análise e discussão dos resultados. As principais conclusões são apresentadas no capítulo cinco. Finalmente, no capítulo seis, é apresentada a 'Proposta de Projeto de Intervenção: Inovação e Excelência em STEAM'.

Capítulo 2

Enquadramento teórico

2.1. Diferenciação pedagógica

Segundo Perrenoud (1997), diferenciar é romper com a pedagogia magistral (ou seja, a mesma lição e os mesmos exercícios para todos ao mesmo tempo), mas é sobretudo uma maneira de colocar em funcionamento uma organização de trabalho que integre dispositivos didáticos, de forma a colocar cada aluno perante a situação mais favorável. Esta possibilidade de diferenciação, por parte dos professores, está diretamente relacionada com características dos alunos que são suscetíveis de contribuir para esse processo, a saber:

- recetividade (disposição dos alunos para trabalharem num determinado momento, com uma ideia ou competência específicas, podendo o professor idealizar tarefas e proporcionar escolhas de aprendizagem de diferentes graus de dificuldade);
- interesses (aquilo que os alunos consideram interessante em aprender/trabalhar, devendo o professor desenvolver tópicos ou atividades curriculares que despertem interesse e curiosidade, por parte dos alunos, para aprenderem);
- perfis de aprendizagem (estes perfis podem sofrer a influência de fatores como o sexo, a cultura, o estilo de aprendizagem ou o tipo de inteligência, pelo que o professor deverá ter estas questões em conta para promover a diferenciação pedagógica).

A diferenciação pedagógica, com suas raízes numa tradição educacional que valoriza a peculiaridade dos alunos, tem evoluído ao longo dos anos, adaptando-se às mudanças socioculturais e educativas. Esta evolução tornou-a uma prática indispensável no cenário educativo contemporâneo. Na Grécia Antiga, por exemplo, a educação era individualizada, com filósofos como Sócrates a adotarem um método dialético que se adaptava às necessidades individuais dos aprendizes (Waterhouse, 2005). No entanto, a Revolução Industrial trouxe consigo a institucionalização da educação e o desafio de ensinar um grande número de alunos de maneira padronizada (Tyack, 1974). Já no século XX, as teorias construtivistas de Piaget e as perspetivas sócio-construtivistas de Vygotsky enfatizaram a relevância do contexto individual e social na aprendizagem (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978). A diversidade crescente nas salas de aula, impulsionada por movimentos migratórios e globalização, evidenciou ainda mais que os métodos tradicionais de ensino não se adequavam a todos (Banks, 1993). Nas últimas décadas do século XX, especialmente em sociedades ocidentais, a diferenciação pedagógica foi reconhecida como essencial para responder às variadas necessidades em ambientes educacionais diversificados, conforme destacado por Tomlinson (2001). A inclusão de alunos com necessidades especiais e a diversidade cultural intensificaram a procura por abordagens pedagógicas flexíveis (Florian &

Linklater, 2010). No contexto atual, a diferenciação pedagógica é compreendida como uma estratégia que antecipa e responde às diversas necessidades, interesses e competências dos alunos, centrando-se na criação de oportunidades de aprendizagem significativas para todos (Subban, 2006).

A diferenciação pedagógica pretende responder às necessidades de aprendizagem de um aluno em particular, ou de um pequeno grupo de estudantes, em vez do modelo mais típico de ensinar uma turma como se todos os indivíduos nela integrados tivessem características semelhantes (Tomlinson e Allan, 2000).

Na escola atual, é grande a diversidade de alunos, com muitas diferenças entre si, seja em termos de capacidades, estilos de aprendizagem, interesses, vivências, condições de vida, questões culturais e, assim sendo, a escola não pode dar as mesmas respostas a todos os alunos por igual. Segundo Santos (2009), a diferenciação pedagógica pode ser de tipo:

- Institucional - a um nível macro, traduzindo-se nas ofertas educativas/formativas disponíveis nas escolas, seja via de ensino, via profissionalizante ou alternativas de ensino via Curso de Educação e Formação de Jovens (CEF);
- Externa - a um nível meso, com o recurso a Percursos Curriculares Alternativos (PCA), a apoios pedagógicos e ainda formas alternativas de organização da escola;
- Interna - a um nível micro, do quotidiano da sala de aula, acontecendo através da interação entre o professor, o aluno e o saber.

A diferenciação pedagógica a nível interno, entendida como as interações diárias na sala de aula, representa o ponto de interseção entre teoria e prática, sendo o palco onde os educadores confrontam diretamente os desafios da diversidade dos alunos (Hall, 2002). Para enfrentar essa diversidade de forma eficaz, é essencial que os professores estejam munidos de um vasto conjunto de estratégias. Estas podem abranger desde pedagogia diferenciada e ensino cooperativo até aprendizagem baseada em projetos e a integração de tecnologias educativas (Levy, 2008; Tomlinson & McTighe, 2006).

A crescente integração das tecnologias digitais na sala de aula oferece uma gama de opções para a personalização do ensino, permitindo que os educadores atendam às necessidades individuais dos alunos de maneira mais eficaz (Hokama, 2016). Além disso, uma formação adequada, tanto inicial quanto contínua, emerge como um pilar crítico para uma implementação eficaz da diferenciação pedagógica. A formação inicial deve imbuir os futuros educadores com os princípios e práticas da diferenciação, enquanto a formação contínua oferece uma oportunidade para se adaptarem às evoluções e tendências pedagógicas emergentes (Ingersoll & Strong, 2011; Darling-Hammond & Richardson, 2009).

Para complementar, é imperativo que haja um robusto apoio institucional e infraestrutura, abrangendo acesso a recursos, materiais didáticos adaptáveis e avanços na tecnologia educativa (Fullan, 2007). Deste modo podemos afirmar que a diferenciação pedagógica a nível interno é vital para satisfazer as necessidades de todos os alunos, e a combinação de formação adequada, apoio contínuo e infraestrutura apropriada constitui a base para assegurar uma educação que seja genuinamente inclusiva e justa.

Chousa (2012) refere que os alunos aprendem melhor quando o professor tem em consideração as suas características individuais, tais como: os seus interesses; pontos fortes e pontos fracos; necessidades e estilos de aprendizagem, ou seja, quando os professores respeitam a individualidade dos alunos e ensinam atendendo às suas diferenças. Para que tal suceda, o professor tem de recorrer a processos de aprendizagem diferenciados, que considerem as diferenças individuais dos alunos. Adequar métodos, técnicas e materiais às especificidades de cada um, no sentido de proporcionar um ensino mais individualizado, é diferenciar a ação pedagógica e, para que exista sucesso neste procedimento, é necessário a cooperação de todos os intervenientes no processo educativo. Neste contexto, o Teste VARK (Visual, Aural, Read/Write, Kinesthtic), desenvolvido por Neil Fleming na década de 1980, surge como uma ferramenta para auxiliar professores na compreensão dos estilos de aprendizagem dos alunos. De acordo com Fleming e Mills (1992), o teste VARK ajuda os professores a identificar os estilos de aprendizagem de seus alunos, possibilitando o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais adequadas e individualizadas.

O estilo Visual refere-se à preferência por informações apresentadas em mapas, gráficos e diagramas. Já o Auditivo abrange aqueles que aprendem melhor por meio de discussões, palestras e debates. O estilo Leitura/Escrita é caracterizado pela preferência por informações escritas, enquanto o Cinestésico está relacionado à aprendizagem por meio de experiências práticas e simulações. Entretanto, é importante notar que a eficácia do Teste VARK e a ideia de estilos de aprendizagem têm sido alvo de debates. Krätzig e Arbuthnott (2006) argumentam que não há evidências suficientes para afirmar que adaptar o ensino ao estilo de aprendizagem preferencial do aluno melhora significativamente o desempenho académico. Neste sentido, é recomendável que educadores utilizem os resultados do Teste VARK como um guia, não como uma regra inflexível, e reconheçam a importância de abordagens de aprendizagem flexíveis e variadas (Pashler, McDaniel, Rohrer, & Bjork, 2009). A integração do Teste VARK no processo educativo, portanto, deve ser feita com cautela e sempre em combinação com outras estratégias pedagógicas, visando proporcionar uma experiência de aprendizagem abrangente e eficaz. Ao fazer isso, o professor está não apenas a respeitar as preferências individuais dos alunos, como sugerido por Chousa (2012), mas também a fomentar um ambiente de aprendizagem inclusivo e adaptativo. A diferenciação pode apresentar três formas:

- Simultânea - refere-se ao trabalho em grupo no qual se realiza tarefas distintas, sendo uma categoria focada no que os alunos produzem;
- Sucessiva - centra-se na natureza das tarefas, nas diferentes abordagens adotadas, verificando-se uma variação de forma ao longo de um período de tempo;
- Variada - quando se combinam as duas formas anteriores.

Nas palavras de Chousa (2012)

A diferenciação pedagógica é necessária pois trata-se da identificação e, ao mesmo tempo, da tomada de resposta, a uma variedade de capacidades de uma turma. Tal implica, que os mesmos alunos de uma turma não estudem/trabalhem as mesmas coisas, ao mesmo ritmo e do mesmo modo (p. 41).

Na mesma linha de raciocínio, no tocante às diferenças apresentadas pelos alunos, relativamente às estratégias e aos ritmos de aprendizagem, à diversidade de interesses, ou mesmo às diferentes relações que os alunos têm com o saber, Santana (2000) diz-nos que:

O grande desafio que se nos coloca atualmente é o de deixarmos de estar tão preocupados em ensinar e o de criarmos, pelo contrário, condições efetivas para que os alunos aprendam. Esta deslocação do enfoque no ensino para a aprendizagem dos alunos implica, necessariamente, a utilização de estratégias de diferenciação (p. 30).

Em 2000, Tomlinson e Allan dizem-nos que a pedagogia diferenciada consiste em responder às necessidades dos alunos, estando orientada para as tarefas escolares, para a flexibilização na organização dos grupos de trabalho e para a avaliação e ajustamentos contínuos. Deste modo, os professores poderão diferenciar os seguintes elementos do currículo:

- conteúdos (inclui tudo aquilo que o professor planifica para a aprendizagem dos alunos, bem como o modo como o aluno se apropria do conhecimento, compreensão e competências, tratando-se de factos, conceitos, generalizações ou princípios, atitudes e competências relacionadas com uma disciplina, assim como os materiais utilizados);
- processos (modo como o aluno atribui um significado a algo, compreende e detém factos, conceitos, generalizações e competências de uma determinada disciplina);
- produtos (itens que um aluno pode utilizar para demonstrar o que aprendeu, compreendeu e é capaz de fazer, como resultado de um prolongado período de estudo/trabalho, e será tanto melhor quanto mais os alunos apliquem tudo o que aprenderam, permitindo alargarem os seus conhecimentos e competências, envolvendo-se numa atividade cognitiva e crítica).

Gonçalves e Trindade (2010) assinalam que, no momento em que o professor planifica e organiza o trabalho que pretende fazer com os seus alunos, questiona-se, debate e reflete, no sentido de considerar as especificidades dos grupos de alunos. Deste modo, o professor atua como um mediador entre o aluno, os conhecimentos que este possui e o mundo, acompanhando o processo de aprendizagem, orientando os alunos com mais incertezas e/ou os mais inseguros, encontrando os momentos mais adequados para avaliar de forma formativa todo o processo, proporcionando aos alunos o desejo de melhorar, e nunca fazer sentir o desânimo pela aprendizagem. Estes autores enumeram uma série de princípios subjacentes à prática da pedagogia diferenciada, dos quais:

- uma sala de aula onde se diferenciam as situações de ensino-aprendizagem, caracteriza-se pela flexibilização do processo de intervenção pedagógica que aí ocorre (nomeadamente os materiais, as metodologias de ensino, o tempo, entre outros);
- a diferenciação pedagógica decorre da avaliação eficaz e contínua das necessidades dos alunos;
- uma organização flexível de grupos de alunos necessários para realizar as suas atividades escolares, permite que acedam a uma ampla variedade de oportunidades de aprendizagem e propostas de trabalho;
- todos os alunos trabalham com propostas de trabalho e atividades adequadas e desafiantes;
- os alunos e os professores são colaboradores no âmbito do processo de aprendizagem.

Assim sendo, o professor pensará num trabalho mais individualizado, com tarefas mais próximas possível das capacidades individuais, com o objetivo de consolidar os conhecimentos prévios, de mobilizá-los e transferi-los em situações de aprendizagem com um nível superior de dificuldade, através dos quais as competências são trabalhadas de uma forma transversal (Gonçalves e Trindade, 2010, p.2062).

Na perspetiva de Coelho (2010, p.27) “Gradualmente, a sociedade dá-se conta dos altos níveis de insucesso escolar, frequentemente traduzidos em reprovações e abandono.”, referindo o autor que, com a democratização do ensino, a escola teve de abrir portas a todos os alunos, dando, no entanto, origem à exclusão de alunos, por não se encontrar preparada para receber a grande heterogeneidade de crianças e jovens. No sentido de superar esta falha do sistema educativo, são adotados esquemas diferenciadores, quer através da adoção de currículos mais flexíveis e centrados nos interesses dos alunos, quer através de medidas de discriminação positiva, do qual o apoio pedagógico é exemplo. Na prática, e para responder às necessidades dos alunos, os professores podem:

- selecionar os conteúdos a lecionar;
- diversificar os seus métodos e técnicas de ensino;
- introduzir formas sociais de trabalho;
- aumentar o leque de instrumentos de avaliação, sempre com o objetivo de ajustar a sua prática ao perfil de aprendizagem dos alunos.

Recorrendo a Gato (2014), o facto de se continuar a tratar todos os alunos de igual modo, acaba por favorecer aqueles já de si pertencentes a classes mais favorecidas, perpetuando as desigualdades existentes, tendo como consequência a penalização de determinadas camadas sociais, referindo que a gestão pedagógica de alunos com características marcadamente heterogéneas, no que respeita às vertentes sociais e culturais, teve, tem e continuará a ter como resultado equívocos, conflitos e tensões no espaço escolar.

Gomes (2015) reflete sobre a constante transformação e evolução da sociedade, exigindo à escola integração e inclusão de todos os seus alunos, independentemente das características e necessidades de cada um. A autora recorre a Lima (2008) para referir que "A pesquisa sobre a escola eficaz constitui, originalmente, um esforço para refutar a tese de que as escolas não fazem qualquer diferença na vida dos alunos." (Gomes, 2015, p.1), acabando por se impor à escola que, independentemente das origens e expectativas dos alunos, estes obtenham sucesso.

2.2. Aprendizagem e metodologias ativas

São muitos os benefícios de adotar as metodologias ativas, como o incentivo à tomada de decisões com avaliação dos possíveis resultados dessa decisão, o desenvolvimento de soluções criativas, o trabalho coletivo e a aplicação de conceitos estudados. (Silva, 2020). Segundo Prince (2004) os elementos centrais da aprendizagem ativa são as atividades do aluno, as quais permitem que estes explorem, questionem e construam o seu próprio conhecimento, de forma ativa e significativa. A discussão acerca da importância do envolvimento do aluno no processo de aprendizagem é largamente aceite, existindo evidências relevantes na literatura, que mostram que os estudantes aprendem melhor quando o seu envolvimento e participação é feito de um modo ativo. Tal princípio tem como base os pressupostos construtivistas, em que o conhecimento não é transmitido, mas sim, construído pela atividade mental do aluno (Michael, 2006). Torna-se assim importante que se envolvam os alunos na sua aprendizagem, favorecendo o seu papel ativo. É relevante que os alunos comecem a aprender a trabalhar em equipa, a participar em projetos, a investigar, a resolver problemas, a desenvolver o pensamento crítico, a colaborar entre pares de forma responsável, a valorizar conceitos e valores de cidadania democrática e de desenvolvimento sustentável e inclusivo.

A prática da aprendizagem ativa é caracterizada por "[...] promover de modo sistemático e intencional na sala de aula e fora dela atividades que permitam ao aluno fazer escolhas, confrontar pontos de vista, resolver problemas e tomar decisões com base em valores" (Martins et al., 2017, p.32). Este enfoque contribui diretamente para o desenvolvimento de competências diversificadas, agregando conhecimento, capacidades e atitudes que capacitam o indivíduo para ação efetiva em múltiplos contextos.

A inclusão figura como um dos pilares desta abordagem, garantindo que a educação seja promotora de equidade e democracia, "[...] agregando uma diversidade de alunos tanto do ponto de vista socioeconômico e cultural como do ponto de vista cognitivo e motivacional" (Martins et al., 2017) As aprendizagens ativas, portanto, não se limitam ao acumular de conhecimento, mas estendem-se ao desenvolvimento de uma cultura científica e ao estímulo de um pensamento crítico e criativo, aspetos fundamentais na formação de um indivíduo capaz de compreender e intervir na sociedade.

O compromisso com a coerência e a flexibilidade é indispensável na operacionalização das aprendizagens ativas, exigindo uma gestão curricular que permita adaptação e renovação constantes perante os desafios emergentes. Educar no século XXI requer uma percepção aguçada da necessidade de se adaptar a novos contextos e estruturas, "mobilizando as competências, mas também estando preparado para atualizar conhecimento e desempenhar novas funções" (Martins et al., 2017).

A aprendizagem ativa é assim um processo de ensino que tem como objetivo envolver os alunos no processo de aprendizagem, levando-os a pensar sobre aquilo que estão a fazer, tornando-os assim responsáveis pela sua própria aprendizagem.

A relação entre o indivíduo e o mundo que o rodeia, construída numa dinâmica constante com os espaços físico, social, histórico e cultural, coloca à escola o desafio de assegurar a preparação dos alunos para as múltiplas exigências da sociedade contemporânea. A complexidade e a acelerada transformação que caracterizam a sociedade contemporânea conduzem, assim, à necessidade do desenvolvimento de competências diversas para o exercício da cidadania democrática e, por isso, a escola tem um papel importante na construção de práticas de cidadania.

A aprendizagem ativa está em oposição à aprendizagem passiva, ou seja, num ambiente de aprendizagem passiva, a aula tem o professor como o centro da mesma, onde este, por norma, expõe a matéria aos seus alunos e, por sua vez, estes ouvem-no com o mínimo de interrupção possível. As respostas dos alunos às questões do professor são feitas pelos alunos que levantam a mão, resumindo-se muitas vezes a um pequeno grupo de alunos, sendo que a interação entre estes não é fomentada e a apropriação de conhecimentos, por parte dos alunos, não é explicitamente monitorizada, não existindo, deste modo, muitas oportunidades para se corrigirem dúvidas e/ou percepções erradas dos alunos (Eison, 2010).

As aprendizagens ativas colocam o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem, promovem nele autonomia, assim como a construção do seu próprio conhecimento, o que vai ao encontro do modelo educacional construtivista, que considera que o conhecimento é construído, ou seja, deve ser organizado de forma a que conhecimentos prévios adquiridos pelo aluno se tornem a base para novos conhecimentos e, recorrendo a Papert (1986), que enfatizava a aprendizagem por intermédio da “mão na massa” (*hands on*) e da “imersão mental” (*heads in*), pelo facto de o aluno estar envolvido na construção de algo de seu interesse.

2.3. Ambientes educativos inovadores

Um Ambiente Educativo Inovador (AEI) pode ser definido como “um espaço de trabalho pensado e desenhado para o desenvolvimento de aprendizagens ativas, centradas nos alunos, no qual a tecnologia pode assumir um papel determinante no enriquecimento do espaço” (Figueiroa e Monteiro, 2018, p.7). Na política educativa e na prática profissional tem havido um interesse crescente na reconsideração da aprendizagem e dos espaços onde esta ocorre. A noção de ambientes educativos inovadores (Direção Geral da Educação, 2017) surgiu em resposta ao crescente uso de tecnologias educacionais e novas metodologias, associadas ao ensino e à aprendizagem do século XXI (Carvalho & Yeoman, 2018). Ao nível da educação, o foco tem sido mais no sentido de contribuir para que os alunos desenvolvam uma forma de pensamento, de trabalho e de convivência em conjunto. Conceptualmente, tem havido um distanciamento do espaço tradicional direcionado para o professor e a sala de aula, para um espaço mais centrado no aluno, simplesmente, um espaço de aprendizagem (Duffy & Tobias, 2009; Woodman, 2016). A conceção de um espaço de aprendizagem está intimamente ligada à prática do ensino e da aprendizagem, podendo ser um poderoso instrumento à disposição do professor (Horne-Martin, 2002; Sigurðardóttir & Hjartarson, 2011). As salas de aula modernas foram readaptadas para refletirem ambientes centrados no aluno, de colaboração, de aprendizagem dirigida para o indivíduo, para a investigação, exploração, criação, aprendizagem ativa e construção de relações, permitindo assim maior criatividade e flexibilidade. Assim sendo, o papel do professor altera-se, deixando este de ser o ator central da condução de todos os processos de ensino *sage on the stage*, para ser um guia/tutor de apoio ao processo de aprendizagem *guide on the side*. Em vez de simplesmente se debitarem factos e conhecimento, num modo unidirecional, uma aula torna-se então uma recolha participativa de factos entre alunos e professor (McDonough, 2000). Estas mudanças, que ocorrem nos papéis dos principais atores em sala de aula, vão exigir uma mudança no espaço. Os espaços de educação devem então ser facilitadores de uma cultura centrada no aluno,

além de envolverem os professores de forma criativa no seu desenvolvimento, para assim colmatar as exigências das sociedades e dos programas educativos (Campbell, 2020).

Em conformidade com a evolução pedagógica e a emergência de novos paradigmas educacionais, os AEI representam a vanguarda do design instrucional e da configuração espacial, que promove uma aprendizagem centrada no aluno e impulsionada pela tecnologia. O conceito de "Sala de Aula do Futuro" (*Future Classroom Lab*), desenvolvido pela European Schoolnet (European Schoolnet, 2012) exemplifica esta transição ao proporcionar um espaço dinâmico que reflete e promove práticas educativas progressistas. Este espaço é idealizado não apenas como um local de construção de conhecimento, mas como um ecossistema de aprendizagem onde a interação, a colaboração e a personalização do ensino são consideradas pedras angulares para a construção do conhecimento e desenvolvimento de competências relevantes para o século XXI.

Os professores, neste ambiente, assumem um papel fundamental como facilitadores e cocriadores do processo de ensino-aprendizagem, colaborando e desenvolvendo material didático que responda às necessidades individuais de cada aluno. A formação de professores para atuar nestes espaços inovadores é essencial, uma vez que devem estar preparados para integrar tecnologias educacionais avançadas e adaptar suas práticas pedagógicas às solicitações contemporâneas.

Os embaixadores (Scientix, 2022) do programa *Future Classroom Lab* desempenham um papel crítico na disseminação dessas práticas, servindo como catalisadores de mudança e inspiração para outros educadores. A formação contínua e o desenvolvimento profissional, ancorados em experiências práticas e colaboração entre pares, são a base para a efetiva implementação desses ambientes educativos revolucionários.

Para além disso, estudos sugerem que as configurações de espaço para o ensino e aprendizagem, influenciam indiretamente o comportamento humano de quem os habita, afetando escolhas e experiências dentro desse espaço (Montgomery, 2008; Jorn, Whiteside, & Duin, 2009; Jankowska & Atlay, 2008; Brooks, 2012; Tondeur et al. 2017). Quando os espaços são concebidos, especificamente para o tipo de atividades necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem, esses espaços tornam-se um terceiro professor, podendo encorajar o sentimento de união, exploração, colaboração, discussão e reflexão, tornando-se parte integrante do ensino e da aprendizagem. Assim como os espaços educativos são constituídos em processos temporais e pedagógicos, são constituídos através da ação.

Estes espaços de trabalho são, segundo Brooks (2011), salas de aula de aprendizagem ativa, baseadas numa construção flexível e recorrendo a diversos recursos educativos digitais promovendo, deste modo, abordagens pedagógicas inovadoras. Estas práticas de ensino-aprendizagem inovadoras, onde o papel do aluno é associado a uma

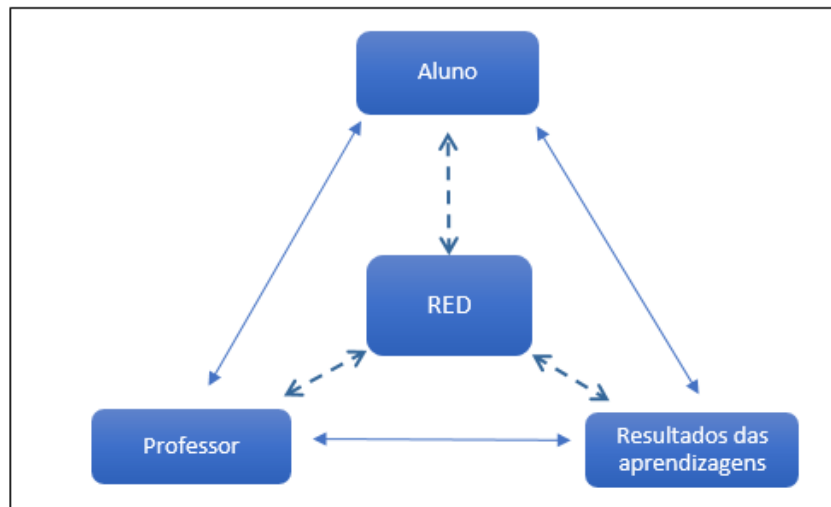
postura ativa e de construção do conhecimento, estão intrinsecamente relacionadas com os sete princípios de aprendizagem que caracterizam os AEI (OECD, 2017):

1. Coloca o foco no aluno promovendo o seu envolvimento ativo;
2. Encoraja ativamente a aprendizagem colaborativa organizada;
3. Deve considerar-se as motivações e emoções no desempenho dos alunos;
4. Ter em conta a individualidade dos alunos e os seus conhecimentos prévios;
5. Importa a exigência e o desafio sem sobrecarregar o aluno;
6. A avaliação deve ser consentânea com as expectativas definidas, dando ênfase ao *feedback* formativo;
7. Deve-se promover a articulação dos conteúdos de diferentes áreas enquadradas em situações do dia-a-dia.

2.4. Recursos educativos digitais

Estes princípios promovem o uso de metodologias ativas de aprendizagem, facilitando a aprendizagem colaborativa, aumentando a oferta e utilização de diversos Recursos Educativos Digitais (RED), além de promoverem o desenvolvimento das competências do século XXI (Diesel e Matos, 2019). A OCDE, considera que um RED é: “todo o recurso digital que é utilizado por professores e alunos para fins de aprendizagem.” (OECD, 2007, p. 5). Carneiro (2010), sugere que RED seriam produtos em suporte digital destinados aos contextos de aprendizagem e serviços de suporte e apoio à sua utilização. Um RED, além de ser uma ferramenta de trabalho digital, deverá ser inovadora, ter rigorosos critérios de escolha que têm de estar alinhados com os objetivos que se pretendem atingir, de modo a potenciar nos alunos o desenvolvimento de competências do século XXI, e um processo de ensino-aprendizagem em que alunos e professores se aproximam e colaboram entre si. Os RED poderão ser utilizados para transformar AET (Ambiente Educativo Tradicional) em AEI, pois permitem-nos a aplicação de metodologias ativas, como por exemplo: *Flipped Classroom*, PBL (Project-Based Learning), STEM, entre outras metodologias ativas. Na figura 1 são apresentadas as relações mencionadas anteriormente entre aluno, professor, RED e aprendizagem:

Figura 1 - O RED como facilitador de aprendizagens
(adaptado de Persson, 2014)



Ramos et al. (2007) propõem que um RED reúna cumulativamente, os seguintes atributos:

1. Ter uma clara finalidade educativa;
2. Responder a necessidades do sistema educativo português;
3. Apresentar uma identidade autónoma relativamente a outros objetos e serviços de natureza digital;
4. Satisfazer critérios pré-definidos de qualidade nas suas dimensões essenciais.

Segundo Ramos, Teodoro & Ferreira (2011, p. 13), podem ser considerados recursos educativos digitais:

- Um jogo educativo;
- Um programa informático de modelação ou simulação;
- Um vídeo;
- Um programa tutorial ou de exercício prático;
- Um ambiente de autor ou recursos mais simples na sua dimensão de desenvolvimento como um blogue, uma página web, ou uma apresentação eletrónica multimídia, etc. desde que armazenados em suporte digital.

De seguida, destacam-se algumas das vantagens:

- Permitem aprendizagens ativas, de acordo com o ritmo de cada um, não dependendo da localização do utilizador, ou seja, apresenta flexibilidade e mobilidade;
- Promovem uma mudança na relação professor-aluno;
- Facilitam a comunicação, partilha de conhecimento, cooperação entre pares, potenciam a criatividade, desenvolvem o espírito crítico e promovem a inovação;

- Permitem intervenção instantânea durante a avaliação, seja esta sumativa ou formativa, podendo o professor acompanhar/orientar de um modo mais proativo;
- As aprendizagens dos alunos poderão ser mais significativas devido à envolvimento do RED;
- São reutilizáveis;
- Permitem a inclusão e o acesso;
- Têm potencial e podem favorecer abordagens pedagógicas inovadoras;
- São fáceis de usar pelos alunos;
- Têm uma elevada convergência curricular.

Abordam-se de seguida alguns estudos sobre o impacto da utilização de RED, nomeadamente a tecnologia da Texas Instruments. Persson (2014) realiza um estudo que se centra na forma como os professores podem utilizar computadores portáteis com tecnologia e software TI-Nspire CAS nas suas aulas, para melhorar a aprendizagem matemática dos alunos, os métodos de resolução de problemas e uma compreensão mais profunda da matemática. Oito turmas de alunos de programas teóricos do nível secundário superior na Suécia tiveram acesso contínuo ao TI-Nspire CAS em matemática durante um semestre inteiro. Os resultados mostram que o software TI-Nspire em computadores portáteis pode ser utilizado no ensino regular em cursos de nível secundário superior. O estudo identificou vários obstáculos e riscos deste tipo de tecnologia, e as abordagens dos professores foram registadas. Os professores demonstraram progressos significativos durante o estudo, tanto em termos de gestão da tecnologia no trabalho matemático como de integração da mesma num ambiente de aprendizagem de alta qualidade. Também testemunharam sobre o impacto positivo que o uso da tecnologia teve na visão dos seus alunos sobre a matemática e sobre o que as atividades matemáticas incluiriam.

Innes (2020) apresenta um estudo cujo objetivo foi determinar se os alunos do ensino básico poderiam usar a tecnologia da Texas Instruments para aumentar seu interesse nas disciplinas STEAM. Projetaram-se e implementaram-se três unidades ao longo do ensino básico superior, com pré e pós-avaliações para professores e alunos medirem o seu interesse. Os dados mostraram que mais de 60% dos alunos aumentaram o interesse em como funciona a eletrónica, educação STEAM e codificação. Os professores também se sentiram mais preparados para implementar métodos STEAM nas suas salas de aula após as unidades.

A finalizar, e sobre a eficácia da calculadora portátil TI-Nspire no aumento do desempenho matemático e das atitudes dos alunos com necessidades específicas, o estudo feito por Hill (2018), onde foi utilizada uma abordagem de método misto com predominância qualitativa. Foram realizadas entrevistas com um professor de Álgebra I e alunos de aulas de Álgebra de Recursos I para determinar as suas perceções e atitudes em relação à calculadora.

As pontuações pré e pós-teste dos alunos foram analisadas de forma quantificável, sem diferenças estatisticamente significativas encontradas, mas foi observado um nível de significância prática. As entrevistas com os alunos e o professor foram codificadas como positivas, negativas e neutras, com o grupo de intervenção apresentando 6% mais afirmações positivas do que negativas e o grupo de controle apresentando 2% mais afirmações negativas do que positivas. A atitude do professor relativamente à utilização do T-Nspire como ferramenta de ensino tornou-se mais positiva, como evidenciado pelo aumento de declarações positivas desde a entrevista pré-intervenção até à entrevista pós-intervenção.

O relatório da OCDE (2017) intitulado OECD Digital Education Outlook 2021 aborda as complexidades e desafios associados à integração de tecnologias na educação. Entre as desvantagens destacadas, o relatório salienta que, embora haja um potencial significativo para a personalização da aprendizagem e apoio aos alunos com necessidades especiais, existem preocupações significativas a serem abordadas. Desafios como a necessidade de mais investigação em áreas como a avaliação da eficácia da tecnologia, o risco de agravar as desigualdades existentes, e a gestão da transição para práticas educativas digitalizadas são críticos. O relatório também destaca a importância da consideração cuidadosa das políticas para garantir que a digitalização contribua positivamente para os sistemas educacionais sem prejudicar a equidade e a inclusão.

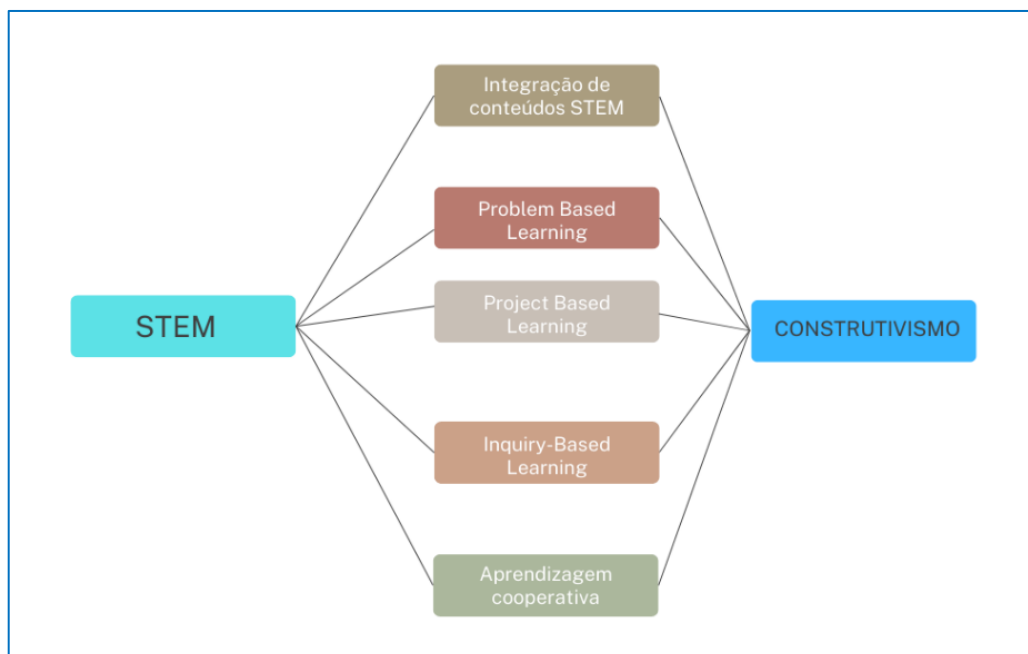
A implementação de RED e ferramentas digitais em contexto educativo deverá ter em linha de consideração os professores, pelo que, e recorrendo ao Plano de Ação para a Educação Digital, é fulcral que se desenvolva nesses mesmos professores as “competências necessárias para usar, criar e partilhar recursos digitais para a aprendizagem, de forma efetiva e responsável” (Lucas & Moreira, 2018, p.9).

Podemos encontrar evidências, nos estudos de Baeta e Pedro (2018), Diesel e Matos (2019) e Bannister (2017), de que os AEI podem promover as metodologias ativas, de onde se podem destacar a aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada na resolução de problemas e STEM. A ideia central da aprendizagem baseada em projetos, assim como a aprendizagem baseada na resolução de problemas, é que os problemas do mundo real cativam o interesse do aluno e convidam a uma reflexão séria que, por sua vez, leva à aquisição e aplicação de novos conhecimentos. A orientação do ensino é reduzida, dando deste modo uma voz ativa aos alunos e um papel central que, por norma, inclui a seleção do projeto e/ou a forma como este é desenvolvido. Os projetos são organizados de acordo com uma pergunta ou desafio motivador. Os alunos envolvem-se em diversas atividades e pesquisas, colaboram, discutem e aprendem de forma personalizada (Paniagua e Istance, 2018). A metodologia STEM está associada às metodologias de aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem baseada na resolução de problemas, sendo que o conhecimento necessário para a resolução dos problemas e projetos relaciona-se com a

articulação dos conhecimentos e conceitos de quatro áreas curriculares (disciplinas STEM): a ciência, a tecnologia, a engenharia e a matemática. No estudo de Springer et al. (1998), onde se fez a comparação da aprendizagem em pequenos grupos de cursos STEM com o ensino tradicional baseado em palestras, concluiu-se que as várias formas de aprendizagem em pequenos grupos, produziam melhores resultados nos testes, assim como atitudes mais positivas, além de níveis mais elevados de persistência nos alunos (Eison, 2010).

Nadelson e Seifert focam a abordagem interdisciplinar deste modelo, reforçando a necessidade da resolução de problemas transdisciplinares: “STEM integrado envolve condições que exigem a aplicação de conhecimentos e práticas de múltiplas disciplinas STEM para aprender ou resolver problemas transdisciplinares.” (Nadelson e Seifert, 2017). Assim, a prática da sala de aula, desenvolvida com base na resolução de problemas e desafios, implica um carácter prático, com recurso a laboratórios equipados para o ensino das ciências. Seguidamente é apresentado na figura 2, um esquema resumo da metodologia STEM e a sua relação com o modelo construtivista (Thibaut et al., 2018), uma vez que o aluno vai aprendendo construindo interpretações pessoais do mundo, com base nas suas experiências e interações com o meio ambiente, tendo um papel ativo e central nas suas aprendizagens:

Figura 2 - Modelo de ensino STEM
(adaptado de Thibaut et al., 2018)



É essencial desenvolver uma dinâmica de sala de aula que estimule a proatividade e a intervenção dos alunos, alinhando-se com as expectativas das futuras salas de aula. Esta abordagem deve integrar diversos contextos de aprendizagem, fomentando a criatividade e a capacidade dos estudantes em resolver problemas. Através do uso de recursos educativos

digitais e inovadores, os alunos serão incentivados a criar, interagir, apresentar, investigar, partilhar e desenvolver suas aprendizagens. Assim, formaremos profissionais aptos a enfrentar as rápidas transformações sociais e laborais, equipados com competências distintas das atuais.

2.5. Espaço, pedagogia e tecnologia

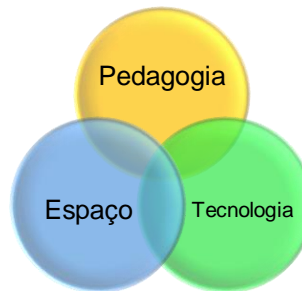
Presentemente, além do espaço físico que tem a sua inegável importância, deve-se ter em consideração também o espaço tecnológico e até o espaço virtual. Com o desenvolvimento da tecnologia, é-nos facilitado alargar o ambiente de aprendizagem para além das quatro paredes de uma sala de aula ou de um edifício, utilizando ferramentas interativas (especialmente em serviços da nuvem e plataformas), transmissões em direto (*live streaming*), tutorias online entre pares e mentorias entre escolas. Oblinger (2006), afirma que se deve dar uma importância acrescida à pedagogia e não somente à tecnologia. Os estudos realizados por (Byers et al., 2018a, 2018b). dizem que os alunos que aprendem através de modelos híbridos (*blended learning*) e modelos baseados em tecnologia, obtêm melhores resultados do que os alunos em salas de aula tradicionais.

A tecnologia oferece-nos uma panóplia de possibilidades que nos permitem alargar o ambiente para fora das paredes da sala de aula, proporcionando assim maior flexibilização e personalização de aprendizagem, conferindo deste modo um maior envolvimento e impulsionando a aprendizagem profunda (Mahat et al., 2018).

As abordagens pedagógicas contemporâneas sublinham a importância da aprendizagem experimental e colaborativa, muitas vezes baseada na tecnologia, onde os alunos constroem o seu próprio conhecimento. A configuração de espaços de aprendizagem deve refletir esta necessidade (Novigado project, 2021, p.12).

No entendimento de vários autores, a criação de um ambiente de aprendizagem para o séc. XXI, envolve as três dimensões seguintes: Conceção Espacial, Pedagógica e Tecnológica, conforme a figura 3.

Figura 3 - Três dimensões para construir um ambiente de aprendizagem para o século XXI
(adaptado de Steelcase Education, 2014)



Conforme referem Radcliffe et al. (2008), estes três elementos (espaço, pedagogia e tecnologia) são interdependentes e influenciam-se mutuamente e de forma cíclica:

- a pedagogia parece constituir a base, indo determinar a forma e utilização do espaço;
- numa perspetiva inversa, a configuração do espaço irá alterar a pedagogia utilizada;
- da mesma forma, o espaço permitirá ou impedirá a utilização de determinadas tecnologias;
- e, por sua vez, a tecnologia irá influenciar o aspeto do espaço.

De uma forma resumida, o modo como dispomos o espaço da sala de aula, assim como o uso desse espaço, vai influenciar na pedagogia desejada. Um espaço de aprendizagem, independentemente de uso pretendido, tenderá a moldar o que as pessoas fazem nele, e desse modo, os modelos de ensino e aprendizagem. Da mesma forma, um determinado espaço coloca restrições, assim como apresenta oportunidades, para a introdução de certos tipos de tecnologia, enquanto uma determinada tecnologia pode impactar como um espaço é utilizado por professores e alunos.

A interação entre espaço, pedagogia e tecnologia é um aspeto crucial na configuração da experiência de aprendizagem. Essa sinergia é particularmente eficaz na educação STEM, onde a combinação destes elementos facilita uma aprendizagem interdisciplinar e aplicada, conforme proposto por Thibaut et al. (2018). O espaço de aprendizagem deve ser projetado para promover a colaboração, a experimentação e a aplicação prática do conhecimento, alinhando-se com as abordagens pedagógicas que valorizam a interação e a inovação.

Capítulo 3

Metodologia

3.1. Opções metodológicas

Tem-se vindo a observar um número crescente de utilização de métodos mistos em investigação em diversas áreas do conhecimento. Conjugar abordagens qualitativas e quantitativas permite-nos uma obtenção de resultados mais abrangente, o que se traduz numa mais-valia para a investigação. A riqueza inerente às metodologias qualitativas, aliada às possibilidades de quantificação, e análise, de inúmeras variáveis, possibilita-nos novos caminhos de investigação na educação. Creswell (2014), diz-nos que "A combinação de métodos qualitativos e quantitativos pode enriquecer a nossa compreensão do fenómeno em estudo" (p. 56). Para o presente estudo, optou-se então por uma abordagem mista uma vez que se apresenta como pertinente a aplicação de diferentes metodologias aos intervenientes deste estudo.

Como questões de investigação e os objetivos correspondentes em análise, este estudo apresenta:

Questões do estudo

- Em que medida a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, recorrendo às ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM promove a aquisição e o desenvolvimento de competências pelos alunos?
- Como é que a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, recorrendo às ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM, pode contribuir para melhorar a prática docente no ambiente de sala de aula, com estratégias inovadoras e metodologias ativas?

Objetivo geral

- Analisar em que medida a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, recorrendo às ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM pode contribuir para melhorar as aprendizagens dos alunos.

Objetivos específicos

- Identificar de que forma o uso do ecossistema pode promover a aquisição de competências por parte dos alunos.
- Analisar de que modo o uso do ecossistema pode promover práticas letivas inovadoras, bem como, introdução de metodologias ativas.

A abordagem qualitativa e interpretativa está indicada para amostras pequenas, não representativas. Os métodos desta abordagem podem ser a observação, a observação participante, o estudo de vários documentos, os *focus groups* e a entrevista. A escolha recaiu sobre a entrevista, mais concretamente a entrevista semiestruturada. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa apresenta algumas características, das quais: o instrumento principal de recolha de dados é o próprio investigador; os dados recolhidos são predominantemente descritivos; o processo de investigação é mais relevante que os resultados ou produtos (a forma como as práticas letivas que os professores referem utilizar é influenciada, ou não, pela utilização do Ecosistema TI-Nspire™ CX, e a forma como as aprendizagens dos alunos são também influenciadas); os dados são analisados de forma indutiva (não se tratando da verificação de hipóteses, a análise é orientada segundo um quadro teórico de referência); o significado é de importância vital na abordagem qualitativa (ou seja, é privilegiado o significado que os intervenientes dão à experiência com o referido TI-Nspire™ CX). Na mesma linha de raciocínio, Fortin (2003), refere que “(...) numa abordagem qualitativa, acontece frequentemente que se investiga «com» e não «para» as pessoas de interesse (...)” (p. 148). Bogdan e Biklen (1994) referem que os investigadores qualitativos em educação, estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, no sentido de compreenderem “(...) aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem.” (p. 51).

Optou-se pela abordagem metodológica do estudo de caso uma vez que o presente estudo incide sobre uma só escola, uma só turma dessa mesma escola, e os referidos professores que participaram na implementação do projeto.

Estudo de Caso

O estudo de caso, uma abordagem metodológica profunda e detalhada, é uma ferramenta poderosa nas ciências sociais e em várias outras disciplinas. Yin (2018) define estudos de caso como investigações empíricas que exploram fenómenos contemporâneos dentro de contextos reais, especialmente quando as fronteiras entre o fenómeno e o contexto não são claramente evidentes. Esta definição sublinha a importância de contextualizar o fenómeno estudado, permitindo uma compreensão profunda e detalhada que métodos mais quantitativos podem não proporcionar (Yin, 2018). Os estudos de caso são particularmente valiosos quando se trata de questões complexas que requerem uma exploração detalhada, uma vez que permitem ao investigador desenvolver um conhecimento aprofundado sobre um caso específico ou uma pequena série de casos, proporcionando entendimentos que podem ser fundamentais para teorizações mais amplas (Stake, 2006). Esta abordagem é

frequentemente usada para explorar áreas novas ou pouco compreendidas, onde as teorias existentes podem não ser adequadas.

Uma das características distintas do estudo de caso é a sua natureza holística e multidimensional. Yin (2014) enfatiza a importância de múltiplas fontes de evidência, como documentos, entrevistas e observações, para criar uma visão rica e complexa do caso em estudo, sendo deste modo uma abordagem multifacetada e crucial para capturar a totalidade do fenómeno em análise.

No entanto, os estudos de caso enfrentam críticas quanto à sua generalização, Yin (2014) argumenta que, enquanto os estudos de caso podem não permitir generalizações estatísticas, os mesmos podem ser usados para generalizações analíticas, isto é, podem ajudar a desenvolver e testar teorias que têm aplicações mais amplas.

O estudo de caso é uma metodologia rica e flexível que permite uma compreensão detalhada de fenómenos complexos, tendo como principal qualidade a capacidade de proporcionar uma análise aprofundada, multidimensional e contextual de casos individuais, contribuindo significativamente para a investigação e teoria em diversas disciplinas (Stake, 2006; Yin, 2014, 2018).

O caso compõe uma experiência que inclui uma turma onde se implementou o ecossistema, bem como as professoras de Matemática, Físico-química, e Biologia e Geologia.

3.2. Instrumentos de recolha de dados

Aos alunos são aplicados inquéritos por questionário, sendo feita de seguida uma sucinta descrição do método quantitativo, no qual os mesmos se inserem.

No que diz respeito ao método quantitativo, considera-se que este é um processo sistemático de recolha de dados passíveis de ser observados e quantificados, assim como a possibilidade de generalizar resultados, de prever e de controlar os acontecimentos. A replicabilidade por outros investigadores é outra das características deste método. Segundo Fortin (2003) esta abordagem reflete um processo complexo, que conduz a resultados que devem conter o menor enviesamento possível. A objetividade, a predição, o controlo e a generalização são características desta abordagem. O método de investigação quantitativa tem por finalidade contribuir para o desenvolvimento e validação dos conhecimentos.

Os dados recolhidos são através de um inquérito por questionários, com 14 questões objetivas e uma questão aberta. Usou-se uma Escala a de Likert de cinco pontos – Concordo totalmente; Concordo parcialmente; Neutro; Discordo parcialmente, Discordo totalmente – para compor as opções de respostas de escolha múltipla. Foi feita uma validação prévia com dois alunos que não integravam a turma nem participavam no projeto

A Entrevista

Aos professores são aplicadas entrevistas semiestruturadas, sendo feita de seguida uma breve descrição acerca deste método.

Segundo Tuckman (2012), a entrevista pode ser entendida como “Um processo direto de obter informação sobre um determinado fenómeno consiste em formular questões às pessoas que, de algum modo, estão envolvidas nesse fenómeno. As respostas de cada uma das pessoas, vão refletir as suas perceções e interesses.” (p. 690). Segundo Fortin (2003), a entrevista tem como principais funções: servir de método exploratório; servir de principal instrumento de medida de uma investigação e como complemento a outros métodos. Quivy e Campenhoudt (2008) mencionam algumas características das entrevistas, das quais se destacam: o entrevistador deve esforçar-se por fazer o menor número possível de perguntas, de modo a não tornar a entrevista num interrogatório (neste trabalho procura-se elaborar um guião de entrevista o mais equilibrado possível, no tocante ao número de questões); o entrevistador deve fazer por formular as suas intervenções da forma mais aberta possível, no sentido de o entrevistado poder exprimir a sua realidade segundo os seus quadros de referência (as questões do guião de entrevista do presente trabalho, serão elaboradas de modo a não condicionar o entrevistado nas respostas); o entrevistador deve evitar implicar-se no conteúdo da entrevista, no sentido de não tomar posições nem debater ideias, que possam condicionar as respostas do entrevistado; a entrevista deve ocorrer em ambiente e contexto adequados, de modo a criar um clima propício ao bom fluir da entrevista; é indispensável gravar as entrevistas, para posterior análise (todas as entrevistas serão gravadas, com a devida autorização dos participantes, assim como a salvaguarda do seu anonimato).

O principal método de investigação a utilizar para responder ao objetivo do estudo, no que aos professores concerne são as entrevistas. Uma vez que as entrevistas exploratórias têm como função principal revelar determinados aspetos do fenómeno estudado, em que o investigador não teria espontaneamente pensado por si mesmo e, assim, completar as pistas de trabalho sugeridas pelas suas leituras. Por esta razão, é essencial que a entrevista decorra de uma forma muito aberta e flexível e que o investigador evite fazer perguntas demasiado numerosas e demasiado precisas (Quivy e Campenhoudt, 2008, p. 69).

Entrevista semiestruturada

Como método de recolha de dados considerou-se como mais adequado a entrevista semiestruturada, uma vez que o entrevistador “(...) apresenta uma lista de temas a cobrir, formula questões a partir destes temas e apresenta-os ao entrevistado segundo uma ordem que lhe convém.” (Fortin, 2003, p. 247), permitindo ao entrevistado falar o mais à-vontade e abertamente possível. O entrevistador terá que “(...) reencaminhar a entrevista para os

objetivos cada vez que o entrevistado deles se afastar (...).” (Quivy e Campenhoudt, 2008, p. 93).

Inquérito por questionário

O método de recolha de dados utilizado foi inquérito por questionário, devido à maior rapidez e facilidade com que permite fazer a análise de dados (Quivy & Campenhoudt, 2008). O questionário é um instrumento de observação não participante, baseado numa sequência de questões escritas, que são dirigidas a um conjunto de indivíduos, envolvendo as suas opiniões, representações, crenças e informações factuais, sobre eles próprios e o seu meio (Quivy & Campenhoudt, 2008). Pode ser feito remotamente, através de questionários online, ou por a entrega em mão dos mesmos, aos participantes no estudo, criando-se assim um maior ambiente de privacidade. Os questionários online têm como enorme benefício, para o investigador, o facto de serem mais facilmente analisados, uma vez que ficam de imediato em base de dados própria.

Na elaboração das questões, deve existir o cuidado de se utilizar uma linguagem clara e acessível, de modo a se associar sempre um significado explícito a cada questão. O tipo de questões a elaborar, devem partir da informação a reunir durante a fase de revisão bibliográfica, assim como das questões de investigação.

Optou-se por 14 questões fechadas uma vez que estas apresentam algumas vantagens em relação às questões abertas, nomeadamente por serem quantificáveis e de fácil resposta. No entanto reservou-se uma questão aberta para se dar uma voz mais ativa aos alunos, auscultando o que os mesmos tinham a dizer sobre os pontos fortes e fracos dos recursos utilizados. A opção por um questionário com estes dois tipos de questões, ou seja, perguntas abertas e perguntas fechadas, é útil, segundo Hill e Hill (2012), quando se pretende obter informação qualitativa, para complementar e contextualizar a informação quantitativa obtida pelas outras variáveis.

De modo a garantir uma maior fidelidade, todas as respostas estão sujeitas às mesmas opções, o que facilita a comparação dos resultados a obter. A extensão do questionário foi tida em conta, para evitar cansaço, desmotivação, vontade de abandono, aquando do seu preenchimento.

Para a análise do questionário a aplicar, foi utilizada uma escala Likert com cinco pontos – Concordo totalmente; Concordo parcialmente; Neutro; Discordo parcialmente, Discordo totalmente – para compor as opções de respostas de escolha múltipla.

3.3. Contexto do estudo

Neste projeto, o estudo de caso foi realizado num Agrupamento TEIP, inserido na zona da Área Metropolitana de Lisboa. O Agrupamento é composto por 5 escolas do 1º ciclo e 6 JI, 1 escola básica de 2º e 3º ciclo e uma escola secundária com 3º ciclo, com um total de 2700 alunos, distribuídos por 132 turmas. Este Agrupamento apresenta cerca de 28% de alunos com apoio social escolar no Escalão A e 14% no Escalão B. No que diz respeito ao corpo docente, este é composto por 255 professores, dos quais 78% são pertencentes ao Quadro e 22% são contratados. Relativamente ao pessoal não docente em exercício de funções, o Agrupamento possui 90 funcionários.

Verifica-se uma significativa variedade étnica e cultural, registando-se um grande número de famílias com baixo nível de instrução, com empregos precários ou situações de desemprego, o que origina problemas acrescidos quanto à educação e acompanhamento das crianças e dos alunos. Estas famílias revelam também instabilidade em termos de permanência na mesma residência ou localidade, o que provoca flutuações na população escolar, existindo sempre alunos em fase de adaptação à escola. Estes fatores contribuem para a instabilidade das turmas heterogéneas, onde se verifica a inclusão de alunos com Português Língua Não Materna (PLNM), alunos carenciados e/ou a beneficiar de medidas tais como apoio educativo, psicopedagógico e educação especial.

Participantes

Alunos

Os participantes deste projeto/estudo foram 21 alunos, 13 raparigas e nove rapazes, inscritos numa turma do 11º ano de escolaridade, do Curso Ciências e Tecnologias, sem qualquer tipo de experiência na utilização de calculadoras gráficas e sensores em anos anteriores. Participaram neste projeto as disciplinas de Matemática A, Físico-Química A, Biologia e Geologia. Todos os alunos pertenciam à turma no ano letivo anterior, sendo a turma algo homogénea em termos de classificações finais referentes ao ano letivo de 2021/2022. Os alunos foram interessados, participativos e trabalhadores, não se verificando problemas de indisciplina, observando-se ainda que 36% destes beneficiam de Ação Social Escolar.

Analisando as habilitações literárias dos ascendentes dos alunos obtiveram-se os seguintes dados: 21% são licenciados, 42% têm o ensino secundário, 12% concluíram o 3º ciclo de escolaridade, 7% têm o 2º ciclo de escolaridade concluído, 5% concluíram um curso especializado tecnológico e 14% responderam 'Outra' na formação académica.

Professores

Participaram no projeto quatro professoras, uma de Matemática A, uma de Físico-Química A, duas de Biologia e Geologia, licenciadas nas respetivas áreas de docência, com

uma média de 30 anos de serviço, sendo todas pertencentes ao Quadro de Agrupamento, sendo o seu horário 100% na Escola Secundária onde foi implementado o projeto. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas às quatro das professoras.

3.4. O Ecossistema TI-Nspire™ STEM

O Ecossistema TI-Nspire STEM¹, desenvolvido pela Texas Instruments, representa uma inovação significativa no campo da educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Este ecossistema é uma combinação entre hardware, software e recursos educacionais, projetado para enriquecer a experiência de ensino e aprendizagem em ambientes académicos.

A base deste ecossistema é a calculadora gráfica TI-Nspire, disponível em diversas configurações, que serve como um portal para a exploração e compreensão de conceitos complexos de STEM. Em termos de hardware, além da calculadora, o ecossistema inclui o TI-Nspire Lab Cradle e uma variedade de sensores, como a sonda de temperatura Vernier EasyTemp, o sensor de pH Vernier Go Direct, entre outros. Estes dispositivos permitem a recolha e análise de dados em atividades de cariz científico e de engenharia, oferecendo aos alunos uma experiência de aprendizagem imersiva e de ‘mãos na massa’.

A integração desses sensores com a calculadora gráfica possibilita a recolha de dados em tempo real, fundamental para experiências científicas. No que diz respeito ao software, o ecossistema é complementado pelo TI-Nspire CX Teacher Software e o TI-Nspire CX Student Software, que fornecem ferramentas robustas para a criação, edição e transferência de conteúdo educativo. Esses programas permitem não apenas a manipulação de dados recolhidos, mas também a sua representação gráfica e análise, facilitando uma compreensão mais profunda e intuitiva dos conceitos abordados. Além disso, o software oferece um meio para professores e alunos interagirem com o material de aprendizagem de maneira dinâmica e visualmente atraente.

Um dos aspetos mais notáveis do Ecossistema TI-Nspire STEM é o sistema TI-Nspire Navigator. Este sistema permite aos educadores monitorizar o progresso dos alunos em tempo real, proporcionando uma visão clara do desenvolvimento individual e coletivo da turma. Esta funcionalidade não só melhora a capacidade do professor de responder às necessidades de aprendizagem de cada aluno, mas também fomenta um ambiente de aprendizagem colaborativo e adaptativo. O Ecossistema TI-Nspire STEM é mais do que uma mera ferramenta tecnológica; é uma plataforma educativa que abraça os princípios da aprendizagem ativa e do envolvimento dos alunos. Ao proporcionar experiências práticas e interativas, prepara os alunos para os desafios e carreiras do século XXI, enfatizando

¹ <https://education.ti.com/pt/produtos/calculadoras/calculadoras-graficas/ti-nspire-cx-ii-cx-ii-cas/ecosystem>

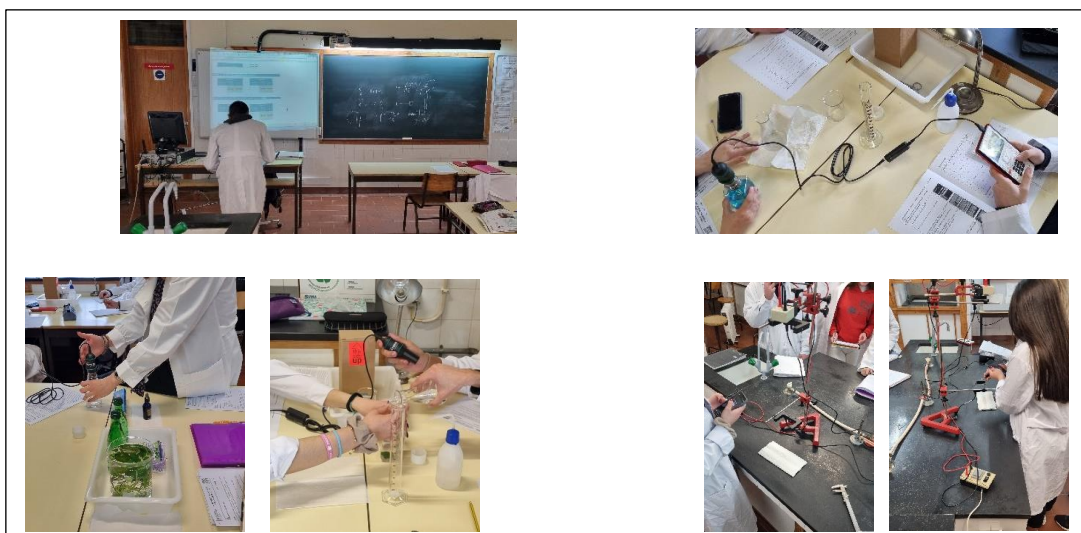
competências cruciais como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a literacia digital.

A implementação deste ecossistema em ambientes educativos requer uma consideração cuidadosa da formação de professores, integração curricular e disponibilidade de recursos tecnológicos, garantindo que os educadores estejam plenamente capacitados para utilizar estas ferramentas de maneira eficaz. O Ecossistema TI-Nspire STEM é um exemplo da integração de tecnologia no ensino, oferecendo uma abordagem holística e multifacetada para a educação em STEM. O seu uso potencia não só um melhor entendimento dos alunos em disciplinas STEM, mas também dotá-los com as competências e conhecimentos necessários para prosperar num mundo cada vez mais orientado pela tecnologia.

3.5. Experiência realizada

Os alunos, após exposição dos conteúdos a explorar durante as atividades laboratoriais (AL), e sempre de acordo com as Aprendizagens Essenciais (AE) de cada disciplina, preparavam essas mesmas atividades com o apoio dos professores. Privilegiou-se sempre o trabalho colaborativo, os alunos formavam grupos de trabalho, grupos estes que se entrelaçavam ao longo da resolução das AL. Os professores atuaram como orientadores, circulando pela sala, acompanhando o trabalho desenvolvido pelos alunos e respondendo às questões colocadas, quer facultando algumas pistas, quer colocando outra questão, e sempre de modo a fazer com que os alunos tivessem de raciocinar sobre as suas dúvidas. Os resultados foram registados nas fichas fornecidas aos alunos, assim como num 'Padlet' criado para o efeito. Foram utilizados recursos mais tradicionais como o projetor e o quadro negro, como suporte ao debate dos resultados, sempre que o professor assim o entendeu. Na figura 4 temos alguns exemplos de atividades realizadas pelos alunos. Parte das AL implementadas podem ser encontradas na secção Anexos.

Figura 4 - Atividades laboratoriais



3.6. Análise dos dados

O tratamento dos dados obtidos através da aplicação de entrevistas semidiretivas será feito com base na análise de conteúdo, conforme delineado por Laurence Bardin, e com recurso ao software MAXQDA. Esta abordagem permitirá uma interpretação sistemática e objetiva do conteúdo das entrevistas, seguindo as etapas fundamentais propostas por Bardin.

Inicialmente, na fase de pré-análise, os dados recolhidos serão organizados e revistos para estabelecer um contacto inicial e uma familiarização com o material. Esta etapa é crucial para definir o corpus da pesquisa e preparar o material para análise detalhada. Em 1977, Bardin diz-nos que a pré-análise é o momento de organização do material, que prepara os dados brutos para serem submetidos a uma descrição analítica detalhada.

Posteriormente, na fase de exploração dos dados, o software MAXQDA será utilizado para facilitar a codificação sistemática dos dados, assim como uma análise temática precisa. Esta codificação envolverá a identificação de categorias e temas relevantes que emergem das entrevistas.

Finalmente, na fase de tratamento dos resultados. e interpretação, os dados codificados serão analisados para extrair significados e padrões. Esta análise será conduzida de maneira a respeitar a objetividade e a sistematização, permitindo uma interpretação rigorosa e fundamentada dos dados qualitativos. Através desta abordagem, espera-se alcançar uma compreensão profunda das perceções e experiências dos entrevistados, respeitando os princípios de rigor e sistematização da análise de conteúdo.

Por outro lado, as respostas aos questionários, e devido à natureza quantitativa das mesmas, serão tratadas estatisticamente e com recurso ao Microsoft Excel.

Capítulo 4

Análise e discussão dos resultados

4.1. Análise e interpretação das respostas dos professores

Após análise dos dados obtidos a partir de entrevistas, recorreu-se a uma análise de conteúdo, em que se apresentam de seguida os principais resultados.

4.1.1. Identificação das categorias

Uma primeira análise diz respeito às categorias observadas e que vão ao encontro dos objetivos de investigação deste trabalho de projeto. Foram, assim, definidas as seguintes categorias, conforme tabela 1, recorrendo ao software MAXQDA

Tabela 1 - Matriz de categorias de respostas dos professores

Categoria	Descrição
Uso de recursos didáticos tecnológicos	Frequência da utilização dos recursos
Contribuições do projeto para as aprendizagens dos alunos	Como o projeto impactou positivamente as aprendizagens dos alunos
Pontos fortes do projeto	Aspetos positivos do projeto
Desafios do projeto	Desafios enfrentados
Melhoria e inovação	Ideias para melhorar o projeto
Viabilidade e continuidade do projeto	Possibilidade e interesse em continuar com o projeto
Recomendação do projeto a outros professores	Considera se o entrevistado recomendaria o projeto a colegas, especialmente nas áreas de ciências
Alterações na prática letiva futura	Analisa como a experiência com o projeto pode influenciar futuras práticas pedagógicas
Autonomia e interesse dos alunos	Observa se existiu interesse e autonomia por parte dos alunos
Diferenciação pedagógica	Avalia se os recursos possibilitaram uma abordagem individualizada no ensino

Seguidamente, na tabela 2, é apresentada a matriz da relação entre as categorias definidas e os quatro entrevistados. Esta matriz permite-nos observar o impacto de cada categoria, sendo que a dimensão do círculo se refere ao número de codificações, ou seja, quanto maior a sua dimensão, mais vezes aquela categoria foi referida pelo professor na entrevista.

Nesta matriz é possível observar o peso de cada categoria (em linha), por cada professor (em coluna, sendo que as abreviaturas se referem aos entrevistados). Verifica-se que as categorias mais mencionadas são: 'Autonomia e interesse dos alunos' (16), 'Contribuição do projeto para as aprendizagens dos alunos' (13), 'Alterações na prática letiva futura' (9), 'Pontos fortes do projeto' (9) e Diferenciação pedagógica (8).

Tabela 2 - Matriz de relação categorias/entrevistados

Lista de Códigos	E1	E2	E3	E4	SOMA
Professores					0
• Uso de recursos didáticos tecnológicos	•	•	•	•	6
• Contribuições do projeto para as aprendizagens dos alunos	•	•	•	•	13
• Pontos fortes do projeto	•	•	•	•	9
• Desafios do projeto	•	•	•	•	5
• Melhoria e inovação	•	•	•	•	4
• Viabilidade e continuidade do projeto	•	•	•	•	7
• Recomendação do projeto a outros professores	•	•	•	•	5
• Alterações na prática letiva futura	•	•	•	•	9
• Autonomia e interesse dos alunos	•	•	•	•	16
• Diferenciação pedagógica	•	•	•	•	8
Σ SOMA	9	16	23	34	82

4.1.2. Análise dos dados por categoria

Uso de recursos didáticos tecnológicos

Os professores entrevistados, de Biologia e Geologia, relataram que raramente utilizavam recursos didáticos tecnológicos nas suas aulas. No entanto, um dos professores mencionou ter utilizado sensores e calculadoras nas suas aulas pela primeira vez este ano, com uma frequência de duas vezes por mês. Já nas aulas de Físico-química, cerca de 90% das atividades foram realizadas com o uso de sensores e calculadoras, *“quase todas, a esmagadora maioria, cerca de 90% de atividades que foram realizadas foram com recurso aos sensores e às calculadoras, quer da física, quer da química”* (E4). Também é referido que a utilização da tecnologia permite a recolha e tratamento de dados em tempo real, além de possibilitar a partilha desses dados com todos os alunos, *“Portanto, com a tecnologia, e quando eu digo que essa atividade, muitas outras, medir a temperatura e ficar logo imediatamente com os registos, ou seja haver a capacidade de nós fazermos a recolha e o tratamento de dados no momento e partilhar com todos, portanto, e todos terem acesso.”* (E4).

Contribuições do projeto para as aprendizagens dos alunos

De acordo com a opinião dos professores, este projeto contribuiu para as aprendizagens dos alunos de diversas formas. Uma das professoras, na sua entrevista, acredita que as atividades foram mais significativas porque os alunos puderam ver diretamente os resultados, como medir a quantidade de oxigénio que as plantas libertam. Além disso, a tecnologia facilitou a aprendizagem das funcionalidades da calculadora e permitiu que os alunos verificassem e conjeturassem sobre os resultados, *“Eu penso que as aprendizagens foram mais significativas, porque uma coisa é estar a interpretar dados num*

quadro, numa tabela que já foi calculado por alguém e estamos a ver apenas os resultados. Outra coisa foram, foi eles diretamente estarem ali, no nosso caso, a medir a quantidade de oxigénio que as plantas libertavam, viram ali in vivo” (E2). A tecnologia também tornou possíveis atividades que seriam muito difíceis de realizar sem ela, como medir a altura da bola no salto. A facilidade de recolher e tratar dados em tempo real permitiu que os alunos fizessem a ligação entre a teoria e a prática, tornando os conceitos e conteúdos mais significativos, como se evidencia no seguinte excerto da entrevista *“a tecnologia permite que eles na atividade laboratorial consigam tornar os conceitos e os conteúdos significativos, que consigam perceber que o que aprendem teoricamente está diretamente relacionado com a prática e conseguem fazer alguma ligação entre a teoria e a prática, e a tecnologia permite que eles consigam fazer a leitura da prática em tempo útil (...)”* (E4) O uso continuado da tecnologia permitiu que os alunos se sentissem à vontade para realizar tarefas como fazer uma regressão linear. A tecnologia utilizada contribuiu para as aprendizagens dos alunos de diversas formas, tornando as atividades mais significativas e facilitando a compreensão dos conceitos e conteúdos. O projeto é uma mais-valia, pois permite que atividades difíceis de realizar sem tecnologia sejam realizadas com facilidade, *“E veio facilitar bastante, porque para já, eles ficaram a aprender, acho eu, a aprender quase todas as funcionalidades que pediam da calculadora, e a mais valia que isso traz. Por exemplo, às vezes, em vez de estar a demonstrar coisas analiticamente que eles não veem onde é que se chega ou como se chega lá. Às vezes é mais fácil ver logo pela calculadora.”* (E3).

Pontos fortes do projeto desenvolvido em sala de aula

O projeto apresenta potencialidades na articulação entre as disciplinas de ciências e tecnologias, como matemática, física, química e biologia, *“O projeto em termos de potencialidades eu vejo principalmente ao nível da articulação entre as disciplinas das ciências e tecnologias, das disciplinas da componente de formação científica, a matemática, a física, a química e a biologia (...)”* (E1). A utilização de novas tecnologias torna os alunos mais ativos no processo de ensino-aprendizagem e motiva tanto os alunos quanto os professores, *“Eu só vejo pontos fortes, é mais, acho que é mais motivador para os alunos e para os professores também, pelo menos para mim que eu gosto deste tipo de tecnologias. Para além de ser mais fácil eles verificarem tudo. Acho que é mais intuitivo (...).”* (E3). A tecnologia permite a medição de dados precisos, como a altura da bola no salto e a temperatura, e o tratamento desses dados em tempo real, tornando as atividades laboratoriais mais significativas para os alunos. O acesso ao equipamento e à tecnologia é fundamental para que os alunos possam manipular e experimentar, o que é importante para a aprendizagem. O projeto agiliza a articulação entre a aula prática e a teórica, contextualizando o conteúdo e tornando-o mais significativo para os alunos, *“Portanto, o projeto consegue*

agilizar, agilizar esta articulação entre aquilo que é feito na aula prática e aqueles que são os conteúdos que estão relacionados na aula teórica.” (E4).

Desafios do projeto

Os professores entrevistados não identificaram pontos frágeis no projeto em si, mas sentiram dificuldade em desenvolver mais atividades. Relatam que gostariam de ter tido mais tempo para investir e utilizar os sensores previstos, *“Bem, não é propriamente o projeto, eu acho que em relação, por exemplo, a mim era ter tido mais tempo, mais tempo para investir.”* (E2). Além disso, perceberam a necessidade de fazer formação para lidar com as atividades propostas, que não são todas iguais, *“(...) eu, por exemplo, pessoalmente, eu rapidamente percebi em setembro que precisava de fazer formação (...)”* e, *“Sim é assim, se tu não tiveres formação, tu depois não consegues, porque é muita coisa, ou seja, as atividades não são todas iguais (...)”* (E4).

Melhoria e inovação

Os professores precisam de mais formação para utilizar melhor as máquinas e sensores disponíveis, integrando essas técnicas com outras atividades, como biologia e geologia, *“É mais formação no sentido da utilização da máquina, portanto, precisaria de ter uma utilização mais frequente da mesma e dos aparelhos, instrumentos que podem ser utilizados com ela (...)”* (E1), *“Olha tentar ver se outras atividades se se era possível integrar a estas técnicas noutras atividades da biologia, na geologia (...)”* (E2). É importante utilizar sensores nas aulas de matemática e desenvolver interdisciplinaridade com físico-química. Uma mesma atividade pode servir de apoio para ambas as disciplinas, *“É utilizar os sensores mesmo também nas aulas de matemática e, se possível, tentar haver aqui uma interdisciplinaridade entre físico-química, ou seja, aproveitar qualquer coisa que a professora tenha feito para depois trabalhar na matemática que acho que faltou por acaso. Mas cada um estava com pressa também de cumprir o programa, não é? E foi mais difícil, mas gostava de ter feito isso. Ou seja, uma mesma atividade, servir de apoio tanto da físico-química como para matemática (...)”* (E3).

Viabilidade e continuidade do projeto

Os professores entrevistados acreditam que o projeto é viável, mas precisam ponderar sobre como integrá-lo no currículo da disciplina do 11º ano, *“Penso que sim. Que é viável, agora terei que ponderar. Tenho que pensar primeiro a nível do 11º, tendo em conta o currículo da disciplina, em que atividades experimentais é que as poderia integrar (...)”* (E1). Também

expressam interesse em estender o projeto para outros níveis de ensino e em permitir que os alunos mais velhos promovam sessões de formação para os mais novos, *“Por exemplo, também seria giro que acho que também podia ser um aspeto e melhora, os alunos, por exemplo, poderem dar sessões, não sei se chama sessões de formação a alunos mais novos (...).”* (E3). Além disso, gostariam de trabalhar mais com programação e aplicações informáticas, *“Acho que seria giro. E aquela questão da programação pronto, que também gostaria de trabalhar mais também com eles. Apesar de ainda não ser exigível neste programa, onde eles estão, mas ser possível também já com uma ligação, se calhar olha às aplicações informáticas para o ano, se calhar a nível de 12º ano.”* (E3). No entanto, a continuidade do projeto depende da distribuição de serviço e da disponibilidade da tecnologia. Os professores concordam que a tecnologia é importante para atividades em que faz sentido, e gostariam de continuar a ter acesso a aplicá-la nas suas aulas, *“sim sim claro que sim. Tendo estes níveis, não é, onde faz sentido este tipo de de, onde a tecnologia faz sentido nestas atividades. Claro que sim. Gostaria muito de voltar a ter esta tecnologia disponível para aplicar.”* (E4).

Recomendação do projeto a outros professores

Os professores recomendam o projeto a outros professores, especialmente aqueles que lecionam Matemática, Físico-Química e TIC, *“Claro, com certeza que sim, embora eu ache que ele esteja mais orientado para a matemática, para física ou química, para as TIC.”* (E1). Acreditam que o projeto é uma mais-valia para os alunos e para eles próprios, *“Sim sim e sim, sim, sim, sim. Sem dúvida, acho que é uma mais-valia para os alunos, também para nós.”* (E2). Embora o projeto seja mais direcionado para as áreas das ciências, os professores partilham os seus materiais com outros professores do ensino secundário que acham as atividades interessantes. Os professores estão dispostos a recomendar o projeto a outros colegas e a partilhar os seus materiais com eles.

Alterações na prática letiva futura

Os professores entrevistados falam sobre as mudanças na prática letiva futura, especialmente em relação ao uso da tecnologia. Mencionam que, no início, havia receio em trabalhar com novas ferramentas, mas o trabalho colaborativo com colegas foi importante para superar essa dificuldade, *“Sim, nós, quando não conhecemos, há aquele receio, não é? Não vou conseguir, não sei fazer que eu no início dizia, 'Eu Não sei trabalhar com essas máquinas'. E de facto, o trabalho colaborativo com as colegas, especialmente de físico-química do meu grupo também biologia e físico-química e também de matemática foi muito importante para.”*

*Pronto foi enriquecimento pessoal, no meu caso, que eu nunca tinha trabalhado como te disse e agora ainda tenho muito a aprender, mas já estou um bocadinho mais, mais à vontade e gostaria de desenvolver mais na minha prática letiva.” (E2). Um dos professores destaca o uso de uma tecnologia da Texas que permite interligar conteúdos de geometria, funções e estatística numa única atividade, “E pronto isso eram um instrumento que eu utilizasse mesmo todos os dias da sala de aula, porque esta tecnologia da da Texas, pelo menos que é que nós estamos a trabalhar é muito fácil ligar. Os conteúdos desde a geometria, funções e estatísticas são os 3 principais temas da matemática, ou seja, só com uma atividade consigo Interligar logo isso tudo.” (E3). Sugere que as atividades que articulem diferentes áreas do conhecimento podem ser mais eficazes. Outra professora menciona o uso de aplicações como o *pyphox* e o *tracker* nas suas aulas e como isso a motiva a pensar em aulas ainda mais inovadoras, como a possibilidade de em futuras aulas assistidas em que os alunos usem os seus próprios telemóveis para fazer vídeos e analisar o movimento de um corpo, “Sim, vou-te dar um exemplo além, além da formação da Texas, agora há pouco tempo eu tenho feito formação ligada às editoras, onde, no sentido de usarmos outras aplicações, como por exemplo o *pyphox* e o *tracker*, e o domínio, o contacto com esta tecnologia faz-me pensar que, por exemplo, ainda num futuro, não muito longe, vou, voltarei a ter aulas assistidas, gostava muito de numa das minhas aulas assistidas o material dos meus alunos ser simplesmente o telemóvel (...)” e “Fazer uma aula assistida em que eles fazem um vídeo com o seu telemóvel, e vão analisar o movimento do estudo de um corpo no vídeo que fizeram, portanto, com a aplicação, ou seja completamente, uma coisa completamente inovadora e o ter feito e usado este ano, faz-me pensar que, se calhar seria capaz de avançar assim para uma loucura dessas (...)” (E4). Ambas as professoras enfatizam a importância de colocar em prática o que se aprende e não apenas ver fazer ou assistir a vídeos que acompanham os manuais.*

Autonomia e interesse dos alunos

O projeto em questão envolve uma turma bastante autónoma e motivada, que se mostrou fascinada em determinar as coisas por si mesmos, “A turma que está envolvida no projeto é uma turma que, de uma forma geral, é bastante autónoma (...)” (E1) e “Sim, sim, mais, mais motivados, estou a ser repetitiva porque, pronto é aquilo que eu disse. O facto de serem eles a determinar as coisas que eles nunca tinham feito, não é, serem eles a medir aqueles valores de oxigénio, porque geralmente já estão nos manuais experiências e eles interpretam os resultados, mas ali, ser ser feito por eles foi fascinante para eles.” (E2). Os alunos enfrentaram alguns problemas, mas trabalharam colaborativamente para os resolver, “Sim sim, também, aliás, naquela prática que tu pudeste assistir, houve ali uma série de alguns problemas, digamos assim, se é que se pode chamar assim, e eles tentaram ultrapassá-los e

resolvê-los (...).” (E2). Os alunos tornaram-se mais autónomos e interessados em aprender, especialmente quando se tratava de tecnologia, como o uso da calculadora. Também se tornaram mais colaborativos, dividindo o trabalho e explicando conceitos uns aos outros, *“E mesmo entre eles, houve um maior trabalho colaborativo. Dividiam mais o trabalho entre eles e se um não percebia o outro explicava.”* (E3). A tecnologia permitiu que o professor desse atenção especial aos alunos que precisavam, enquanto os restantes trabalhavam em grupo. No geral, existe a perceção de que o projeto foi bem-sucedido em aumentar a autonomia e o interesse dos alunos, *“O trabalho é muito feito em grupo, mas lá está, se nós analisarmos a forma como a tecnologia permite que as coisas corram e decorram, normalmente liberta-me para poder dar atenção aos alunos que precisam um bocadinho mais de atenção especial da minha parte.”* (E4).

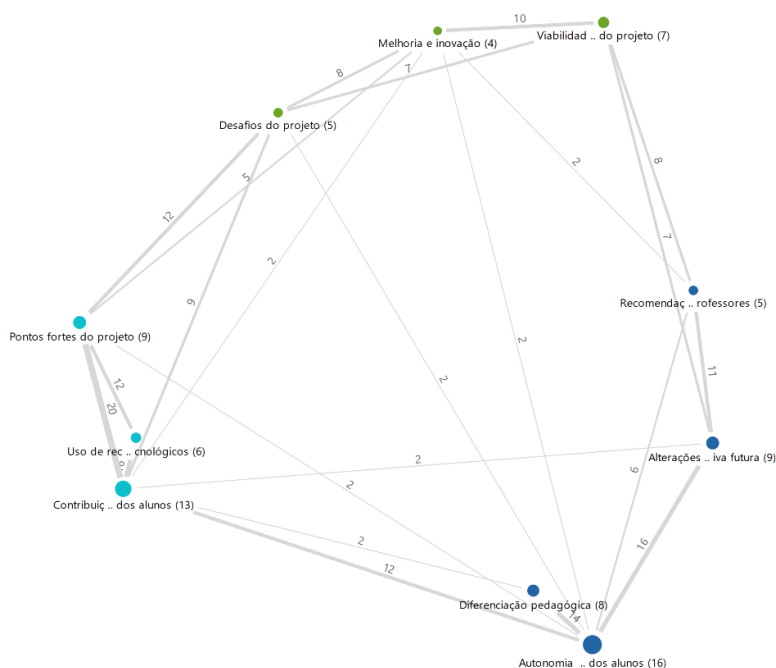
Diferenciação pedagógica

Através da colaboração em grupo, o professor pode dar atenção individualizada aos alunos com mais dificuldades. A tecnologia também é utilizada para facilitar o trabalho em grupo e permitir que o professor dê mais atenção aos alunos que precisam de apoio mais individualizado, *“Sim, na medida em que eles estão em grupos, eu posso ir apoiando grupo a grupo e dando logo ali, atenção, alguns estão com mais dificuldades. É nesse aspeto que estás a dizer, não é? Porque estão todos em colaboração permite-me que eu possa chegar, se calhar há uns que têm mais dificuldades ir logo tentando lhe dar um apoio mais individualizado.”* (E2). Além disso, a diferenciação pedagógica desenvolve a autonomia dos alunos e permite que os mais autónomos trabalhem sozinhos, enquanto o professor dá apoio aos menos autónomos, *“O trabalho é muito feito em grupo, mas lá está, se nós analisarmos a forma como a tecnologia permite que as coisas corram e decorram, normalmente liberta-me para poder dar atenção aos alunos que precisam um bocadinho mais de atenção especial da minha parte.”* (E4). Por fim, é possível colocar os alunos com mais dificuldades nos grupos que já dominam melhor a tecnologia e, conseqüentemente promover situações em que estes beneficiam da ajuda dos colegas com maior domínio de conteúdos e da tecnologia, *“encaixar esses alunos nos grupos que eu já sei que, ou por terem também as calculadoras, a tecnologia, que dominam melhor e que vão poder ajudar mais os alunos que têm mais dificuldades”* (E4).

4.1.3. Relação entre categorias

O mapa de relação entre categorias ilustra como diferentes temas, representados por categorias, estão interrelacionados dentro do conjunto de dados analisado. O tamanho dos círculos representa a frequência de atribuições de cada categoria, com círculos maiores a indicar uma maior prevalência no conjunto de dados. Por exemplo, "Autonomia dos alunos" e "Contribuições dos alunos" são representados por círculos maiores, sugerindo que são temas frequentemente abordados nos dados. A proximidade entre categorias é outro aspeto importante da análise. Categorias que aparecem próximas umas das outras, como "Diferenciação pedagógica" e "Autonomia dos alunos", podem partilhar um contexto ou tema comum, indicando uma possível relação conceptual ou uma coocorrência nos dados. As linhas que ligam as categorias revelam a coocorrência dessas categorias nos dados. Linhas mais espessas, como entre as categorias "Pontos fortes do projeto" e "Uso de recursos tecnológicos", ilustram uma relação mais forte ou uma maior frequência de coocorrência (o número sobre cada linha indica essa frequência), o que pode indicar uma associação significativa entre os conceitos nos dados.

Figura 5 - Mapa de relação entre categorias de respostas dos professores



Analisando a figura 5 com mais detalhe verifica-se:

- a) A proximidade do "Uso de recursos didáticos tecnológicos" com os "Pontos fortes do projeto" pode indicar que a integração de tecnologia foi percebida como um dos pontos fortes. Isto pode-se referir à eficácia das ferramentas tecnológicas utilizadas, à relevância das tecnologias para os objetivos do projeto ou à maneira como elas foram implementadas para facilitar os processos de ensino e aprendizagem.
- b) A posição do círculo representando "Contribuições do projeto para as aprendizagens dos alunos" próximo dos círculos "Pontos fortes do projeto" e do "Uso de recursos didáticos tecnológicos" pode refletir que as contribuições dos alunos são vistas como um elemento-chave ou resultado dos pontos fortes do projeto e do uso efetivo de recursos tecnológicos. Isso pode implicar que o projeto proporcionou oportunidades para os alunos contribuírem ativamente para o processo de aprendizagem, possivelmente através de *feedback*, participação em atividades práticas ou colaboração em tarefas.
- c) Quando consideramos a relação dessas categorias com as aprendizagens dos alunos, a interpretação sugerida pelo gráfico é que os pontos fortes do projeto, combinados com o uso eficaz de recursos tecnológicos, podem ter facilitado contribuições significativas dos alunos. Essas contribuições, por sua vez, podem ter tido um impacto positivo no processo de aprendizagem, potencialmente levando a resultados de aprendizagem mais ricos e envolventes. A análise destas categorias no contexto do mapa de relação entre categorias sugere que os pontos fortes do projeto e o uso apropriado de tecnologia são fatores que contribuem para um ambiente de aprendizagem no qual os alunos estão capacitados a fazer contribuições valiosas. Esta inter-relação pode ser um indicador de que tais elementos são fundamentais para o desenvolvimento de práticas pedagógicas eficazes e podem ser áreas-chave para a continuidade e o aperfeiçoamento do projeto.
- d) A presença da categoria "Diferenciação pedagógica" junto aos outros temas, sugere que estratégias de ensino adaptativas foram implementadas ou reconhecidas como benéficas, para atender às necessidades individuais dos alunos, promovendo assim a sua autonomia e interesse. Tal implica que a personalização do ensino é valorizada como uma prática que contribui para a eficácia educativa.
- e) A ligação de "Alterações na prática letiva" com a "Diferenciação pedagógica" e a "Autonomia e interesse dos alunos" pode indicar que as futuras práticas letivas serão influenciadas pelos resultados positivos associados a esses temas, com um foco contínuo em melhorar a educação.
- f) A ligação da categoria "Recomendação do projeto a outros professores" com os anteriores sugere que o projeto foi bem-sucedido o suficiente para que os participantes

considerassem recomendá-lo a outros educadores. Isto pode ser interpretado como um aval à eficácia das práticas pedagógicas adotadas, particularmente no que concerne à promoção da autonomia e do interesse dos alunos, assim como à intenção de implementar alterações positivas nas práticas futuras.

Em suma, a análise destas categorias em conjunto sugere que a autonomia dos alunos e o interesse despertado pelo projeto, estão intrinsecamente ligados a práticas de ensino diferenciadas e inovadoras, e que esses fatores são considerados essenciais para a evolução das práticas letivas. Além disso, a disposição em recomendar o projeto a outros professores indica que as estratégias e os resultados do projeto são vistos como exemplares e dignos de serem compartilhados e possivelmente adotados noutros contextos educacionais. A proximidade dessas categorias no mapa de relação entre categorias, juntamente com a sua cor comum, reflete uma relação entre as práticas pedagógicas adotadas no projeto, a resposta dos alunos a essas práticas e a percepção dos participantes sobre a replicabilidade e o valor do projeto. Indica-se que existe um círculo virtuoso onde as práticas pedagógicas inovadoras e adaptativas não só melhoram a experiência de aprendizagem do aluno, mas também inspiram mudanças contínuas na prática letiva e são promovidas como modelos para a comunidade educativa mais ampla.

4.1.4. Identificação de grupos de categorias

Observando a figura 5 podemos ver que as categorias se concentram em três grandes grupos. A análise destes grupos permite fazer um estudo mais global das respetivas categorias.

A relação entre estes grupos pode ser interpretada como uma representação das múltiplas dimensões de um projeto educacional complexo. Estes grupos, embora focados em diferentes aspetos do projeto, não são independentes, mas interdependentes e dinamicamente relacionados.

Grupo 1: Implementação e Impacto Direto na Aprendizagem

O primeiro grupo (círculos a azul-claro) envolve os "Pontos fortes do projeto", o "Uso de recursos tecnológicos" e as "Contribuições do projeto para as aprendizagens dos alunos". Este grupo pode ser visto como o núcleo da experiência de aprendizagem direta, destacando as estratégias bem-sucedidas e as ferramentas que contribuíram para os resultados educacionais positivos. A proximidade dessas categorias sugere que o uso eficaz de tecnologia é percebido como um ponto forte do projeto e que isso tem um impacto direto e significativo na promoção das aprendizagens dos alunos.

Grupo 2: Práticas Pedagógicas e Desenvolvimento Profissional

O segundo grupo (círculos a azul-escuro) lida com a "Autonomia e interesse dos alunos", "Diferenciação pedagógica", "Alterações na prática letiva futura" e a "Recomendação do projeto a outros professores". Este grupo parece concentrar-se na metodologia pedagógica e na evolução das práticas de ensino, mostrando como as práticas atuais influenciam a autonomia dos alunos e o seu interesse, e como isso pode levar a considerações sobre mudanças futuras nas abordagens de ensino. A inclusão da recomendação do projeto a outros professores indica que as práticas e resultados deste projeto são valorizados e vistos como replicáveis ou exemplares.

Grupo 3: Reflexão Estratégica e Sustentabilidade

O terceiro grupo (círculos a verde), que agrupa os "Desafios do projeto", "Melhoria e inovação" e a "Viabilidade e continuidade do projeto", reflete uma perspetiva estratégica e reflexiva. Este grupo sugere que os desafios enfrentados foram catalisadores para a melhoria e inovação e que esses dois elementos são essenciais para a viabilidade a longo prazo do projeto.

4.1.5. Relação entre os grupos de categorias

Cada grupo influencia e é influenciado pelos outros, criando um ecossistema de práticas e resultados:

O Grupo 1 pode ser visto como o alicerce sobre o qual os outros dois se apoiam. Sem os pontos fortes e as ferramentas eficazes, seria difícil promover a autonomia ou considerar mudanças futuras na prática letiva (Grupo 2), ou responder aos desafios de forma inovadora para garantir a sustentabilidade do projeto (Grupo 3).

O Grupo 2 reflete as práticas pedagógicas que são essenciais para utilizar os pontos fortes identificados no Grupo 1 de maneira eficaz. A autonomia e o interesse dos alunos são, em parte, produto de uma boa prática pedagógica e são fundamentais para a adoção e recomendação de novas práticas.

O Grupo 3 oferece o contexto estratégico no qual o Grupo 1 e o Grupo 2 operam. Sem reconhecer e responder aos desafios e sem um compromisso com a melhoria contínua e a inovação, os esforços para fortalecer a aprendizagem dos alunos e evoluir as práticas pedagógicas podem se tornar insustentáveis a longo prazo.

A relação entre os três grupos evidencia um ciclo contínuo de implementação, avaliação e evolução dentro do projeto. Os pontos fortes e a utilização eficaz da tecnologia

melhoram a aprendizagem dos alunos; a prática pedagógica responde e adapta-se para promover ainda mais a autonomia e o interesse dos alunos; e a reflexão estratégica sobre os desafios e inovações garante que as melhorias sejam sustentáveis e continuem a evoluir. Essa visão abrangente é crucial para compreender a complexidade e as nuances de um projeto e para informar a tomada de decisões e o planeamento futuro.

4.2. Análise e interpretação das respostas dos alunos às questões objetivas

4.2.1. Identificação das questões

Apresentam-se de seguida os dados recolhidos através de inquérito por questionário, de resposta fechada, aplicado aos 21 alunos do 11^o ano de escolaridade, do Curso Ciências e Tecnologias.

Tabela 3 - Moda e Frequências relativas²

Questão	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Neutro	Discordo parcialmente	Discordo totalmente	Moda
Q1. Durante a realização das tarefas propostas não tive qualquer dificuldade	29%	43%	0%	24%	5%	Concordo parcialmente
Q2. Não tive dificuldade em compreender os objetivos das tarefas	33%	48%	0%	19%	0%	Concordo parcialmente
Q3. Senti dificuldade em compreender os resultados obtidos através das calculadoras e sensores utilizados nas diferentes tarefas	10%	19%	5%	29%	38%	Discordo totalmente
Q4. Consegui utilizar a calculadora sem problemas/dificuldades	29%	43%	0%	24%	5%	Concordo parcialmente
Q5. A utilização dos sensores decorreu sem problemas/dificuldades	43%	24%	10%	24%	0%	Concordo totalmente
Q6. Tive dificuldades em encontrar a solução para as tarefas propostas	10%	24%	0%	52%	14%	Discordo parcialmente
Q7. As atividades práticas contribuíram para um melhor entendimento das matérias dadas em aula	62%	29%	0%	10%	0%	Concordo totalmente
Q8. Os resultados dados pelas calculadoras e sensores foram fáceis de entender	48%	48%	0%	5%	0%	Concordo totalmente
Q9. Consegui aprender e aprofundar os meus conhecimentos com as atividades realizadas	48%	38%	5%	10%	0%	Concordo totalmente
Q10. A utilização destes recursos foi divertida	52%	10%	24%	5%	10%	Concordo totalmente
Q11. Consegui utilizar os recursos com facilidade	33%	43%	5%	19%	0%	Concordo parcialmente
Q12. A utilização destes recursos foi útil para a minha aprendizagem	62%	24%	5%	0%	10%	Concordo totalmente
Q13. A utilização destes recursos motiva-me mais para prosseguir estudos numa área relacionada com as ciências	43%	24%	19%	5%	10%	Concordo totalmente
Q14. As atividades realizadas foram interessantes	57%	29%	10%	5%	0%	Concordo totalmente

² Devido ao arredondamento à unidade, a soma das frequências relativas atinge 101% em onze das catorze questões

Com base na tabela 3, podemos tirar várias conclusões preliminares sobre as percepções dos participantes em relação às atividades práticas que foram realizadas:

- A maioria dos participantes não teve dificuldades significativas em utilizar a calculadora (Q4 – 71%) e os sensores (Q5 – 67%), indicado pelas altas percentagens em "Concordo totalmente" e "Concordo parcialmente". Tal sugere que os recursos foram considerados acessíveis.
- Há uma forte indicação de que as atividades práticas foram percebidas como benéficas para a aprendizagem (Q7, Q9, Q12), com uma grande maioria a concordar que contribuiriam para um melhor entendimento da matéria e foram úteis para as suas aprendizagens (Q7 – 90%, Q9 e Q12 – 86%).
- A maioria dos alunos não teve grandes dificuldades em compreender os resultados (Q3 e Q6 ambas com 67%), no entanto cerca de 30% das respostas denotam que existiram algumas dificuldades em compreender os resultados obtidos (Q3) e em encontrar soluções para as tarefas (Q6).
- As atividades foram consideradas interessantes (Q14) e divertidas (Q10) pela maioria dos participantes. Isso pode ser um indicador de envolvimento dos participantes com o material.
- A utilização dos recursos também parece motivar a maioria dos participantes (67%) a prosseguir estudos na área de ciências (Q13), o que pode ser um indicativo positivo para futuros cursos ou atividades educacionais.
- A moda como medida de tendência central adequada para dados qualitativos, como é o caso na maioria das questões, evidencia que os participantes concordaram (total ou parcialmente) com as afirmações feitas. Isso é um bom sinal da eficácia percebida das atividades práticas.
- As questões Q3 e Q6 são áreas onde cerca de 30% dos alunos denotaram alguma dificuldade, sugerindo que essas áreas podem ser melhoradas. Possivelmente pelo facto de os alunos não terem tido prévio contacto com as calculadoras e sensores.
- A ausência de respostas neutras na maioria das questões (com exceção de Q5 e Q13) sugere que os participantes tinham opiniões bem definidas sobre as atividades, o que pode indicar um comprometimento significativo com a tarefa.

4.2.2. Identificação dos grupos de questões fechadas

De forma a fazer uma análise mais global dos dados recolhidos, agregaram-se as 14 questões fechadas em 4 grupos, conforme indicado abaixo.

Tabela 4 - Grupos de questões fechadas

Grupo	Questão
Tarefas	Q1, Q2, Q3 e Q6
Recursos	Q4, Q5 e Q11
Aprendizagens	Q7, Q8 e Q9
Motivação	Q10, Q12, Q13 e Q14

4.2.3. Análise dos dados por grupo de questões fechadas

Grupo de Tarefas

Com este grupo de questões, podemos focar em entender as perceções dos participantes sobre as dificuldades enfrentadas durante as atividades. Aqui estão as conclusões que podemos tirar com base nas percentagens fornecidas:

- **Facilidade Geral nas Tarefas**

A maioria dos participantes não relatou dificuldades significativas na realização das tarefas propostas (Q1 – 71%) ou na compreensão dos objetivos das tarefas (Q2 – 81%). Isso é evidenciado pelas altas percentagens de “Concordo totalmente” e “Concordo parcialmente” nessas questões.

A moda para ambas as questões é “Concordo parcialmente”, sugerindo que, embora as tarefas possam não ter sido totalmente isentas de desafios, os participantes sentiram-se razoavelmente confiantes em realizá-las.

- **Dificuldades Específicas**

Uma análise mais detalhada mostra que houve uma perceção de dificuldade em compreender os resultados obtidos com as calculadoras e sensores (Q3) e em encontrar soluções para as tarefas (Q6).

Conclusões gerais deste grupo:

Enquanto as tarefas em geral e respetivos objetivos parecem ter sido acessíveis para a maioria dos participantes, as dificuldades surgiram na interpretação dos resultados e na solução de problemas.

Tal sugere que as instruções ou os recursos para a interpretação de dados e a resolução de problemas podem precisar ser mais claros ou detalhados.

A formação e o suporte podem ser reforçados nessas áreas específicas para aumentar a compreensão e reduzir as dificuldades.

Pode haver uma oportunidade de melhorar o design das tarefas ou de fornecer mais contexto ou exemplos práticos que ajudem os participantes a interpretar os resultados e a encontrar soluções.

Grupo de Recursos

As questões deste grupo focam-se na usabilidade e facilidade de utilização dos recursos, podendo-se tirar as seguintes conclusões:

- **Usabilidade Geral dos Recursos**

A facilidade de uso é percebida de maneira geralmente positiva. As modas de Q4 ("Concordo parcialmente") e Q11 ("Concordo parcialmente") indicam que a maioria dos participantes conseguiu utilizar os recursos sem grandes problemas.

Para Q5, a moda é "Concordo totalmente", o que sugere uma facilidade ainda maior no uso dos sensores, em comparação com a calculadora onde a moda é "Concordo parcialmente".

- **Ausência de Dificuldades Significativas**

Em Q4, aproximadamente 72% dos participantes concordaram totalmente ou parcialmente que foram capazes de usar a calculadora sem problemas. Em Q5, essa percentagem situa-se nos 67%, e para Q11, atinge os em 76%. Estes valores indicam que a maioria dos participantes não enfrentou barreiras significativas ao utilizar esses recursos.

A ausência de qualquer percentual para "Discordo totalmente" em Q5 reforça que os sensores foram particularmente bem recebidos.

- **Pontos de Atenção**

Embora as respostas sejam predominantemente positivas, ainda há uma minoria de participantes que relatou algum grau de dificuldade, como indicado pelas respostas "Discordo parcialmente" e "Neutro".

Isso pode indicar que, enquanto muitos estão confortáveis com os recursos, alguns podem precisar de mais apoio ou formação adicional.

Conclusões gerais deste grupo:

Os recursos disponibilizados para as atividades práticas são considerados acessíveis e fáceis de usar pela maioria dos participantes.

No entanto, uma análise mais detalhada pode revelar se a minoria que enfrentou dificuldades tem algo em comum, como por exemplo, falta de familiaridade prévia com essas tecnologias ou talvez uma preferência por métodos de aprendizagem diferentes.

Ajustes focados podem ser necessários para garantir que todos os participantes possam utilizar os recursos com conforto, o que pode incluir tutoriais adicionais ou sessões de treino.

A análise deste grupo de questões sugere uma experiência positiva com a usabilidade dos recursos, mas com espaço para melhorias pontuais para atender às necessidades de um grupo menor que enfrentou algumas dificuldades.

Grupo de Aprendizagem

Agrupando as questões Q7, Q8 e Q9, que se focam na percepção dos participantes sobre a eficácia das atividades práticas em termos de contribuição para a aprendizagem, podemos extrair as seguintes conclusões:

- **Percepção positiva do impacto nas aprendizagens**

A maioria dos participantes sentiu que as atividades práticas foram benéficas para a sua aprendizagem. Isso é evidenciado pelas altas percentagens de concordância (Q7 – 90%, Q8 – 95% e Q9 - 86%) e as modas indicando "Concordo totalmente" para todas as três questões.

Em Q7, um expressivo 91% dos participantes concordou (totalmente ou parcialmente), que as atividades práticas contribuíram para um melhor entendimento das matérias dadas em aula.

- **Compreensão do conteúdo e profundidade do conhecimento**

Em Q8, a totalidade dos participantes (96%) concordou que os resultados fornecidos pelas calculadoras e sensores foram fáceis de entender, o que sugere que as atividades foram bem projetadas em termos de clareza e compreensão.

A questão Q9 também reflete uma visão positiva sobre as atividades, com 86% dos participantes indicando que conseguiram aprofundar seus conhecimentos através das atividades realizadas.

- **Nenhuma indicação de dificuldade significativa**

Para todas as três questões, as respostas de discordância (parcial e total) são muito baixas (Q7 – 10%, Q8 – 5% e Q9 – 5%), indicando que não houve uma percepção significativa de dificuldade ou ineficácia nas atividades práticas.

Conclusões gerais deste grupo:

As atividades práticas são percebidas como eficazes no apoio às aprendizagens dos alunos, tanto no que diz respeito à compreensão do conteúdo quanto ao aprofundamento do conhecimento.

A consistência nas respostas indica que as atividades foram bem recebidas e atingiram os seus objetivos educacionais.

A experiência prática parece ter sido integrada de maneira bem-sucedida com o conteúdo teórico, facilitando uma melhor assimilação das matérias.

Estas conclusões destacam o valor das atividades práticas como parte do processo de ensino e aprendizagem, sugerindo que tais atividades devem ser mantidas e talvez desenvolvidas em currículos futuros, dada a sua aparente eficácia em reforçar a compreensão e o interesse dos participantes pelo equipamento utilizado.

Grupo de Motivação

Agrupando as questões Q10, Q12, Q13 e Q14, mais relacionadas com a motivação podemos chegar às seguintes conclusões:

- **Envolvimento e prazer**

A maior parte dos participantes achou a utilização dos recursos divertida (Q10 – 62%) e as atividades interessantes (Q14 – 86%), indicado pelas modas "Concordo totalmente" e altas percentagens de concordância. Isso sugere que as atividades foram bem recebidas e provavelmente mantiveram os participantes envolvidos nas mesmas.

A diversão e o interesse são elementos importantes para o envolvimento dos alunos e podem contribuir para uma melhor aprendizagem.

- **Perceção de utilidade e motivação**

Em Q12, a concordância total de que os recursos foram úteis para a aprendizagem é alta (62%), o que reforça a ideia de que as atividades práticas são percebidas como valiosas para a educação dos alunos.

A questão 13 mostra que uma boa parte dos alunos se sente motivada a prosseguir estudos na área de ciências após a utilização dos recursos, o que pode indicar que as atividades não apenas apoiam as atuais aprendizagens, como também incentivam a exploração futura do assunto.

A positividade geral nessas questões sugere que as atividades práticas desempenham um papel valioso em tornar a aprendizagem agradável, útil e motivadora.

Isso pode ter implicações significativas para o desenvolvimento curricular, pois atividades que são ao mesmo tempo agradáveis e educativas, são mais propensas a serem bem-sucedidas em manter os alunos interessados e comprometidos.

Conclusões gerais deste grupo:

A experiência de aprendizagem fornecida pelas atividades é percebida de maneira positiva, não apenas em termos de conteúdo, mas também em termos de satisfação pessoal e interesse contínuo.

A motivação para continuar a aprender e o interesse gerado são aspetos cruciais, sugerindo que essas atividades práticas são valiosas, não apenas para objetivos educacionais imediatos, mas também para o desenvolvimento contínuo dos participantes. As atividades práticas parecem ser uma ferramenta eficaz para incentivar os alunos a prosseguir estudos futuros em áreas relacionadas, o que é um resultado desejável para qualquer programa educativo.

Destaca-se o sucesso das atividades práticas, não só em transmitir conhecimento, mas também em criar um ambiente de aprendizagem positivo e estimulante. A continuação e a expansão destas atividades podem ser benéficas para manter o interesse e a motivação dos estudantes.

4.3. Análise e interpretação das respostas dos alunos à questão aberta

A questão aberta recolhida através de inquérito por questionário aplicado aos 21 alunos do 11º ano de escolaridade, do Curso Ciências e Tecnologias foi a seguinte:

“Descreve por palavras tuas, os pontos fortes e os pontos fracos do uso destes recursos.”

4.3.1. Identificação das categorias

Após análise dos dados, recorrendo para tal a análise de conteúdo, apresentam-se de seguida os principais resultados obtidos nesta investigação. Uma primeira análise diz respeito às categorias observadas e que respondem às questões de partida e objetivos deste projeto. Foram, assim, definidas as seguintes categorias:

Tabela 5 - Matriz de categorias de respostas dos alunos

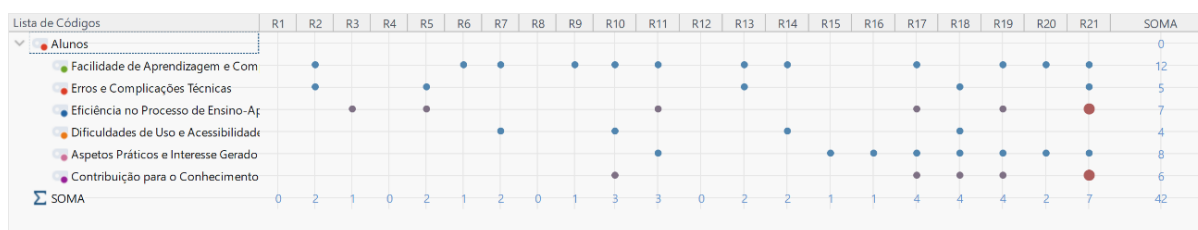
Categoria	Descrição
Facilidade de Aprendizagem e Compreensão do Conteúdo	Como os recursos ajudam a compreender melhor as matérias e torná-las mais fáceis.
Erros e Complicações Técnicas	Erros que podem ocorrer com os dispositivos
Eficiência no Processo de Ensino-Aprendizagem	Eficiência dos recursos na obtenção de resultados e na realização de cálculos.
Dificuldades de Uso e Acessibilidade	Dificuldades em lidar com a utilização dos recursos.
Aspetos Práticos e Interesse Gerado	Aspeto prático dos recursos e como eles tornam as aulas mais interessantes e atraentes para os alunos.
Contribuição para o Conhecimento Específico da Área	Aumento do conhecimento sobre a área de estudo.

Seguidamente, na tabela 6, é apresentada a matriz da relação entre as categorias definidas e os 21 alunos, onde é possível observar o peso de cada categoria (em linha), por

cada aluno (em coluna, sendo que as abreviaturas se referem aos respondentes). A dimensão do círculo refere-se ao número de codificações, ou seja, quanto maior a sua dimensão, mais vezes aquela categoria foi referida pelo aluno na resposta aberta.

Verifica-se que as categorias mais mencionadas são: ‘Facilidade de Aprendizagem e Compreensão do Conteúdo’ (14), ‘Eficiência no Processo de Ensino-Aprendizagem’ (11), ‘Aspetos Práticos e Interesse Gerado’ (13), ‘Contribuição para o Conhecimento Específico da Área’ (11).

Tabela 6 - Matriz de relação categorias/respondentes



4.3.2. Análise dos dados por categoria

Facilidade de Aprendizagem e Compreensão do Conteúdo

Os recursos utilizados pelos alunos ajudam a compreender as matérias e tornam-nas mais fáceis, mas podem ocorrer erros em certos dispositivos que influenciam em resultados errados. A calculadora é muito prática e fácil de usar, tornando mais eficiente o estudo e a realização das aulas laboratoriais. Além disso, a facilidade de obter resultados e a maior eficácia dos cálculos feitos são pontos fortes que contribuem para a aprendizagem. Os recursos possibilitam um maior aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, Matemática e Física e Química, de uma forma interessante e divertida. O uso da calculadora é bastante eficaz para obter resultados de muitos exercícios de uma maneira mais simples, e o seu manuseamento é cativante, dando uma perspectiva mais moderna do que está sendo estudado. Com isso, os alunos têm mais interesse e conhecimento sobre a área e sobre a calculadora em si, o que reforça a importância desses recursos na aprendizagem. *“Os recursos ajudam a compreender as matérias e tornam as mais fáceis” (R2), “facilitam o nosso estudo e a realização das aulas laboratoriais (...).” (R7), “(...) a calculadora é muito pratica e fácil de se usar e quando faz os gráficos dá para ver melhor como ao longo da experiência” (R9), “Estes recursos possibilitaram um maior aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, de Matemática A e de Física e Química A, abordados em aula, de uma forma interessante e divertida”.(R17), “(...) traz nos mais conhecimentos sobre a área e sobre a calculadora em si, devido a estas atividades conseguimos perceber melhor como a usamos em várias situações, e com isso, acabar por*

surgir mais interesse aos alunos” (R19), “(...) reforço que o uso da calculadora é bastante eficaz para conseguirmos obter os resultados de muitos exercícios de uma maneira mais simples, o seu manuseamento é cativante, dando-nos uma perspetiva mais moderna do que estamos a estudar e a perspicácia na resolução de exercícios de uma forma surpreendente.” (R21).

Erros e Complicações Técnicas

Os alunos podem enfrentar erros e complicações técnicas ao utilizar dispositivos tecnológicos durante as atividades escolares. Esses erros podem influenciar nos resultados e podem ser causados por alguma dificuldade em manuseá-los. Além disso, alguns alunos podem ter dificuldades em utilizar esses recursos tecnológicos, o que pode levar a erros durante a realização das atividades. Outro fator que pode afetar o desempenho dos alunos é o tempo necessário para a resolução de gráficos e o processamento de dados para aplicar o que foi pedido em gráfico. *“(...) também pode ocorrer erros em certos dispositivos que pode influenciar em resultados errados.” (R2). “(...) a dificuldade que alguns alunos têm para saber utilizar esses recursos tecnológicos.” (R18). “(...) tempo na resolução de gráficos (memória), e no seu respetivo processamento para aplicar o que foi pedido em gráfico” (R21).*

Eficiência no Processo de Ensino-Aprendizagem

Os alunos destacam a eficiência do processo de ensino-aprendizagem, sem pontos fracos, e afirmam que os recursos utilizados facilitam a obtenção de resultados mais rapidamente. O material é considerado bastante útil e possibilita um maior aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, Matemática A, Física e Química A, de forma interessante e divertida. As atividades com a calculadora trazem mais conhecimentos sobre a área e sobre o seu uso em várias situações, despertando mais interesse nos alunos. O uso da calculadora é considerado bastante eficaz para a resolução de exercícios de uma maneira mais simples e cativante, dando uma perspetiva mais moderna do que está sendo estudado e aumentando a perspicácia na resolução de exercícios. Os alunos caracterizam o uso da calculadora de forma muito positiva, afirmando que ela veio ajudar em tudo. *“(...) acho que o material é bastante útil para a nossa aprendizagem (...)” (R11). “(...) traz nos mais conhecimentos sobre a área e sobre a calculadora em si, devido a estas atividades conseguimos perceber melhor como a usamos em várias situações, e com isso, acabar por surgir mais interesse aos alunos (...)” (R19). “Estes recursos possibilitaram um maior aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, de Matemática A e de Física e Química A, abordados em aula, de uma forma interessante e divertida.” (R17).*

Dificuldade de Uso e Acessibilidade

É referida a situação económica face ao custo dos equipamentos e que podem existir algumas dificuldades na utilização dos mesmos. “(...) *algumas pessoas têm dificuldade em lidar com a sua utilização (...)*” (R7). “(...) *nem todos os alunos têm pode económico para adquirir os materiais (...)*” (R10).

Aspetos Práticos e Interesse Gerado

Os alunos expressaram que as atividades práticas foram úteis para a aprendizagem, pois saíram do padrão das aulas teóricas e geraram interesse. Os recursos utilizados possibilitaram um aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, Matemática A, Física e Química A de forma divertida. As atividades com a calculadora foram especialmente úteis, pois permitiram aos alunos entender melhor como usá-la em várias situações e geraram interesse na área. O manuseio da calculadora foi considerado cativante e moderno, e ajudou na resolução de exercícios de forma surpreendente. Os alunos destacaram que as atividades foram compreensíveis e sem muitas complicações, o que contribuiu para um melhor entendimento dos conteúdos. “(...) *acho que o material é bastante útil para a nossa aprendizagem*” (R11). “*Foram atividades mais práticas, que saíram do costume das aulas básicas*” (R15). “(...) *saem um pouco das aulas básicas e teóricas que costumamos ter, e acaba por ser atividades que geram interesse nos alunos.*” (R18).

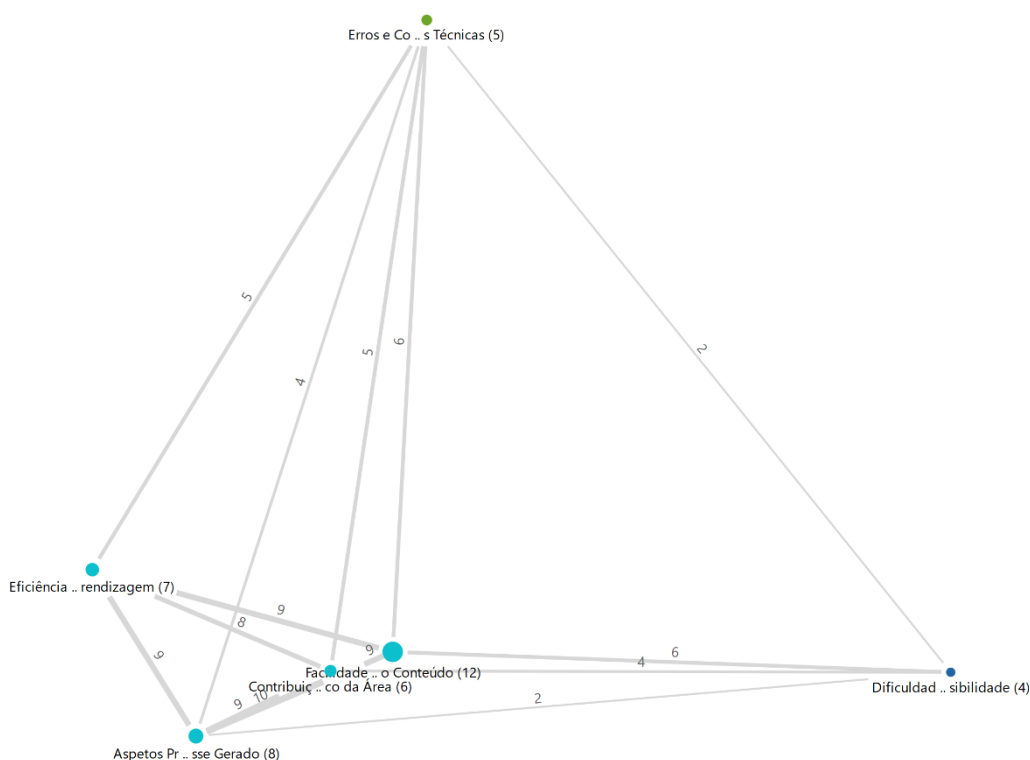
Contribuição para o Conhecimento Específico da Área

Os alunos contribuem para o conhecimento específico da área através do uso da calculadora, que permite obter resultados de forma mais fácil e eficaz. Isso possibilita um maior aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, Matemática A, Físico-química A, de uma forma interessante e divertida, saindo um pouco das aulas básicas e teóricas. As atividades com a calculadora geram interesse nos alunos e trazem mais conhecimentos sobre a área e sobre o seu uso em várias situações. O manuseamento da calculadora é cativante e dá uma perspetiva mais moderna do que está a ser estudado, além de ajudar na resolução de exercícios de forma surpreendente. O uso da calculadora é bastante eficaz e só pode ser caracterizado de forma muito positiva. “*Estes recursos possibilitaram um maior aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, de Matemática A e de Física e Química A, abordados em aula, de uma forma interessante e divertida.*” (R17). “*Reforço que o uso da calculadora é bastante eficaz para conseguirmos obter os resultados de muitos exercícios de uma maneira mais simples, o seu manuseamento*

é cativante, dando-nos uma perspetiva mais moderna do que estamos a estudar e a perspicácia na resolução de exercícios de uma forma surpreendente.” (R21).

4.3.3. Relação entre categorias

Figura 6 - Mapa de relação entre categorias de respostas dos alunos



Conforme referido anteriormente, o mapa de relação entre categorias ilustra como diferentes temas, representados por categorias, estão interrelacionados dentro do conjunto de dados analisado. O tamanho dos círculos representa a frequência de atribuições de cada categoria, com círculos maiores a indicar uma maior prevalência no conjunto de dados.

Erros e Complicações Técnicas é uma categoria com várias ligações para outras categorias, indicando que é um tema que deve ser observado e sugere que os erros e as correções técnicas devem ser tidos em conta na experiência dos participantes relacionada com o uso do Ecosistema TI-Nspire™ CX.

Eficiência no Processo de Ensino-Aprendizagem e Facilidade de Aprendizagem e Compreensão do Conteúdo

A proximidade destes dois temas e as fortes ligações entre eles e outras categorias sugerem que a eficiência da aprendizagem está fortemente relacionada com a facilidade do conteúdo apresentado pelo Ecosistema TI-Nspire™ CX, ou seja, o ecossistema potencia a aquisição e compreensão de conhecimentos.

Contribuição para o Conhecimento Específico da Área e Aspectos Práticos e Interesse Gerados

A ligação entre estas categorias indica que os participantes veem uma contribuição significativa da área de estudo para o desenvolvimento de novos aspetos ou ideias, sugerindo que o Ecosistema TI-Nspire™ CX permite que os alunos ampliem o seu conhecimento de maneira produtiva.

Dificuldade de Uso e Acessibilidade

Esta categoria, estando um pouco afastado das outras, indica que as questões de acessibilidade ou as dificuldades encontradas pelos alunos são reconhecidas, mas não tão centrais quanto os outros temas mencionados. No entanto, a sua presença no mapa mostra que ainda é um aspeto relevante da experiência dos alunos com o ecossistema.

A análise deste gráfico quando relacionada com as questões e objetivos do projeto, apresenta as seguintes considerações:

O tema "Erros e Complicações Técnicas" aponta para desafios técnicos enfrentados pelos alunos, o que é uma consideração importante ao avaliar a introdução de novas tecnologias na educação.

A relação entre "Eficiência no Processo de Ensino-Aprendizagem" e "Facilidade de Aprendizagem e Compreensão do Conteúdo" ajuda a compreender como o Ecosistema TI-Nspire™ CX está a afetar a aquisição de conhecimento e competências.

A conexão entre "Contribuição para o Conhecimento Específico da Área" e "Aspectos Práticos e Interesse Gerados" pode ser um indicador de como o ecossistema está a promover a inovação e a aplicação de metodologias ativas.

"Dificuldade de Uso e Acessibilidade" pode ser um ponto de reflexão sobre como o ecossistema pode ser melhorado, para auxiliar os alunos a superar dificuldades e desenvolver competências necessárias.

Esta análise pode ajudar a avaliar a eficácia do Ecosistema TI-Nspire™ CX e a informar futuras decisões sobre práticas pedagógicas e desenvolvimento curricular.

4.3.4. Grupos de categorias

Analisando a figura 6, verificamos que a maioria das categorias se concentra num único grupo, razão pela qual não se apresenta um estudo de relação entre grupos de categorias, ao contrário do que foi feito no caso dos professores.

4.4. Discussão dos resultados

Os resultados atrás apresentados sugerem que a introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, com as suas ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM, contribui positivamente para a melhoria das aprendizagens dos alunos, promovendo não apenas a compreensão do conteúdo e o desenvolvimento de competências, mas também o envolvimento e a motivação para aprender.

De acordo com os professores entrevistados, o ecossistema não só proporciona recursos tecnológicos que apoiam a aprendizagem, mas também estimula práticas pedagógicas que cultivam a autonomia e o interesse dos alunos, e promove uma reflexão estratégica sobre a melhoria e a continuidade das práticas educativas. Além disso, o feedback dos alunos sobre as áreas de dificuldade fornece uma oportunidade para ajustes direcionados que podem levar a uma melhoria ainda maior nas aprendizagens. A análise dos dados sugere que a integração destas ferramentas no ambiente de sala de aula é uma prática pedagógica valiosa e que tem um impacto positivo nas experiências de aprendizagem dos alunos.

A introdução do Ecosistema TI-Nspire™ CX, apoiada pelo uso das ferramentas pedagógicas TI-Nspire™ STEM, representa uma mudança significativa na abordagem pedagógica, visando uma educação mais interativa e aliciante. A análise dos dados do estudo revela uma tendência positiva em relação a este recurso, evidenciando o potencial destas ferramentas em enriquecer o processo educativo e em promover a aquisição de competências essenciais pelos alunos. É notável a contribuição dessas ferramentas para a facilitação da compreensão e aprendizagem de conteúdos complexos, tais como taxa fotossintética, influência da luz, libertação de oxigénio, funções, trigonometria, estatística, energia cinética, centro de massa, massa, velocidade, forças conservativas, circuitos elétricos, potência, resistência, radiação, células fotovoltaicas, entre outros. Os alunos relataram que o uso do Ecosistema TI-Nspire™ CX tornou mais acessíveis e compreensíveis os conceitos abordados, o que sugere uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem. Já os professores observaram que as atividades foram mais significativas porque os alunos puderam ver diretamente os resultados, o que permitiu que verificassem e conjeturassem sobre esses mesmos resultados. Denotam também que a utilização da tecnologia permite a recolha e tratamento de dados em tempo real, além de possibilitar a partilha desses dados com todos os alunos, traduzindo-se num aumento da autonomia e do interesse por parte destes. Os professores vêem no uso da tecnologia um meio para as mudanças na prática letiva

futura. Apesar de alguns receios iniciais, estes foram superados graças ao trabalho colaborativo entre pares.

A experiência dos alunos com estes recursos não foi igual, existindo diferenças no que concerne à facilidade de uso e acessibilidade das ferramentas. Enquanto alguns alunos se adaptaram rapidamente e exploraram eficientemente os recursos disponíveis, outros enfrentaram desafios, principalmente relacionados com dificuldades técnicas e falta de familiaridade com as ferramentas. Isso ressalta a importância de um suporte pedagógico adequado e personalizado, que possa atender às necessidades de todos os alunos, garantindo que a tecnologia seja um facilitador, e não um obstáculo, no processo de aprendizagem.

Além disso, o estudo aponta para um aumento no interesse e na motivação dos alunos em relação às aprendizagens. A interatividade e a natureza prática das atividades propostas pelo Ecosistema TI-Nspire™ CX parecem ter gerado maior envolvimento e curiosidade entre os estudantes. Essa mudança na dinâmica de sala de aula é fundamental para uma aprendizagem efetiva e significativa, pois a motivação do aluno é frequentemente um preditor chave do sucesso académico. Outra observação relevante é o impacto destas ferramentas na aquisição de conhecimento específico da área.

Os alunos relataram um aprofundamento do entendimento dos conteúdos abordados, o que é essencial para a formação integral na educação STEM. Essa constatação é particularmente importante, considerando o crescente enfoque na educação STEM como uma preparação para as exigências do século XXI.

Por fim, as implicações deste estudo para a prática pedagógica são significativas, evidenciando a necessidade de uma abordagem diferenciada no ensino, que considere as características individuais dos alunos e utilize a tecnologia de maneira estratégica e reflexiva.

A integração de ferramentas como o Ecosistema TI-Nspire™ CX deve ser feita com cuidado, assegurando que todos os alunos beneficiem igualmente e que as estratégias pedagógicas sejam flexíveis e adaptativas. A cooperação de todos os intervenientes no processo educativo é fundamental para o sucesso desta abordagem.

A utilização destas ferramentas representa um avanço promissor na educação contemporânea, no entanto, para maximizar seu potencial, é essencial que os professores estejam preparados para enfrentar os desafios que acompanham a implementação de novas tecnologias educativas, garantindo assim um ambiente de aprendizagem inclusivo, adaptativo e eficiente. Ao longo de toda a análise de dados, dos professores e alunos, presente neste capítulo, foi possível responder às questões de estudo, ao objetivo geral e objetivos específicos.

É possível afirmar que os objetivos específicos deste projeto foram alcançados, conforme evidenciado pelos resultados obtidos. Assim, e para o objetivo “Identificar de que

forma o uso do ecossistema pode promover a aquisição de competências por parte dos alunos”, concluir que se destaca a competência demonstrada pelos alunos no uso das ferramentas disponibilizadas, incluindo calculadoras e sensores. Esta competência revela não apenas o efeito do ecossistema em facilitar o manuseio de equipamentos técnicos, mas também sublinha a sua importância no desenvolvimento de competências analíticas e técnicas, fundamentais em diversos campos científicos e técnicos.

Além disso, as atividades práticas implementadas foram cruciais para uma compreensão mais profunda das matérias abordadas. Os alunos não somente adquiriram conhecimento de forma efetiva, como também demonstraram um aumento significativo na motivação para desenvolver suas competências.

Relativamente ao objetivo “Analisar de que modo o uso do ecossistema pode promover práticas letivas inovadoras, bem como a introdução de metodologias ativas” é possível constatar que a integração do Ecossistema TI-Nspire™ CX nas práticas letivas é apontada como um meio para facilitar futuras mudanças nessas mesmas práticas, tornando-as mais interativas e centradas no aluno. Na opinião dos professores o Ecossistema TI-Nspire™ CX não se limita a fornecer recursos tecnológicos avançados; uma vez que incentiva a implementação de estratégias de ensino que cultivam a autonomia e o interesse dos alunos, manifestando-se na forma como os alunos interagem com o material de aprendizagem, explorando conceitos de forma mais ativa. Os alunos podem observar os resultados das suas ações em tempo real, uma característica que enriquece a experiência de aprendizagem e facilita a compreensão de conceitos complexos, o que lhes permite testar e formular hipóteses baseadas em dados concretos. Tal abordagem prática e experimental é um elemento central das metodologias ativas de aprendizagem, onde o aluno é o protagonista do seu processo educativo, promovendo neste uma maior autonomia, e fomentando um ambiente de aprendizagem colaborativo e interativo.

Capítulo 5

Conclusão

Este trabalho de projeto analisou a importância do ecossistema Ecossistema TI-Nspire™ CX em ambientes educativos inovadores, avaliando o seu impacto na promoção de uma aprendizagem ativa e na preparação dos alunos para os desafios do século XXI, assim como identificar de que forma o uso do ecossistema pode promover a aquisição de competências por parte dos alunos, e ainda analisar de que modo o uso do ecossistema pode promover práticas letivas inovadoras, bem como, introdução de metodologias ativas.

Os resultados obtidos quanto à promoção da aquisição e desenvolvimento de competências pelos alunos, assim como do contributo para melhorar o ambiente de sala de aula com estratégias inovadoras e metodologias ativas, vem corroborar os resultados de outros autores, como Innes (2020), que verificou que a tecnologia da Texas Instruments aumentou o interesse dos alunos pela eletrónica, programação e STEAM. Os alunos demonstraram ser capazes de usar a tecnologia com sucesso em aulas guiadas para aperfeiçoar as aprendizagens. *“O facto de serem eles a determinar as coisas que eles nunca tinham feito, não é, serem eles a medir aqueles valores de oxigénio, porque geralmente já estão nos manuais experiências e eles interpretam os resultados, mas ali, ser ser feito por eles foi fascinante por eles.”* (E2)

Os professores relataram que se sentiram mais preparados para ensinar STEAM após a implementação das unidades, mas ainda enfrentam desafios como falta de tempo e acesso a materiais. *“...gostava de ter tido mais tempo até de utilizar também os sensores que estava previsto e depois acabei por não concretizar...”*(E3). Este estudo, sugere ainda que, no futuro, sejam feitas entrevistas com os alunos, para obter uma compreensão mais clara dos seus interesses e que os professores recebam formação antes da implementação das unidades. *“...pessoalmente, eu rapidamente percebi em setembro que precisava de fazer formação...”* (E4).

Também o estudo de Persson (2014) apresenta resultados que mostram que os professores em geral são positivos em relação ao uso da tecnologia TI-Nspire, sendo que entre os benefícios desta tecnologia, os professores mencionaram a facilidade de trabalhar com funções e outras áreas da matemática, novas maneiras de trabalhar com resolução de problemas e lidar com tarefas difíceis, além de uma compreensão mais profunda dos conceitos e métodos matemáticos. *“...em vez de estar a demonstrar coisas analiticamente que eles não veem onde é que se chega ou como se chega lá. Às vezes é mais fácil ver logo pela calculadora. Não é que se demonstre, ver graficamente quando se está a demonstrar, mas pelo menos dá para verificar e conjecturar. E pronto, é mais fácil até para eles...”* (E3).

Entre os riscos e dificuldades, os professores mencionaram que é difícil começar e que leva algum tempo para os alunos aprenderem a usar. No entanto, parece que tais lacunas podem ser rapidamente resolvidas para muitos alunos, se forem dadas oportunidades de colaboração na sala de aula e se o professor encorajar os alunos a se apoiarem mutuamente no uso da tecnologia, assim como a discutirem matemática juntos. “...*houve um maior trabalho colaborativo. Dividiam mais o trabalho entre eles e se um não percebia o outro explicava...*” (E3). Os professores e alunos mostraram progresso significativo na génese instrumental e também em certa medida na documental. “...*a facilidade com que se consegue depois, rapidamente chegar a análise dos resultados, que é o objetivo da atividade em si, ou seja, quando nós fazemos uma atividade laboratório, é para ir à procura de chegar a uma conclusão, é para ir à procura de verificar uma lei, de verificar algo, se realmente aquilo é assim como nós estamos a aprender teoricamente.*” (E4).

Pretende-se, como trabalho futuro, desenvolver mais atividades a nível interdisciplinar, nas áreas STEM, assim como estender o projeto a todos os ciclos de escolaridade, promovendo deste modo uma cultura de promoção das ciências ao nível do Agrupamento de Escolas. É também importante a introdução do software utilizado nas calculadoras, em todos computadores das salas afetas, assim como dos dispositivos móveis da escola/alunos de modo a potenciar a exploração, desenvolvimento e compreensão mais profunda de conceitos STEM. É também importante testar outros tipos de software que sejam benéficos para os alunos e para as disciplinas envolvidas.

Com base nos na discussão dos resultados e das conclusões apresenta-se na secção seguinte um projeto de intervenção que já iniciou a sua implementação durante o ano letivo de 2023/2024.

Capítulo 6

Proposta de Projeto de Intervenção: "Inovação e Excelência em STEAM"

6.1. Fundamentação Teórica

A fundação teórica do ensino STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) baseia-se primordialmente na teoria construtivista social de Lev Vygotsky, que enfatiza a construção do conhecimento através da interação social e da experiência prática. A abordagem STEAM, integrando Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, encontra eco nesta teoria, ao promover uma aprendizagem que é ao mesmo tempo reflexiva e colaborativa.

No contexto STEAM, a aprendizagem é mais eficaz quando os alunos estão ativamente envolvidos na construção do seu conhecimento. Esta abordagem está alinhada com as teorias modernas da aprendizagem que postulam que o conhecimento é melhor adquirido e retido quando é integrado às experiências e compreensões prévias do aluno. Assim, o modelo STEAM não se limita a transmitir informações, mas procura desenvolver competências cognitivas e práticas, encorajando os alunos a questionar, explorar e aplicar o conhecimento em contextos reais. A aprendizagem STEAM, portanto, deve ser estruturada de maneira a facilitar a construção colaborativa de conhecimento. Isso implica estratégias pedagógicas que incentivem a exploração, a experimentação e a reflexão, promovendo a interação entre os alunos e entre estes e os professores. Este tipo de ambiente educativo fomenta a curiosidade, a criatividade e o pensamento crítico, essenciais para o sucesso em todas as áreas STEAM. A integração das artes no paradigma STEM, transformando-o em STEAM, é particularmente relevante. Esta adição enfatiza a importância da criatividade e do pensamento inovador, componentes essenciais para o avanço científico e tecnológico. A intersecção entre arte e ciência promove uma educação mais holística, onde a sensibilidade estética e a compreensão científica se complementam, proporcionando uma compreensão mais rica e diversificada do mundo. A fundamentação teórica do projeto de intervenção STEAM reside na convergência entre o construtivismo social, as metodologias de aprendizagem ativas e a integração interdisciplinar.

Deste modo, e tendo em consideração os resultados do presente trabalho de projeto, em que é reconhecido que o ecossistema proporcionou não só, recursos tecnológicos valiosos para o apoio à aprendizagem, mas também estimulou práticas pedagógicas inovadoras, promovendo a autonomia, o aumento do interesse e motivação dos alunos, bem como o aprofundamento do entendimento dos conteúdos, traduzindo-se numa reflexão estratégica sobre a melhoria contínua das práticas educativas. Esta proposta de projeto de intervenção visa assim fazer chegar a 'Educação STEAM', sempre que a integração das 'Artes' nas atividades dos alunos seja viável, chegando a mais turmas, assim como níveis de ensino.

6.2. Desenvolvimento Curricular Integrado

O desenvolvimento curricular integrado no contexto STEAM representa uma abordagem inovadora e necessária na educação contemporânea. Esta integração procura criar uma experiência de aprendizagem que ultrapassa os limites das disciplinas tradicionais, fomentando uma compreensão mais holística e aplicada do conhecimento. A integração de disciplinas STEAM estimula a criatividade, a inovação e prepara os alunos para os desafios do mundo moderno.

A implementação de um currículo integrado exige uma abordagem colaborativa entre professores de diferentes disciplinas, promovendo projetos e atividades que combinem ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Esta integração proporciona aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em contextos práticos, desenvolvendo assim competências como a resolução de problemas, o pensamento crítico e a criatividade. Além disso, a abordagem integrada ajuda os alunos a compreenderem a relevância e a aplicabilidade do conhecimento em diversas situações da vida real. Isso é especialmente importante num mundo cada vez mais interligado e interdependente, onde as soluções para problemas complexos exigem uma compreensão multidisciplinar. Um currículo integrado STEAM também promove a igualdade de acesso a todas as áreas do conhecimento, desafiando estereótipos de género e promovendo a inclusão. Ao integrar artes com as disciplinas STEM, o currículo torna-se mais atrativo para uma gama mais ampla de alunos, incentivando a participação de estudantes com diferentes interesses e competências. O desenvolvimento curricular integrado no contexto STEAM é uma estratégia pedagógica que responde às exigências do século XXI. Prepara os alunos não apenas com conhecimentos específicos, mas também com as competências necessárias para navegar e contribuir para um mundo cada vez mais complexo e tecnológico.

6.3. Formação e Desenvolvimento Profissional dos Professores

A formação e o desenvolvimento profissional dos professores são componentes cruciais para o sucesso de qualquer programa educativo, especialmente em contextos STEAM. Herro e Quigley (2017) destacam a necessidade de formação contínua dos professores em metodologias pedagógicas colaborativas e inovadoras, preparando-os para um ensino eficaz em ambientes STEAM. Este desenvolvimento profissional deve abranger não apenas o domínio das disciplinas específicas, mas também as competências pedagógicas necessárias para ensinar de forma integrada e interdisciplinar. Isso inclui a capacitação em metodologias ativas de aprendizagem, como a aprendizagem baseada em projetos, e o uso eficaz de tecnologias educativas.

Além disso, é fundamental que os professores sejam capacitados para fomentar um ambiente de aprendizagem inclusivo e estimulante, que acolha e valorize as diversas capacidades e interesses dos alunos. A formação contínua deve também incluir estratégias para avaliação formativa e sumativa, permitindo que os educadores acompanhem o progresso dos alunos de forma eficaz e ajustem as suas abordagens conforme necessário. A formação dos professores em contextos STEAM também deve enfatizar a importância da criatividade, do pensamento crítico e da resolução de problemas. Estas competências são essenciais não apenas para o sucesso dos alunos nas disciplinas STEAM, mas também para o seu desenvolvimento como cidadãos responsáveis e capazes de contribuir para a sociedade.

A formação e desenvolvimento profissional dos professores em contextos STEAM é um investimento essencial para garantir a qualidade e eficácia da educação oferecida. Professores bem preparados são fundamentais para inspirar e orientar os alunos no seu percurso educativo, preparando-os para os desafios e oportunidades do futuro.

6.4. Implementação Tecnológica

A implementação de tecnologias educativas no ensino STEAM é um passo fundamental para criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e relevante para o mundo atual, uma vez que ao integrarmos recursos tecnológicos avançados no processo educativo estamos não só a enriquecer as experiências de aprendizagem, como também a promover a literacia digital.

Esta integração tecnológica deve ir além do uso básico de computadores e softwares. Envolve a adoção de ferramentas como realidade aumentada, modelação 3D, programação e robótica, que podem transformar a maneira como os conceitos são ensinados e compreendidos. Estas tecnologias proporcionam experiências de aprendizagem mais imersivas e interativas, permitindo aos alunos explorar conceitos complexos de maneira intuitiva e prática. Além disso, a tecnologia pode facilitar a personalização da aprendizagem, adaptando-se às necessidades e ao ritmo de cada aluno. Plataformas educativas digitais e sistemas de gestão de aprendizagem permitem que os educadores acompanhem o progresso individual e forneçam feedback personalizado, melhorando a eficácia do ensino. A implementação tecnológica também desempenha um papel importante na preparação dos alunos para o futuro. Num mundo cada vez mais dominado pela tecnologia, é essencial que os alunos desenvolvam uma compreensão profunda das ferramentas digitais e de como elas podem ser usadas para resolver problemas e criar oportunidades.

A tecnologia no ensino STEAM deve ser vista não apenas como um meio de ensinar conteúdo, mas como uma parte integrante do processo de aprendizagem, incentivando os alunos a se tornarem criadores e inovadores ativos, e não apenas consumidores passivos de informação.

6.5. Metodologias Ativas de Aprendizagem

As metodologias ativas de aprendizagem são essenciais para colocar os alunos no centro do processo educativo, especialmente em contextos STEAM. Correia e Cavadas (2019) destacam a importância de estratégias como aprendizagem baseada em projetos e *problem-solving* para promover maior envolvimento e compreensão dos alunos.

A aprendizagem baseada em projetos permite que os alunos apliquem os seus conhecimentos em situações reais, desenvolvendo competências importantes como o pensamento crítico, a colaboração e a comunicação. Esta metodologia incentiva a investigação ativa, a exploração de soluções criativas e a reflexão sobre o processo de aprendizagem. Além disso, a aprendizagem cooperativa e o *problem-solving* são estratégias que promovem a construção colaborativa do conhecimento, onde os alunos trabalham juntos para resolver problemas complexos, compartilhando ideias e recursos. Estas abordagens fomentam um ambiente de aprendizagem inclusivo e diversificado, onde diferentes perspetivas e aptidões são valorizadas e exploradas. A implementação de metodologias ativas de aprendizagem exige uma alteração do papel do professor, que passa a ser um facilitador do processo de aprendizagem, em vez de um transmissor de conhecimento. Isso envolve a criação de ambientes de aprendizagem que estimulem a curiosidade, a experimentação e a reflexão crítica.

Estas metodologias também estão alinhadas com as necessidades do mundo contemporâneo, preparando os alunos para serem pensadores independentes, criativos e capazes de enfrentar desafios complexos. Promovem a autonomia, a autoeficácia e a capacidade de aprendizagem ao longo da vida, faculdades essenciais para o sucesso pessoal e profissional.

6.6. Objetivos e estratégias de implementação

Através de um equilíbrio entre o conhecimento teórico e práticas inovadoras, procura-se aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem, cultivar uma geração de pensadores críticos, criativos e adaptáveis, plenamente equipados para enfrentar os desafios multifacetados do século XXI. Neste sentido, elencam-se os seguintes objetivos e estratégias de implementação deste projeto de intervenção.

Objetivos

Pretende-se que os professores:

- Inculcam o gosto pelo trabalho laboratorial/experimental e pela investigação científica;
- Planifiquem as atividades a realizar, por parte dos alunos, tornando-os progressivamente mais autónomos e criativos;
- Sensibilizem para a realidade envolvente, procurando desenvolver ações que ajudem a solucionar/minimizar problemas atuais, nomeadamente, ambientais e de saúde comunitária e individual;
- Promovam a literacia científica e tecnológica dos alunos;
- Promovam a ligação Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida;
- Dinamizar o trabalho de projeto e o trabalho prático experimental, por forma a integrar conhecimento de diferentes áreas, numa abordagem STEAM;
- Criem projetos e ambientes educativos inovadores, que permitam potenciar nos alunos o desenvolvimento de capacidades, tais como as presentes nos 4C's da educação, a saber: Colaboração (Collaboration), Comunicação (Communication), Pensamento Crítico (Critical thinking) e Criatividade (Creativity); assim como os 7 E's da Educação: Envolver (Engage), Explorar (Explore), Explicar (Explain), Elaborar (Elaborate), Partilhar (Exchange), Avaliar (Evaluate) e Capacitar (Empowerment);
- Fomentem mudanças na prática letiva e diversificar o trabalho dos docentes, através da utilização de uma gama maior de ferramentas a serem usadas na sala de aula, contribuindo para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que ajudem na formação de alunos protagonistas, questionadores e autónomos.

Pretende-se que os alunos:

- Reconheçam a importância das Ciências Experimentais no quotidiano;
- Interiorizem o método científico: observar fenómenos, formular hipóteses, verificar experimentalmente, discutir resultados e tirar conclusões;
- Aprofundem e consolidar os conhecimentos adquiridos em sala de aula (conhecimento conceptual);

- Compreendam e apliquem conteúdos curriculares;
- Realizem atividades práticas, de forma a melhorar as aprendizagens em Ciência;
- Sejam ativos na resolução de problemas atuais, tais como ambientais, saúde comunitária e individual;
- Desenvolvam projetos que respondam a necessidades da comunidade local;
- Desenvolvam projetos alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que se enquadrem na Educação STEAM;
- Desenvolvam hábitos sólidos de trabalho colaborativo, pensamento crítico, criatividade e autonomia.

Estratégias de implementação

- Integrar o projeto no Centro de Ciência Viva na Escola (CCVE) de modo a permitir que os alunos compreendam a forma como é construído o conhecimento científico, com recurso à experimentação, complementado por outras áreas do saber, da comunicação, da cultura, das relações sociais e interpessoais, nomeadamente, criação de um Ecossistema TI-Nspire™ CX;
- Atividades práticas e experimentais em laboratório;
- Atividades de modelação;
- Aplicações matemáticas e de programação;
- Caderno de laboratório digital;
- Visitas de estudo;
- Palestras / *workshops* temáticos presenciais ou on-line, em contexto de sala de aula ou em espaços das entidades promotoras; exposições (fotografias; ilustrações, modelos e cartazes científicos);
- Atividades e projetos de Cidadania no âmbito da Educação para a Sustentabilidade Ambiental e Saúde Comunitária;
- Apoio ao desenvolvimento de projetos e atividades interdisciplinares e comemoração de efemérides.

As ações de aprendizagem serão baseadas em desafios e investigações com vista à resolução de problemas do mundo real.

6.7. Avaliação e Monitorização

A avaliação e monitorização no contexto de um projeto de intervenção STEAM são fundamentais para assegurar a eficácia do ensino e a aprendizagem dos alunos. Brookhart (2001) enfatiza a importância de estratégias de avaliação formativa e sumativa para monitorizar o progresso e ajustar o ensino às necessidades dos alunos.

A avaliação formativa, que ocorre durante o processo de aprendizagem, é crucial para fornecer *feedback* contínuo a alunos e professores. Esta forma de avaliação permite identificar pontos fortes e áreas de melhoria, guiando os professores na adaptação de suas estratégias pedagógicas e no apoio direcionado aos alunos. Ferramentas como diários de aprendizagem, autoavaliações e avaliações entre pares podem ser utilizadas para promover a reflexão e o autoconhecimento. Por outro lado, a avaliação sumativa, realizada no final de cada período de aprendizagem, é essencial para avaliar o cumprimento dos objetivos educativos. Provas, projetos finais e apresentações são exemplos de avaliações sumativas que podem ser usadas para medir o nível de compreensão e as competências adquiridas pelos alunos. Além disso, a monitorização contínua do projeto como um todo é importante para avaliar a sua eficácia geral e fazer os ajustes necessários. Isso inclui a avaliação dos recursos disponíveis, o envolvimento dos alunos, a eficácia das metodologias pedagógicas e o impacto do projeto na comunidade escolar. A utilização de tecnologias digitais pode facilitar a avaliação e monitorização, fornecendo dados em tempo real sobre o progresso dos alunos e permitindo uma análise mais detalhada dos resultados. Esta abordagem permite uma resposta rápida e adaptativa às necessidades dos alunos, assegurando um ensino de alta qualidade.

A avaliação e monitorização são componentes essenciais de um projeto de intervenção STEAM, permitindo não apenas medir o sucesso dos alunos, mas também fornecer *insights* valiosos para a melhoria contínua do projeto.

6.8. Parcerias e Colaborações

Parcerias e colaborações são elementos-chave para enriquecer e ampliar as oportunidades de aprendizagem num projeto de intervenção STEAM, pelo que é de elevada importância estabelecer colaborações com empresas tecnológicas, institutos superiores de educação e outras organizações, para proporcionar aos alunos experiências de aprendizagem diversificadas e práticas.

Essas parcerias podem oferecer aos alunos acesso a especialistas nas áreas STEAM, recursos tecnológicos avançados e oportunidades para aplicar o conhecimento em contextos reais. Por exemplo, colaborações com empresas locais podem incluir visitas técnicas, estágios e projetos de pesquisa aplicada, que permitam aos alunos explorar as aplicações práticas do conhecimento adquirido em sala de aula. Além disso, as parcerias podem facilitar o acesso a recursos financeiros e materiais que podem não estar disponíveis dentro do ambiente escolar. Isso pode incluir equipamentos especializados, softwares de última geração e materiais para a realização de projetos práticos.

As colaborações também podem incluir o desenvolvimento de programas de formação para professores, oferecidos por especialistas e académicos, para garantir que os professores estejam atualizados com as últimas tendências e práticas nas áreas STEAM. Outro aspeto importante das parcerias é a oportunidade de intercâmbio cultural e de ideias, promovendo a diversidade e a inclusão. Projetos colaborativos com escolas de diferentes regiões ou países podem enriquecer a experiência educativa, proporcionando aos alunos uma perspetiva mais ampla e global.

As parcerias e colaborações num projeto de intervenção STEAM são fundamentais para proporcionar uma educação rica e diversificada, preparando os alunos para os desafios e oportunidades do mundo contemporâneo.

6.9. Sustentabilidade e Disseminação

A sustentabilidade e a disseminação são componentes essenciais para garantir o impacto e a continuidade de um projeto de intervenção STEAM. Oliveira (2022) destaca a importância de desenvolver planos de sustentabilidade a longo prazo e estratégias de disseminação para compartilhar as práticas e resultados do projeto com um público mais amplo. A sustentabilidade do projeto envolve a criação de estratégias para manter o financiamento, os recursos e o apoio institucional ao longo do tempo. Isso pode incluir a procura de fontes de financiamento contínuas, o desenvolvimento de parcerias duradouras com organizações e empresas, e a integração do projeto no currículo regular da escola. A disseminação dos resultados e práticas do projeto é igualmente importante. Publicações académicas, apresentações em conferências e *workshops* são formas eficazes de partilhar as inovações e sucessos do projeto com a comunidade educativa e científica. Além disso, a utilização de plataformas digitais e redes sociais pode aumentar o alcance e o impacto do projeto, atraindo interesse e apoio de uma audiência cada vez mais global. A disseminação também envolve o envolvimento dos alunos e professores no processo de partilha das suas experiências e aprendizagens. Tal pode incluir a apresentação de projetos em feiras científicas, a publicação de artigos em blogs educativos e a participação em eventos comunitários.

A avaliação contínua do projeto e a adaptação às mudanças e necessidades educativas e tecnológicas são cruciais para a sustentabilidade a longo prazo. Assim se assegura que o projeto permaneça relevante, eficaz e alinhado com os objetivos educativos contemporâneos.

A sustentabilidade e a disseminação são aspetos fundamentais de um projeto de intervenção STEAM, assegurando que continue a ter um impacto positivo na educação dos alunos e contribua para o avanço da educação STEAM.

Referências bibliográficas

- Baeta, P. & Pedro, N. (2018). Salas de Aula do Futuro: análise das atividades educativas desenvolvidas por professores e alunos. *Indagatio Didactica*, Aveiro, 10(3), 81-95.
- Bannister, D. (2017). *Guidelines on Exploring and Adapting – Learning Spaces in Schools*. Brussels: European Schoolnet. http://files.eun.org/fcl/Learning_spaces_guidelines_Final.pdf.
- Banks, J. A. (1993). The Canon Debate, Knowledge Construction, and Multicultural Education. *Educational Researcher*, 22(5), 4-14.
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). *Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment*. King's College London, School of Education.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora
- Brookhart, S. M., (2001). Successful Students' Formative and Summative Uses of Assessment Information, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 8(2), 153-169. <https://doi.org/10.1080/09695940123775>
- Brooks, C. (2011). Space matters: The impact of formal learning environments on student learning. *British Journal of Educational Technology*, 42(5), 719-726.
- Brooks, D. C. (2012). Space and Consequences: The Impact of Different Formal Learning Spaces on Instructor and Student Behavior. <http://libjournal.uncg.edu/index.php/jls/article/view/285/275>
- Byers, T., Mahat, M., Liu, K., Knock, A., & Imms, W. (2018). Systematic Review of the Effects of Learning Environments on Student Learning Outcomes. Melbourne: University of Melbourne, LEARN. <http://www.iletc.com.au/publications/reports>
- Byers, T., Imms, W., Hartnell-Young, E. (2018). Evaluating teacher and student spatial transition from a traditional classroom to an innovative learning environment, *Studies in Educational Evaluation*, Volume 58, 156-166.
- Campbell, L. (2020) Teaching in an Inspiring Learning Space: an investigation of the extent to which one school's innovative learning environment has impacted on teachers' pedagogy and practice, *Research Papers in Education*, 35(2), 185-204, <https://doi.org/10.1080/02671522.2019.1568526>
- Carneiro, R. (org.) (2010). Recursos Educativos Digitais - Um Serviço Público. Centro de Estudos dos Povos e Culturas de Expressão Portuguesa. Faculdade de Ciências Humanas - Universidade Católica Portuguesa. <https://www.dgeec.mec.pt/np4/245.html>
- Carvalho, L., & Yeoman, P. (2018). Framing learning entanglement in innovative learning spaces: Connecting theory, design and practice. *British Educational Research Journal*, 44(6), 1120-1137
- Chousa, M. (2012). *Sala de aula inclusiva – práticas de diferenciação pedagógica*. Escola Superior de Educação Almeida Garrett. Lisboa.
- Coelho, A. M. (2010). *Diferenciação Pedagógica na Escola Atual: Da Teoria à Prática - Adequação das práticas letivas aos diferentes perfis de aprendizagem*. Porto: Universidade Portucalense Infante D. Henrique, Departamento de Ciências e Educação e do Património.
- Correia, M. e Cavadas, B. (2019). *Revista de Investigación Educativa Universitaria* 2(1), 143-159.
- Costa, A. F. (2007). A Pesquisa de Terreno em Sociologia. In A. S. Silva & J. M. Pinto (Orgs.), *Metodologia das Ciências Sociais* (pp. 135). Biblioteca das Ciências do Homem. Edições Afrontamento
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Darling-Hammond, L., & Richardson, N. (2009). Teacher learning: What matters? *Educational Leadership*, 66(5), 46-53.

- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute.
- Diesel, D. & Matos, J. F. (2019). Espaços educativos inovadores e o olhar dos professores para a ação docente. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, Rio de Janeiro, 16(43), 375-395.
- Direção Geral de Educação (2017). <https://erte.dge.mec.pt/ambientes-educativos-inovadores>
- Duffy, T. M., & Tobias, S. (Eds.) (2009). *Constructivist instruction: Success of failure?* Abingdon, England: Routledge.
- Eison, J. (2010). Using Active Learning Instructional Strategies to Create Excitement and Enhance Learning. <https://bit.ly/3swbFvk>.
- European Schoolnet (2012) <http://www.eun.org/professional-development/future-classroom-lab>
- European Schoolnet (EUN) (Org.). (2021). Methodological Framework for Innovative Classroom Trainings. Projeto Erasmus+ KA2 Designing Future Innovative Learning Spaces (Design FILS). <https://designfils.eba.gov.tr/blog/index.php?entryid=5>
- Figueiroa, A. e Monteiro, A. (2018). *Ambientes educativos inovadores e competências dos professores para o século XXI*. Santo Tirso: Whitebooks.
- Fleming, N. D., & Mills, C. (1992). Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*, 11, 137-155.
- Florian, L., & Linklater, H. (2010). Preparing teachers for inclusive education: Using inclusive pedagogy to enhance teaching and learning for all. *Cambridge Journal of Education*, 40(4), 369-386.
- Fortin, M. F. (2003). *O Processo de Investigação – da conceção à realização*. Montreal: Décarie Éditeur, Lusociência.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change (4th ed.)*. New York: Teachers College Press.
- Future Classroom Lab (2012). Technology - Web 2.0 tools: <https://fcl.eun.org/technology>
- Gato, F. (2014). *Da igualdade de oportunidades no acesso à equidade no sucesso educativo*. Lisboa: Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE) - Departamento de Ciência Política e políticas Públicas.
- Gomes, M. (2015). *O efeito da escola no desempenho escolar dos alunos*. Lisboa: Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE) - Departamento de Sociologia.
- Gonçalves, E. J. & Trindade, R. (2010). Práticas de ensino diferenciado na sala de aula: Se diferencio a pedagogia e o currículo estou a promover o sucesso escolar de alunos com dificuldades de aprendizagem. *Currículo, Aprendizagens e Trabalho Docente*. Porto: Universidade Lusófona do Porto, 2062-2073. <https://hdl.handle.net/10216/35075>
- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating Professional Development*. Corwin Press.
- Hall, T. (2002). *Differentiated Instruction. Effective Classroom Practices Report, National Center on Accessing the General Curriculum*, Office of Special Education Programs, U.S. Department of Education.
- Herro, D. & Quigley, C. (2017) Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators, *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438, DOI: 10.1080/19415257.2016.1205507
- Hill, K. K., (2018) *Effect of Ti Nspire on Resource Algebra Students' Mathematics Achievement and Attitude*. Doctoral dissertation, Texas A & M University. <https://hdl.handle.net/1969.1/173437>.
- Hill, M. M. & Hill, A. (2012). Investigação por questionário. <http://hdl.handle.net/10400.2/8497>
- Hokama, M.S. (2016) Análise de recursos educativos digitais em um curso e-learning. Dissertação de mestrado <http://hdl.handle.net/10451/29595>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). "STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research." National Academies Press.

- Horne-Martin, S. (2002). The Classroom Environment and its Effects on the Practice of Teachers, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 22, Issues 1–2, 2002, Pages 139-156, ISSN 0272-4944, <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0239>.
- Ingersoll, R. M., & Strong, M. (2011). The impact of induction and mentoring programs for beginning teachers: A critical review of the research. *Review of Educational Research*, 81(2), 201-233.
- Innes, P. E. (2020). *The Effects of Technology on Student Interest in STEAM*. Education Honors Theses. 259. https://ecommons.udayton.edu/uhp_theses/259
- Jankowska, M. & Atlay, M. (2008). Use of creative space in enhancing students' engagement. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(3), 271-279.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. Allyn & Bacon.
- Jonassen, D. (2000). *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*. Prentice Hall.
- Jorn, L., Whiteside, A. & Duin, A. (2009). PAIR-up. *EDUCAUSE Review*, 44, 12–15.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Deakin University.
- Krätzig, G. P., & Arbutnott, K. D. (2006). Perceptual learning style and learning proficiency: A test of the hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 238-246.
- Levy, H. M. (2008). Meeting the needs of all students through differentiated instruction: Helping every child reach and exceed standards. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 81(4), 161-164.
- Lucas, M. Moreira, A. (2018) DigComEdu - Quadro Europeu de Competência Digital para Educadores. <https://erte.dge.mec.pt/noticias/digcompedu-quadro-europeu-de-competencia-digital-para-educadores>
- Mahat, M., Bradbeer, C., Byers, T. & Imms, W. (2018). Innovative Learning Environments and Teacher Change: Defining key concepts. Melbourne: University of Melbourne, LEARN. Retrieved from: <http://www.ilet.com.au/publications/reports>
- Martins, G. d'Oliveira, Gomes, C. A. S., Brocardo, J. M. L., Pedroso, J. V., Carrilo, J. L. A., Silva, L. M. U., Encarnação, M. M. G. A. da, Horta, M. J. do V. C., Calçada, M. T. C. S., Nery, R. F. V., & Rodrigues, S. M. C. V. (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (J. V. Pedroso, Ed.). Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE). https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- McDonough, J. (2000). Engaged Learning: Tips for equipping modern classrooms. <https://www.asumag.com/construction/furniture-furnishings/article/20851039/engaged-learning>
- Michael J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances Physiology Education*, 30(4), 159-167. <https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/advan.00053.2006>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). "Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge." *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Montgomery, T. (2008). Space matters: experiences of managing static formal learning spaces. *Active Learning in Higher Education*, 9, 122–138.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future, *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223, <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>
- Novigado project (2021). Guidelines in Learning Space Innovations, June 2021, pp. 6-7.
- Oblinger, D.G. (2006). *Learning Spaces*, Washington, DC: EDUCAUSE.
- OECD (2007). Giving Knowledge for Free - The Emergence of Open Educational Resources. Centre for Educational Research and Innovation. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/ceeri/38654317.pdf>
- OECD (2017). The OECD Handbook for Innovative Learning Environments. Paris: OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/9789264277274-en>

- Oliveira, M. (2022). *Sustainable Educational Projects*. Oxford University Press.
- Paniagua, A. & Istance, D. (2018). Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies. Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris <http://dx.doi.org/10.1787/9789264085374-en>
- Papert, S. (1986). *Constructionism: A new opportunity for elementary science education. A Proposal to The National Science Foundation*. Massachusetts Institute of Technology. The Media Laboratory. The Epistemology and Learning Group.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning Styles: Concepts and Evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105-119. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x>
- Perrenoud, P. (1997). Concevoir et faire progresser des dispositifs de différenciation. *Educateur Magazine*, n° 13/97, 20-25. Faculté de psychologie et de sciences de l'éducation, Université de Genève.
- Persson, P.-E. (2014). How teachers can use TI-Nspire CAS with laptops in an upper secondary course. *The Electronic Journal of Mathematics & Technology*, 8(4), 257–273. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:mau:diva-3625>
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York: International Universities Press.
- Piaget, J. (1954). *The Construction of Reality in the Child*. Basic Books.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, MCB University Press, 9(5).
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. https://www.engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1smSpn4AiHSh8z7a0MHDBwhb_JhcoLQml/2004-Prince_AL.pdf
- Quivy, R. & Campenhoudt, L. V. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais - Trajectos*. Lisboa: Gradiva.
- Ramos, J.L., Duarte, V.D., Carvalho, J.M., Ferreira, F.M. e Maio, V.M. (2007). Modelos e práticas de avaliação de recursos educativos digitais, *Cadernos SACAUSEF* n°. II, pp.79-87.
- Ramos, J.L., Teodoro, V.D. e Ferreira, F. M. (2011) Recursos educativos digitais. Reflexões sobre a prática. *Cadernos SACAUSEF* VII. p.11-34. Ministério da Educação e Ciência/DGIDC. <http://hdl.handle.net/10174/5051>
- Radcliffe, D., Wilson, H., Powell, D., Tibbetts, B. (2008) Designing next generation places of learning: Collaboration at the pedagogy-space-technology nexus. The University of Queensland, pp. 1-20. Disponível em: https://ltr.edu.au/resources/grants_pp_projectreport_nextgeneration_uq_jan09.pdf
- Radcliffe, D., Wilson, H., Powell, D., & Tibbetts, B. (Eds.) (2009). *Learning Spaces in Higher Education: Positive Outcomes by Design*. Proceedings of the Next Generation Learning Spaces 2008 Colloquium. Australia: The University of Queensland. Disponível em: <https://www.ntnu.edu/documents/1283650518/1283655368/A+Pedagogy-Space+Technology+%28PST%29+Framework+for+Designing+and+Evaluating+Learning+Places/>
- Santana, I. (2000). Práticas Pedagógicas Diferenciadas. *Escola Moderna*, nº8, 5ª série, 30-33.
- Santos, L. (2009). Diferenciação Pedagógica: um desafio a enfrentar. *Noesis*, Nº79, 52-57.
- SIENTIX (2012) <http://www.eun.org/professional-development/future-classroom-lab>
- Sigurdardottir, A. K., Hjartarson, T. (2011) School buildings for the 21st century. Some features of new school buildings in Iceland - In: *CEPS Journal* 1 (2), (25-43) - URN: urn:nbn:de:0111-opus-60904 - <https://doi.org/10.25656/01:6090>
- Silva, A. J. de C. (2020). *Guia prático de metodologias ativas com uso de tecnologias digitais da informação e comunicação*. Editora UFLA. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/42956>
- Sparks, D. (2002). *Designing Powerful Professional Development for Teachers and Principals*. National Staff Development Council.

- Stake, R. E. (2006). *Multiple Case Study Analysis*. Guilford Press.
- Stake, R. E. (2016). *A Arte da Investigação com Estudos de Caso, 4ª edição*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Subban, P. (2006). Differentiated instruction: A research basis. *International Education Journal*, 7(7), 935-947.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Tomlinson, C. & Allan, S. (2000). *Liderar projetos de diferenciação pedagógicas*. Lisboa: Edições ASA.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tomlinson, C. A., & McTighe, J. (2006). *Integrating differentiated instruction and understanding by design*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tondeur, J., F. Herman, M. De Buck, & Triquet, K. (2017.) Classroom Biographies: Teaching and Learning in Evolving Material Landscapes, *European Journal of Education* 52, 280–294. doi:10.1111/ejed.2017.52.issue3.
- Tuckman, B. W. (2012). *Manual de Investigação em Educação – Metodologia para conceber e realizar o processo de investigação científica, 4ª Edição Atualizada*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Tyack, D. (1974). *The one best system: A history of American urban education*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Waterhouse, L. (2005). Inadequate evidence for multiple intelligences, Mozart effect, and emotional intelligence theories. *Educational Psychologist*, 41(4), 247-255.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge University Press.
- Woodman, K. (2016). Re-placing flexibility: Flexibility in learning spaces and learning. In K. Fisher (Ed.), *The translational design of schools: An evidence-based approach to aligning pedagogy and learning environment* (pp. 51–79). Rotterdam: Sense Publishers.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods (5th ed.)*. Sage Publications.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage Publications.

Anexos

Anexo A – Pedido de autorização aos Encarregados de Educação

Caro/a Encarregado/a de Educação

Vimos por este meio informar que a turma do/a seu/sua educando/a irá participar no projeto “Implementação do Ecosistema TI-Nspire™ STEM”, que tem como objetivo promover e incentivar os/as estudantes do ensino secundário, a terem contacto com conceitos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), que estão relacionados com disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, com o objetivo de encontrar modelos que expliquem e permitam a compreensão do mundo que nos rodeia, recorrendo à tecnologia e a metodologias ativas de trabalho em grupo.

Este é um projeto pioneiro no Agrupamento e beneficia de um programa de empréstimo de equipamento tecnológico, colocado à disposição dos docentes e estudantes, como calculadoras e sensores que, à data, a escola ainda não possuía. O presente projeto também irá integrar-se nas atividades da Rede de Clubes de Ciência Viva na Escola, à qual a escola pertence desde outubro de 2022.

Pela participação neste projeto será concedido um diploma (ou certificado) ao seu/sua educando/a.

Este projeto integra também um trabalho de pesquisa no âmbito do Mestrado em Recursos Digitais em Educação da ESE|IPSantarém, com recolha de dados, cujo anonimato e a confidencialidade dos participantes será garantida. Para isso é necessário que responda que autoriza a participação do seu educando nesta investigação.

Agradecemos a sua colaboração e estamos disponíveis para qualquer esclarecimento adicional.

Anexo B – Guião de entrevista semiestruturada

Identificação

1. Como se chama?
2. Quantos anos de serviço tem?
3. Está neste Agrupamento há quanto anos?
4. Grau académico?
5. Que disciplina leciona?

Avaliação do Projeto

1. Com que frequência utilizam estes recursos?
2. Considera que o projeto contribuiu de algum modo para as aprendizagens dos alunos? Em que medida? Dê exemplos.
3. Quais considera serem os pontos fortes do projeto?
4. Quais considera serem os pontos mais frágeis do projeto?
5. Se voltar a repetir esta experiência que aspetos poderia melhorar?
6. No próximo ano letivo parece-lhe viável continuar a participar neste projeto? Pode explicar melhor?
7. Recomendaria este projeto a outros colegas?
8. Atendendo a que a prática letiva é algo que não se modifica de um dia para o outro, e tendo em conta a experiência adquirida neste projeto, considera que o mesmo está a contribuir para alterações à sua prática letiva futura? Dê exemplos do que mudou/pode mudar.
9. Observou nos alunos um maior interesse nos temas abordados? Dê exemplos.
10. Observou nos alunos uma maior autonomia na resolução dos problemas apresentados em aula? Dê exemplos.
11. Este projeto conseguiu mobilizar outros colegas? Dê exemplos de como foi feita essa mobilização.
12. Observou nos alunos uma maior procura em querer saber mais?
13. Verificaram-se melhorias na dinâmica da sala de aula ao longo do projeto? Em que medida?
14. Este tipo de recursos permite uma maior diferenciação pedagógica nas suas aulas? Pode dar exemplos?

Anexo C – Questionário online

Escolhe uma opção *

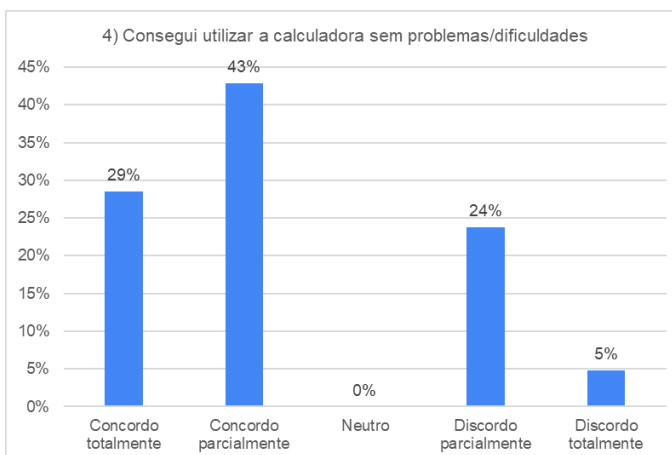
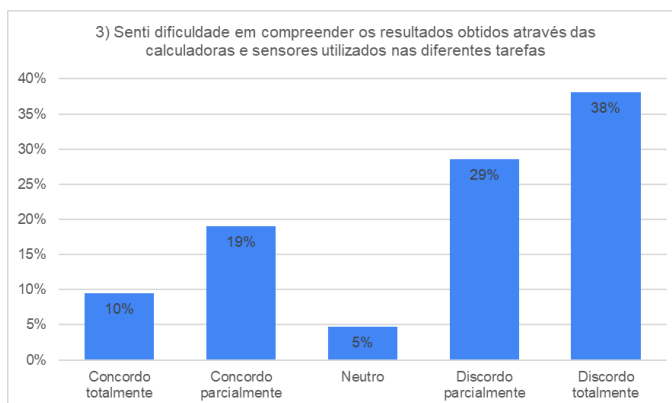
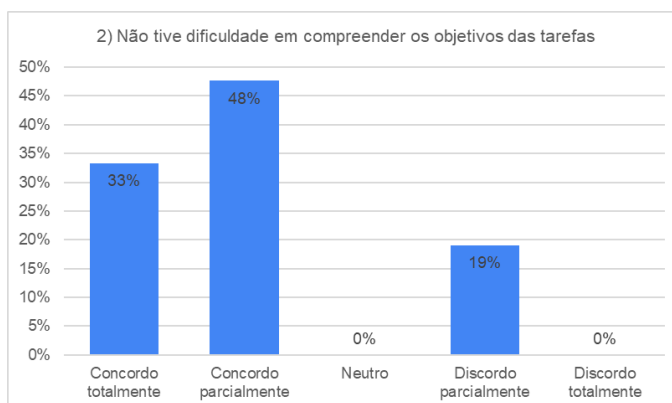
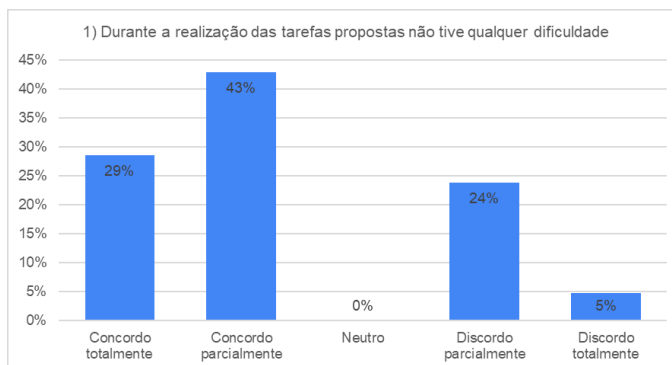
	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Durante a realização das tarefas propostas não tive qualquer dificuldade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Não tive dificuldade em compreender os objetivos das tarefas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Senti dificuldade em compreender os resultados obtidos através das calculadoras e sensores utilizados nas diferentes tarefas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consegui utilizar a calculadora sem problemas/dificuldades.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A utilização dos sensores decorreu sem problemas/dificuldades.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tive dificuldades em encontrar a solução para as atividades propostas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As atividades práticas contribuíram para uma melhor compreensão dos conceitos dessas mesmas atividades.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os resultados dados pelas calculadoras e sensores foram claros e objetivos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consegui aprender e aprofundar os meus conhecimentos com a utilização das calculadoras e sensores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A utilização destes recursos foi divertida.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consegui utilizar os recursos com facilidade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A utilização destes recursos foi útil para a minha aprendizagem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A utilização destes recursos motiva-me mais para prosseguir estudos numa área relacionada com as ciências.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As atividades realizadas foram interessantes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

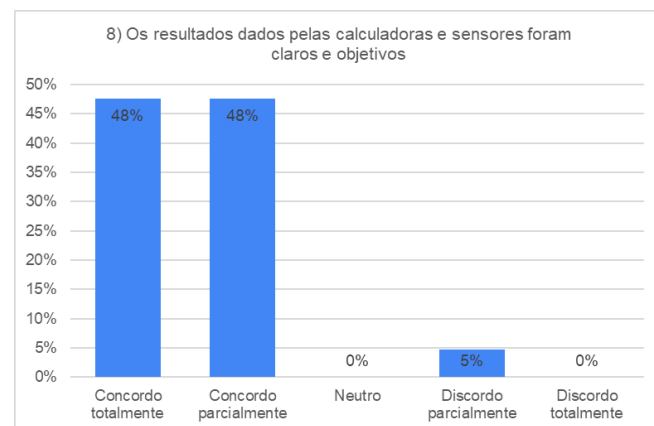
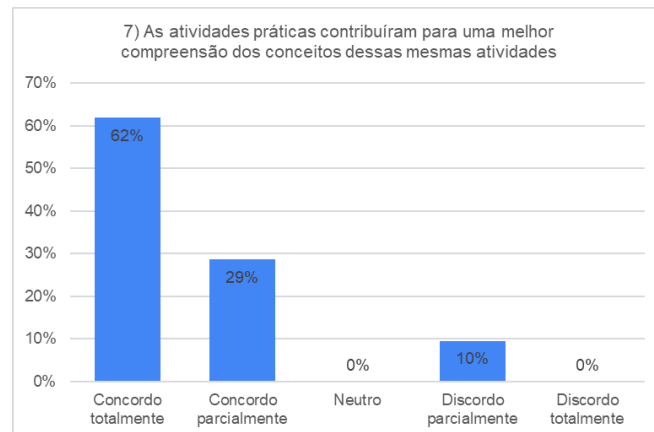
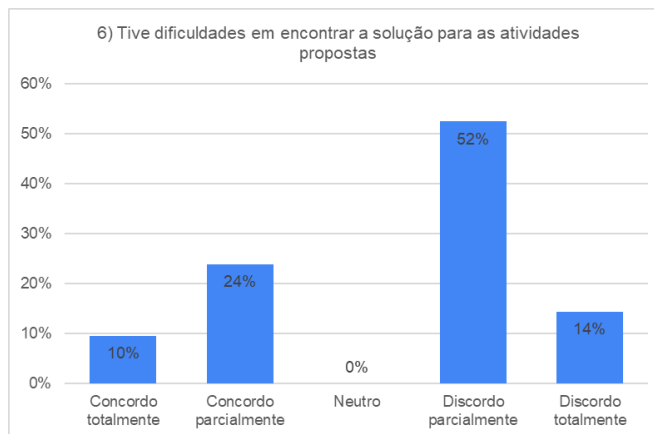
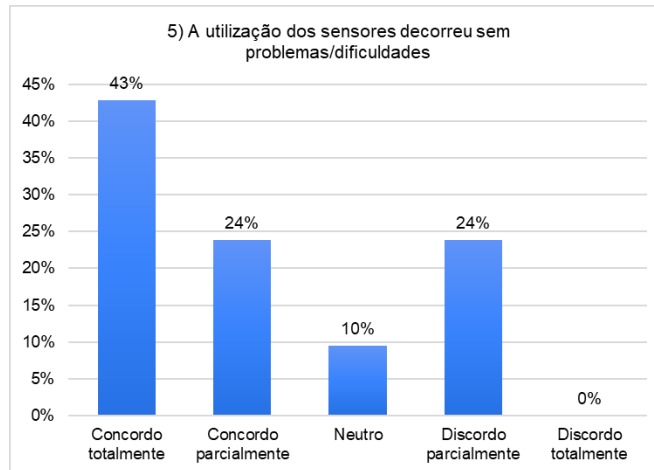
Descreve por palavras tuas, os pontos fortes e os pontos fracos do uso destes recursos. *

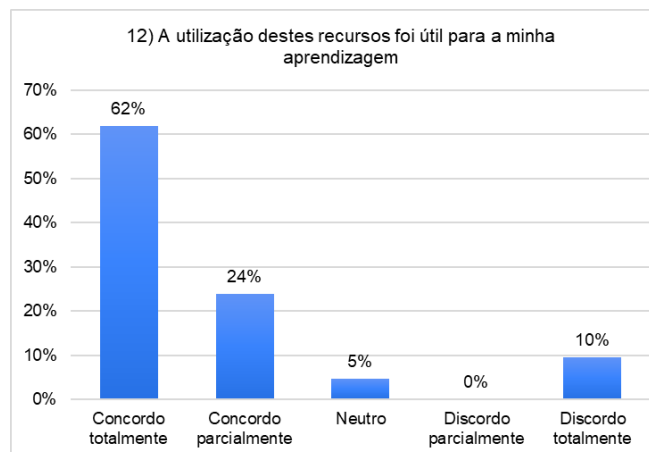
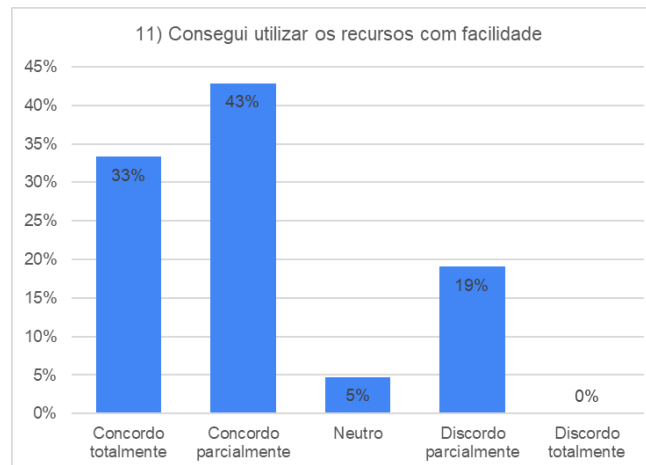
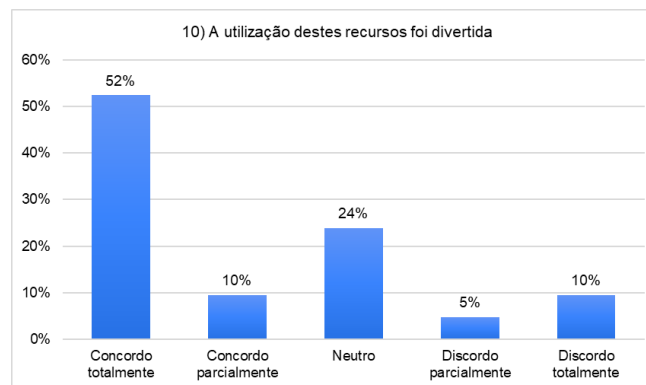
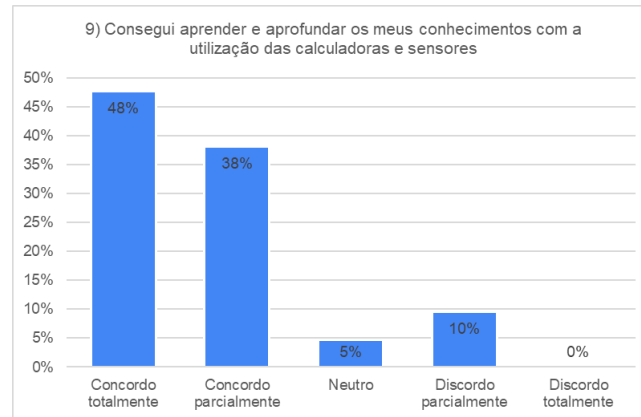
A sua resposta

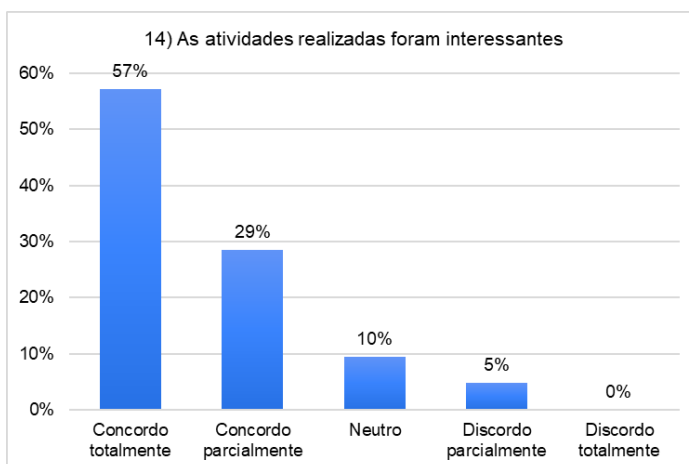
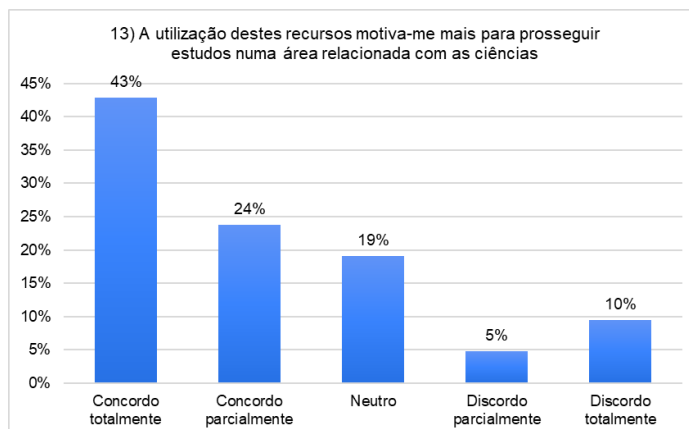
Enviar Limpar formulário

Anexo D – Gráficos das respostas ao questionário online









Anexo E – Respostas dadas pelos alunos à questão aberta

1. Descreve por palavras tuas, os pontos fortes e os pontos fracos do uso destes recursos.

Aluno1: aprendizagens

Aluno2: Os recursos ajudam a compreender as matérias e tornam as mais fáceis, mas também pode ocorrer erros em certos dispositivos que pode influenciar em resultados errados.

Aluno3: Bom para a minha aprendizagem. Sem pontos fracos

Aluno4: Acho que houve mais pontos fortes com o uso destes recursos.

Aluno5: Portanto, pontos fortes facilita para obter resultados mais rapidamente. Pontos fracos, é complicado de manusear.

Aluno6: É mais eficiente

Aluno7: Na minha opinião, os pontos fracos do uso destes recursos são que algumas pessoas têm dificuldade em lidar com a sua utilização e a aprender a usá-los, já os pontos fortes são que facilitam o nosso estudo e a realização das aulas laboratoriais.

Aluno8: foi muito bom

Aluno9: Um dos pontos fortes é que a calculadora é muito prática e fácil de se usar e quando faz os gráficos dá para ver melhor como ao longo da experiência e os pontos fracos para mim é mais o preço da calculadora de resto acho que esses recursos são muito bons.

Aluno10: Pontos fortes: a facilidade de obter os resultados e a maior eficácia dos cálculos que são feitos. Pontos fracos: nem todos os alunos têm poder económico para adquirir os materiais e os alunos não têm experiência suficiente com o equipamento.

Aluno11: Como pontos fortes acho que o material é bastante útil para a nossa aprendizagem e como pontos fracos acho algumas coisas difíceis de fazer.

Aluno12: Eu acho muito bem.

Aluno13: Torna mais fácil e interessante de compreender as matérias mas por outro lado pode ocorrer erros durante a realização das atividades

Aluno14: Ponto forte - aprendizagem/ Ponto fraco - dificuldade no que diz respeito à sua utilização

Aluno15: Foram atividades mais práticas, que saíram do costume das aulas básicas, mas por outro lado... não há nada a apontar de fraco

Aluno16: Pontos fortes: aulas mais interessantes e práticas. Não acho que houve pontos fracos.

Aluno17: Estes recursos possibilitaram um maior aprofundamento e melhor entendimento dos conteúdos de Biologia, de Matemática A e de Física e Química A, abordados em aula, de uma forma interessante e divertida.

Aluno18: Os pontos fortes é que saem um pouco das aulas básicas e teóricas que costumamos ter, e acaba por ser atividades que geram interesse nos alunos. De pontos fracos, a única coisa que apontaria seria a dificuldade que alguns alunos tem para saber utilizar esses recursos tecnológicos.

Aluno19: Os pontos fortes do uso destes recursos, traz nos mais conhecimentos sobre a área e sobre a calculadora em si, devido a estas atividades conseguimos perceber melhor como a usamos em várias situações, e com isso, acabar por surgir mais interesse aos alunos, ... Quanto aos pontos fracos, não tenho nada a apontar.

Aluno20: "Pontos fortes: Melhor entendimento das atividades; poucas complicações...Pontos fracos: Recursos muitos caros; um investimento muito grande para poder entender o funcionamento dessa tecnologia "

Aluno21: "Com o uso destes recursos consegui descrever alguns pontos fortes e fracos. Como pontos fortes,reforço que o uso da calculadora é bastante eficaz para conseguirmos obter os resultados de muitos exercícios de uma maneira mais simples,o seu manuseamento é cativante,dando-nos uma perspetiva mais moderna do que estamos a estudar e a perspicácia na resolução de exercícios de uma forma surpreendente. Como pontos fracos,apresento apenas uma questão de tempo na resolução de gráficos(memória),e no seu respetivo processamento para aplicar o que foi pedido em gráfico,ainda que a sua resolução graficamente seja feita de uma forma surpreendente. Concluo dizendo que o uso da calculadora veio ajudar em tudo e que só a consigo caracterizar de uma forma muito positiva."

Anexo F – Entrevista ao entrevistado um

1 como se chama?

AP

2 Quantos anos de serviço tem?

Tenho 33.

3 Está no agrupamento há quantos anos?

Há 30 sensivelmente.

4 Qual é o seu grau académico?

Licenciatura

5 Que disciplina ou disciplinas leciona?

Leciono biologia e geologia, biologia, ciências naturais.

1. Com que frequência utilizam estes recursos?

Na biologia raramente utilizamos estes recursos, portanto até à data nunca usamos a máquina de calcular na nossa sala com o objetivo de integrar numa atividade experimental. Foi a primeira vez que o fizemos e é a única experiência que eu tenho a reportar.

2 Considera que o projeto contribuiu de algum modo para as aprendizagens dos alunos? Em que medida? Dê exemplos.

Não sou professora titular da turma, estou apenas a com a turma 1 hora por semana e é com o objetivo de dar apoio à preparação para exame. Eu não tenho a noção do acompanhando da evolução da turma, enquanto, nos seus resultados, portanto, não tenho essa noção porque o objetivo da da minha intervenção em sala de aula é apenas coadjuvar a professora na preparação para o exame nacional. Portanto, a atividade do projeto foi uma atividade que foi feita extra letiva, portanto, não, não corresponde à hora que eu costumo estar em sala de aula com a professora titular da turma e, portanto, não tenho essa noção da evolução dos alunos.

3 Quais considera serem os pontos fortes do projeto?

O projeto em termos de potencialidades eu vejo principalmente ao nível da articulação entre as disciplinas das ciências e tecnologias, das disciplinas da componente de formação científica, a matemática, a física, a química e a biologia, portanto, até no desenvolvimento de

projetos mais de carácter interdisciplinar. Os colegas de físico-química e matemática, portanto, têm o, como é que eu hei de dizer, têm já uma maior destreza na utilização da calculadora e podem, portanto, dar-nos esse suporte depois, na sua utilização associada aos sensores que nós podemos aplicar na biologia e geologia

4 Quais considera serem os pontos mais frágeis do projeto?

No projeto em si não identifico pontos frágeis, sinto é dificuldade de desenvolver mais atividades neste sentido porque requerem tempo para a sua preparação, principalmente para nós, que não temos na nossa formação a prática comum de utilizar a calculadora e a integrar nas nossas atividades, e dificuldades ao nível de gestão do tempo, no sentido de conseguir concretizar maior número de atividades com recurso a estes instrumentos e conseguirmos depois dar cumprimento às planificações e às aprendizagens essenciais.

5 Se voltar a repetir esta experiência que aspetos poderia melhorar?

É mais formação no sentido da utilização da máquina, portanto, precisaria de ter uma utilização mais frequente da mesma e dos aparelhos, instrumentos que podem ser utilizados com ela, e de facto, ter tempo para preparar as atividades de forma a que elas produzam efeitos que nós desejamos e alcançar os resultados que à partida poderíamos ter como objetivo na preparação das mesmas.

6 No próximo ano letivo parece-lhe viável continuar a participar neste projeto? Pode explicar melhor?

Penso que sim. Que é viável, agora terei que ponderar. Tenho que pensar primeiro a nível do 11º, tendo em conta o currículo da disciplina, em que em que em que atividades experimentais é que as poderia integrar. Portanto só vejo assim. O programa de 11º é muito teórico a nível de atividades práticas experimentais, com recurso à utilização dos sensores, no domínio da da obtenção de energia pelos seres vivos, apenas, os outros, portanto, fogem um bocadinho à utilização desta destas tecnologias.

7 Recomendaria este projeto a outros colegas?

Claro, com certeza que sim, embora eu ache que ele esteja mais orientado para a matemática, para física ou química, para as TIC. É sempre interessante também aplicá-lo na nas outras áreas e é possível aplicar, como vimos com algum sucesso, apesar da atividade de facto ter tido alguns contratemplos. Também não tivemos se calhar muito Tempo para para a testar, se calhar se tivéssemos testado melhor os sensores previamente teríamos tido outros resultados

finais e não se verificaria os problemas que detetámos durante a realização do mesmo pelos alunos.

De qualquer modo, mesmo com esse contratempo, os alunos ou alunos conseguiram perceber onde é que estava eu a pensar?

Sim, sim, sim, sim, sim.

Exatamente, portanto, houve ali a capacidade deles também conseguirem perceber. Aliás, eu até penso que em termos do domínio do equipamento, os alunos tiveram desempenho bastante bom. Eles conseguiram, portanto, como já estão treinados também na utilização da calculadora, não tiveram qualquer problema em usar os equipamentos e conseguiram perceber, grande parte dos grupos, portanto o que é que deveria ter acontecido e não não aconteceu.

8 Atendendo a que a prática letiva é algo que não se modifica de um dia para o outro, e tendo em conta a experiência adquirida neste projeto, considera que o mesmo está a contribuir para alterações à sua prática letiva futura? Dê exemplos do que mudou/pode mudar?

Pelo menos, é assim, em termos de conhecimentos a formação que nos foi proporcionada, embora tenham sido pequenas sessões, foram bastante aliciantes, seja ao nível da utilização da calculadora, da programação em *python*, o sistema de rega, e eu acho que, é assim, posso não ter oportunidade de aplicar na prática letiva, mas posso rentabilizar esse conhecimento para aplicar, por exemplo, no desenvolvimento de projetos com os alunos. Os alunos poderem desenvolver pequenos projetos. E era o que te estava a dizer logo no início, em termos de articulação disciplinar, nós desenvolvemos muitas vezes trabalhos que pedimos em simultâneo para a biologia, para a físico-química, principalmente. E eu acho que pode ser, portanto, uma mais-valia no desenvolvimento desses projetos.

9 Observou nos alunos um maior interesse nos temas abordados? Dê exemplos.

O acompanhamento pontual da turma, e foi muito pontual, porque eu só vi uma vez por semana. E dando-se o caso do colega ter precisado de grande parte dessas aulas para avançar na planificação, eu não estive semanalmente com a turma, portanto, não te posso dar esse feedback, terá de ser a colega que é titular da turma.

10 Observou nos alunos uma maior autonomia na resolução dos problemas apresentados em aula? Dê exemplos.

A turma que está envolvida no projeto é uma turma que, de uma forma geral, é bastante autónoma e são alunos também que têm bom aproveitamento escolar. Portanto, embora eu não os tenha acompanhado com regularidade e semanalmente, noto nos alunos, pelo menos ao nível daquilo que eu já estou a fazer, que é ajudá-los na preparação para o exame, mais autonomia na resolução de situação, ou seja, na aplicação dos conhecimentos da disciplina à resolução de problemas em novas situações.

11 Este projeto conseguiu mobilizar outros colegas? Dê exemplos de como foi feita essa mobilização.

Eu não estou, não estou a ver, para além dos colegas inicialmente previstos, que eram os colegas de matemática, de físico-químicas, de biologia e geologia, não tenho conhecimento de outros envolvidos.

12 Observou nos alunos uma maior procura em querer saber mais?

Lá está, na resposta que te dei à questão anterior, o acompanhamento da turma, como foi pouco regular, não me permitiu ter essa perceção.

13 Verificaram-se melhorias na dinâmica da sala de aula ao longo do projeto? Em que medida?

Tendo em conta as características da turma, eu acho, eu acho que os alunos pareceram mais empenhados e, solicitaram também a nossa ajuda para a resolução de problemas e, de uma forma geral, penso que todos, todos não, alguns casos são alunos que estão um bocadinho mais mais desmotivados, ou pelo facto de não irem realizar o exame da disciplina estão um bocadinho mais desligados, mas de uma maneira geral, acho que são alunos interessados e empenhados. E que evoluíram, portanto, no decurso do ano letivo e do projeto sim.

14 Este tipo de recursos permite uma maior diferenciação pedagógica nas suas aulas? Pode dar exemplos?

Claro que sim, não é. Portanto, é um recurso que não é habitual nós utilizarmos, mas que de facto os alunos já dominam bem e que podem, de facto, contribuir para uma dinâmica diferente e pronto, o fazerem, portanto, uma recolha de resultados, um tratamento, de resultados mais ágil, portanto, ter uma prática mais diferenciada.

Anexo G – Entrevista ao entrevistado dois

1 Como se chama?

AS

2 Quantos anos de serviço tem?

23.

3 Está neste agrupamento há quantos anos?

20

4 Qual o seu grau académico?

Licenciatura

5 Que disciplina leciona?

Geologia e Ciências Naturais.

1 Com que frequência utilizam estes recursos?

Os recursos, portanto, os sensores e da máquina de calcular, não é? No meu caso foi a primeira vez, foi o primeiro contato este ano letivo.

E relativamente a esse contato, o que é que lhe pareceu?

Foi bastante positivo, em termos pessoais, porque aprendi a trabalhar com a com a máquina, de calcular, os alunos até já tinham mais experiência que eu porque já o faziam nas disciplinas de matemática e de físico-química A, e então foi, foi interessante ver como é que uma prática de biologia não é, pode, os dados podem ser recolhidos para uma máquina gráfica e com utilização dos sensores que foi bastante interessante e acho que os alunos também gostaram bastante.

2 Considera que o projeto contribuiu de algum modo para as aprendizagens dos alunos? Em que medida? Dê exemplos.

Eu penso que as aprendizagens foram mais significativas, porque uma coisa é estar a interpretar dados num quadro, numa tabela que já foi calculado por alguém e estamos a ver

apenas os resultados. Outra coisa foram, foi eles diretamente estarem ali, no nosso caso, a medir a quantidade de oxigénio que as plantas libertavam, viram ali in vivo, digamos assim, portanto, acho que tenho mais interessante, mais significativos para eles.

3 Quais considera serem os pontos fortes do projeto?

A utilização de destas novas tecnologias, digamos assim. Serem os alunos, eles próprios são, portanto, são mais intervenientes no processo de ensino aprendizagem mais ativos. Como eu disse, há bocadinho na questão anterior, não se limitam a interpretar resultados que lhes aparecem apresentados, mas foram eles que fizeram essa mesma recolha. Acho que a aprendizagem mais significativa, faz-lhes mais sentido, aliás, em todas as aulas práticas nota-se um entusiasmo diferente dos alunos, em relação às aulas teóricas.

Eles até perguntaram quando é que fazemos mais, só que os constrangimentos do do programa e a proximidade do exame não permitiram, não é?

4 Quais considera serem os pontos mais frágeis do projeto?

Bem, não é propriamente o projeto, eu acho que em relação, por exemplo, a mim era ter tido mais tempo, mais tempo para investir. Ver o funcionamento, porque aquela máquina eles viram os resultados diretamente na máquina, mas sei que se pode ligar a um computador e verem os gráficos pronto, eu essa parte já não tive tempo de de de explorar. Portanto, para mim falta-me tempo. Mas assim, em relação ao projeto, um aspeto negativo, não pra mim só vejo aspetos positivos de motivação dos alunos e aprendizagens mais significativas para eles. Agora, portanto, queria a pontos negativos, menos positivos do do projeto, pois.

5 Se voltar a repetir esta experiência, que aspetos é que podia melhorar?

Olha tentar ver se outras atividades se se era possível integrar a estas técnicas noutras atividades da da biologia, na geologia acho que é mais difícil, mas na biologia talvez mais atividades em que pudesse fazer recursos destas destes instrumentos.

6 No próximo ano letivo parece-lhe viável continuar a participar neste projeto? Pode explicar melhor?

Sim, gostaria sim.

Pronto como eu digo, se como eu te disse, portanto, outras atividades este ano ficou muito limitado a só aquelas atividades, não? É poder estender a outros e até a outros níveis de ensino. Porque a trabalhei no 11º ano, pronto alargar a outros anos de escolaridade.

E seria possível cruzar isto com outras disciplinas ao projeto?

A sim sim, sim, sim, sim. Sem dúvida, não sei se essa parte sim, sim, sim, sim, isso era o ideal? Sim, sim, porque nós este ano pronto a qualquer forma ainda.

Tentámos cruzar com a Físico-química, com matemática, mas pronto eram assim atividades mais relacionadas com as disciplinas em si, não é, se calhar haver uma que pudesse ser mais aglutinadora.

Eu estava era a pensar assim, por exemplo, aquela atividade que nós tivemos com os kits da da rega, por exemplo, pronto fazer assim alguma coisa até que pudesse integrar até a parte da. Ambiental, também da ecoescola. ODS. Desenvolvimento sustentável, sim.

7 Recomendaria este projeto a outros colegas?

Sim sim e sim, sim, sim, sim. Sem dúvida, acho que é uma mais-valia para os alunos, também para nós.

Estávamos pronto, muito habituados a outro tipo de ensino, não é, e com estas novas ferramentas os alunos aderem bem, eles gostam muito destas novas tecnologias, digamos assim.

8 Atendendo a que a prática letiva é algo que não se modifica de um dia para o outro, e tendo em conta a experiência adquirida neste projeto, considera que o mesmo está a contribuir para alterações à sua prática letiva futura? Dê exemplos do que mudou/pode mudar.

Sim, nós, quando não conhecemos, há aquele receio, não é? Não vou conseguir, não sei fazer que eu no início dizia, 'Eu Não sei trabalhar com essas máquinas'. E de facto, o trabalho colaborativo com as colegas, especialmente de físico-química do meu grupo também biologia e físico-química e também de matemática foi foi muito importante para. Pronto foi enriquecimento pessoal, no meu caso, que eu nunca tinha trabalhado como te disse e agora ainda tenho muito a aprender, mas já estou um bocadinho mais, mais à vontade e gostaria de desenvolver mais na minha prática letiva.

Nós trabalhamos muito em parceria, mas não usando estas estas ferramentas.

Os alunos não tinham, não havia possibilidade de medir o teor de oxigénio que a planta liberta, não é? Nós podíamos, era dizer-lhe, 'Olha vês aqui esta experiência, obteve-se esta esta quantidade de oxigénio, interpreta os resultados'. E agora foram eles que fizeram essa

medição, não é? Portanto, nós já fazíamos atividades experimentais, mas assim destas não. Foi a primeira vez.

Então nossa grande alteração à prática letiva será sempre. Refinar e ampliar o que já se fazia?

Sim, sim, isso isso isso.

9 Observou nos alunos um maior interesse nos temas abordados. Dê exemplos.

Sim, sim, mais, mais motivados, estou a ser repetitiva porque, pronto é aquilo que eu disse. O facto de serem eles a determinar as coisas que eles nunca tinham feito, não é, serem eles a medir aqueles valores de oxigénio, porque geralmente já estão nos manuais, experiências e eles interpretam os resultados, mas ali, ser ser feito por eles foi fascinante por eles.

10 Observou nos alunos uma maior autonomia na resolução dos problemas apresentados em aula? Dê exemplos.

Sim sim, também, aliás, naquela prática que tu pudeste assistir, houve ali uma série de alguns problemas, digamos assim, se é que se pode chamar assim, e eles tentaram ultrapassá-los e resolvê-los e apresentar as explicações para algumas falhas que ocorreram. Sim a autonomia sim.

11 Este projeto conseguiu mobilizar outros colegas? Dê exemplos de como foi feita essa mobilização

Pronto, nós já fomos conversando, já fomos conversando e até outra colega de biologia quando nos viu a preparar a que nós tivemos muita dificuldade em arranjar a planta aquática como soubeste. Aí até perguntou, mas isso é para quê? Quando nós explicamos, ela disse a isso era uma coisa gira que eu depois também gostava de fazer com os meus. Só que este ano já não foi possível. Porque aquele protocolo que foi construído raiz por mim e pela e pela colega, para esta atividade, nós também mostramos, e ela disse 'Isso era Giro, eu depois também fazer com os meus'. Portanto, nesse aspeto, acho que sim.

12 Observou nos alunos uma maior procura em querer saber mais?

Curiosidade, não é?

Ir mais além do que aquilo que se tem ali? Ah sim, não em todos pronto, porque também depende dos alunos, mas aqueles que são mais curiosos e sim ficar no fim da aula fazer perguntas, e porque é que isto é assim? Nalguns sim, alguns sim.

13 Verificaram-se melhorias na dinâmica da sala de aula ao longo do projeto? Em que medida?

Sim notei que que sim, que é o trabalho colaborativo entre entre eles. Eles pronto, eu sempre tentei fomentar o trabalho do grupo nestas atividades, mas pronto conseguisse ainda aprofundar mais e eles colaborarem uns com os outros. Ali uma partilha entreajuda.

A sua participação foi mais como? Uma professora de aula tradicional ou foi mais alguém que ia gerindo os projetos deles? Alguém que os apoiava, uma professora mais orientadora, que vai respondendo a perguntas? Ora com perguntas, ora com respostas mais diretas?

Sim sim tentei. Pronto, há alguns ali que precisam de ser conduzidos, que não têm tantas competências, mas de maneira geral, tento orientá-los para serem eles e seguindo o percurso, a recolha de dados e interpretação. A discussão, claro, sempre orientá-los. Mas não lhes dar logo as respostas, não é ser eles a tentar encontrar as respostas ao problema que é colocado no início da aula, OK?

São mais ativos no seu processo de aprendizagem.

14 Este tipo de recursos permite uma maior diferenciação pedagógica nas suas aulas? Pode dar exemplos?

Sim, na medida em que eles estão em grupos, eu posso ir apoiando grupo a grupo e dando logo ali, atenção, alguns estão com mais dificuldades. É nesse aspeto que estás a dizer não é porque estão todos em colaboração permite-me que eu possa chegar, se calhar há uns que têm mais dificuldades ir logo tentando lhe dar um apoio mais individualizado.

Sim sim dentro do possível, não é dentro de turmas tão grandes, mas fazemos aquilo que que é possível.

Anexo H – Entrevista ao entrevistado três

1 Como se chama?

GC

2 Quantos anos de serviço tem?

32.

3 Está neste grupo há quantos anos?

31.

4 Grau académico?

Licenciatura

5 Que disciplina leciona?

Matemática A

1 Com que frequência utilizam estes recursos?

Mas este ano, assim normalmente? Neste ano, com que frequência? Portanto, tenho de 6 tempos por semana, 3 tempos por semana que vem. Ou seja, como se fosse um material que eles têm que trazer sempre. Neste caso, a calculadora gráfica, não é? É como se fosse um material imprescindível para as aulas. 50% do tempo letivo.

2 Considera que o projeto contribuiu de algum modo para as aprendizagens dos alunos? Em que medida? Dê exemplos.

Eu acho que sim. E veio facilitar bastante, porque para já, eles ficaram a aprender, acho eu, a aprender quase todas as funcionalidades que pediam da calculadora, e a mais-valia que isso traz. Por exemplo, às vezes, em vez de estar a demonstrar coisas analiticamente que eles não veem onde é que se chega ou como se chega lá. Às vezes é mais fácil ver logo pela calculadora. Não é que se demonstre, ver graficamente quando se está a demonstrar, mas pelo menos dá para verificar e conjeturar. E pronto, é mais fácil até para eles. Até mesmo nas questões de escolha múltipla, em vez de estar a resolver tudo, às vezes com simples introdução na calculadora, conseguem logo chegar à solução.

3 Quais considera serem os pontos fortes do projeto?

Eu sou vejo pontos fortes, é mais, acho que é mais motivador para os alunos e para os professores também, pelo menos para mim que eu gosto deste tipo de tecnologias. Para além de ser mais fácil eles verificarem tudo. Acho que é mais intuitivo

Em termos de comunicação entre eles e empenho.

E mesmo eles têm sentido crítico. Eles às vezes veem, porque é que está assim no gráfico, acho que conseguem, ou porque introduziram mal o sinal menos que eles às vezes enganam-se muito põem o, não sabem bem quando é o menos posicional e menos da operação pronto, mas conseguem ver logo porque é que está errado, acho que é mais fácil.

4 Quais considera serem os pontos mais frágeis do projeto?

Eu não consigo apontar nenhum, gostava de ter tido mais tempo até de utilizar também os sensores que estava previsto e depois acabei por não concretizar. Mas a possibilidade deles até terem todos a mesma calculadora porque neste projeto conseguimos isso não é, pelo menos uma por mesa. Até nos facilita também um bocado o trabalho, que nos outros anos cada um tem a sua calculadora, parece que andamos ali de mesa em mesa a explicar as funcionalidades de cada calculadora.

5 Se voltar a repetir esta experiência que aspetos poderia melhorar?

É utilizar os sensores mesmo também nas aulas de matemática e, se possível, tentar haver aqui uma interdisciplinaridade entre físico-química, ou seja, aproveitar qualquer coisa que a professora tenha feito para depois trabalhar na matemática que acho que faltou por acaso. Mas cada um estava com pressa também de cumprir o programa, não é? E foi mais difícil, mas gostava de ter feito isso. Ou seja, uma mesma atividade, servir de apoio tanto da físico-química como para matemática. E ainda introduzir a programação em *Python*.

6 No próximo ano letivo, parece que viável continuar a participar neste projeto?

sim, eu gostaria bastante.

Por exemplo, também seria giro que acho que também podia ser um aspeto e melhora, os alunos, por exemplo, poderem dar sessões, não sei se chama sessões de formação a alunos mais mais novos. Por exemplo, este é o 11º e, se calhar até ao nono, onde já pudessem ver ali as funcionalidades da da calculadora.

Termos além da da interdisciplinaridade, a colaboração interciclo

Acho que seria giro. E aquela questão da programação pronto, que também gostaria de trabalhar mais também com eles. Apesar de ainda não ser exigível neste programa, onde eles estão, mas ser possível também já com uma ligação, se calhar olha às aplicações informáticas para o ano, se calhar a nível de 12º ano.

7 Recomendaria este projeto a outros colegas?

Sim, mais nas áreas das ciências.

8 Atendendo a que a prática letiva é algo que não se modifica de um dia para o outro, e tendo em conta a experiência adquirida neste projeto, considera que o mesmo está a contribuir para alterações à sua prática letiva futura? Dê exemplos do que mudou/pode mudar.

Pronto, eu eu postaria assim num futuro próximo. Pronto que cada sala tivesse o emulador, não é? Que tentem instalar nestes computadores, mas, por exemplo, aqueles já não deixou instalar. Não sei porquê, se calhar se eu tentasse NOS outros de cada sal também não ia conseguir. Não sei, deve ser por causa das licenças.

E pronto isso eram um instrumento que eu utilizasse mesmo todos os dias da sala de aula, porque esta tecnologia da da Texas, pelo menos que é que nós estamos a trabalhar é muito e fácil ligar. Os conteúdos desde a geometria, funções e estatísticas são os 3 principais temas da da matemática, ou seja, só com uma atividade consigo Interligar logo isso tudo.

Então, em termos de alterações à prática letiva. Como é que consegue classificar ou quantificar? Portanto, o que tem feito até o ano passado versus o que foi feito? O que pode ser então melhorado já.

Pronto, é utilizar ainda mais e é pensar mais em atividades em que haja essa articulação, por exemplo, nós às vezes estamos a fazer problemas em pedir volume máximo de uma caixa, por exemplo. Podemos estar a trabalhar isso no na parte da geometria, desenhar a caixa ir mexendo a altura, por exemplo da caixa e depois fazer logo o gráfico que dá logo para interligar na parte das funções. E depois, à medida que vamos mexendo na altura da caixa, vemos logo o efeito que está a produzir ali no gráfico. Dava logo para ver, por exemplo, o volume máximo, o maximizante. E depois ainda transpor esses dados para a parte da estatística para irem vendo conforme vai se alterando, por exemplo, a altura que vai sendo variação, por exemplo, do volume. Este tipo de coisas assim é o que nós chamamos de

modelação matemática e isso gostaria ainda de fazer mais. E penso que agora estou mais capaz também para conseguir fazer.

E permite também fazer uma relação entre os 3 principais. Pilares do programa

9 Observou nos alunos um maior interesse nos temas abordados? Dê alguns exemplos.

Os alunos acharam que é mais fácil de obter, o que é pedido sem estar a fazer grandes cálculos. Como por exemplo aquela atividade que eu fiz dos jogadores das alturas e dos pesos, em vez de estarem a procurar a médio desvio padrão, analiticamente que é só fórmulas. Eles conseguem logo obter pela calculadora e ainda depois irmos além disso mesmo funcionalidades que eu não tenho explicado. Alguns alunos mostraram-se ainda mais interessados em conhecer. Ou seja, eles iam abrindo os menus e viam que havia ali funcionários que eu não precisei de mexer, mas ficaram mais interessados em conhecer para que é que servia E pronto e conhecerem as potencialidades todas da calculadora. Que tem bastantes que nós não chegamos a usar todas, a verdade seja dita.

10 Observou nos alunos uma maior autonomia na resolução dos problemas apresentados em aula. Dê exemplos.

Pronto foi também uma aprendizagem para eles, porque eles, no ano passado, apesar de já poder se ter utilizado, a calculadora não é. Eles não tinham utilizado, portanto, para eles foi como se fosse o início da utilização da calculadora e foram-se interessando mais. E pronto, agora aqui um aparte, os outros depois nas outras aulas tinham a calculadora deles e viam que não fazia o que a outra fazia quando eu apresentei, eles ficavam assim um bocadinho, 'mas a minha não faz isto' que a outra faz. Pode ficar assim um bocado mais triste até por verem que a calculadora que tinha, não fazia tanta coisa como a calculadora que foi apresentada na aula, e a calculadora que utilizamos no projeto é a calculadora que é recomendada pelo Ministério. Os alunos tronaram-se mais autónomos, e claro que gostam sempre de perguntar se estão a fazer bem.

11 Este projeto conseguiu mobilizar outros colegas? Dê exemplos de como foi feita essa mobilização.

Mas outros colegas do meu grupo?

Eu partilho sempre os meus materiais com as pessoas que lecionam, que neste caso é secundário e acharam as atividades interessantes. A colega, por exemplo, também está envolvida, mas acabou por não realizar nenhuma atividade com com a calculadora, não é?

Mas mostrou-se interessada em utilizar para o ano, uma vez que as atividades estão dirigidas ao 11º ano. A colega fazia também. E pronto já tinha pensado também com a Carla. Em qual ano dá-nos também assim uma formação do que sabemos aos colegas de grupo, OK?

12 Observou nos alunos uma maior procura em querer saber mais?

Pelo menos para conhecer mais a calculadora, sim. Isso é verdade. Exploraram o recurso efetivo exato em termos de dos conteúdos da matemática.

Eu acho que sim, mas o que eu fiz com eles, depois acabei por fazer a minhas outras duas turmas do 11º. Portanto, se calhar não tenho assim um termo de comparação, o que eu fiz depois com eles cabei por fazer também às minhas ai minhas turmas do 11º.

Eles procuraram querer saber mais da da calculadora, dos conteúdos. Eles tentaram querer saber um pouco mais sobre o daquilo.

Até as funcionalidades da calculadora que não são do programa, eu tive que explicar a alguns, o que é que aquilo significava matematicamente, por exemplo, aparece lá o símbolo da integral que dá para calcular. Tive que explicar a eles para que aquilo serve. Vem no seguimento de alguns dos conteúdos são transmitidos que assim ficaram mais interessantes.

13 Verificaram-se melhorias na dinâmica de sala de aula ao longo do projeto? Em que medida?

Mais trabalho a partes, acho que foi uma melhoria, quem diz a pares diz em o grupo também. Grupos de 4. E mesmo entre eles, houve um maior trabalho colaborativo. Dividiam mais o trabalho entre eles e se um não percebia o outro explicava. O papel do docente foi mais de orientador, não tão expositivo.

Ou seja, tornou uma sala de aula de certo modo mais vida. Havia grupos a ajudarem-se uns aos outros ou de vez em quando.

14 Este tipo de recursos permite uma maior diferenciação pedagógica nas suas aulas? Pode dar exemplos?

Eu acho que sim. De facto, até dele se ajudarem uns aos outros. Acho que sim. Apesar da atividade ter sido a mesma, não é? Não houve ali uma atividade para cada consoante o nível do do aluno. Mas eu acho que conseguiu-se, acho que todos saíram dali conseguir fazer o que era proposto fazer-se. Foi possível responder a algumas dificuldades mais mais específicas

15 Outra questão, efetivamente estava uma aluna com necessidades específicas e que não participou no projeto, mas fez as mesmas atividades?

Fez fez.

E é uma aluna que até poderia ser uma atividade diferente, mas ela mesmo não quer. Se fizeres uma coisa diferente do que os outros estão a fazer, ela 'passa-se'.

Ela tem a perfeita noção que é diferente e não quer ser diferente

15.1 Viu-se alguma alteração, alguma mudança na postura da aluna, na aprendizagem da aluna, na dinâmica da aluna com a utilização destes recursos?

Pelo menos consegui que ela fizesse um gráfico que isso já é muito bom, conseguir escrever a expressão e consoante a janela visualização, desenhar no gráfico que era pedido. Pelo menos isso já conseguia fazer e agora muito mais que isso, não, ela não consegue mesmo. Por acaso foi giro porque ela começou depois sempre a trazer a calculadora dela, claro, não era igual, aquela não era das mais fraquinhas, porque era do irmão. Mas todos os dias depois trazia a calculadora. Lá soube que aquilo

Anexo I – Entrevista ao entrevistado quatro

1. Como se chama?

SS

2. Quantos anos de serviço tem?

27 anos

3. Está neste Agrupamento há quanto anos?

8 anos

4. Grau académico?

Licenciatura

5. Que disciplina leciona?

Tenho Física e Química A e Projeto de Trabalho Interdisciplinar

Q: Com que frequência é que utilizam estes recursos?

R: Então diria que 2 vezes por mês, semana sim, semana não, ou seja, em cada unidade, em cada subdomínio dos conteúdos de física e química A está prevista uma atividade laboratorial. Todas as que têm sido possível realizar, portanto, com recurso à tecnologia que esteve disponível, têm sido feitas, ou seja, quais são as que não têm sido usadas para esta tecnologia, especificamente algumas da química, portanto, algumas atividades laboratoriais que não requerem este tipo de recolha de dados, mas quase todas, a esmagadora maioria, cerca de 90% de atividades que foram realizadas foram com recurso aos sensores e às calculadoras, quer da física, quer da química, portanto da química também. Agora assim, a periodicidade no tempo não te consigo assim precisar, mas mais ou menos 3 em 3 semanas, há alturas em que acabamos de fazer semanalmente, fazemos ALs em outras alturas vai sendo a aula vai sendo para outros objetivos que não propriamente. Aula prática, quer dizer a periodicidade por ir variando. Não é uma constante, OK?

Q: Considera que o projeto contribuiu de algum modo para as aprendizagens dos alunos? Em que medida? Dê exemplos.

R: Eu acho que o projeto é uma mais-valia, na medida em que eles conseguem, algumas atividades seriam...muito difíceis de realizar sem esta tecnologia. Estou-me a lembrar

concretamente de uma delas, que é do ressalto da bola, em que, imagina a dificuldade se eles tivessem que estar com uma régua? E a olhar para a bola que bate no chão e salta e medir a altura do bola olhando para uma régua. Tens a noção, portanto, em alternativa, o que que faz? Tem-se um sensor que mede a altura da bola no salto, portanto, a alternativa é, ou seja, o aluno perceber que está a realizar uma atividade que, se não tivesse aquela tecnologia, ia ia ter um erro brutal nos seus dados, e depois, quando fazes uma atividade que tem um erro enorme, tu vais concluir o quê? Nada porque os valores não batem certo com nenhuma lei, com nada que tu queiras demonstrar. Eu acho que este exemplo da bola, do salto da bola, ela é gritante quando tu percebes a facilidade com que a tecnologia permite uma recolha que o ser humano, sem a tecnologia, teria muita dificuldade em fazer leituras, em teres a noção que a bola, aquilo é uma fração de segundo. Portanto, a bola atinge aquela altura, como é que um aluno está a olhar para uma régua e consegue medir, portanto, um valor minimamente aceitável de da altura que a bola atingiu? Portanto, com a tecnologia, e quando eu digo que essa atividade, muitas outras, medir a temperatura e ficar logo imediatamente com os registos, ou seja haver a capacidade de nós fazermos a recolha e o tratamento de dados no momento e partilhar com todos, portanto, e todos terem acesso. Portanto, eu acho, é incrível nesse sentido e a facilidade com que se consegue depois, rapidamente chegar a análise dos resultados, que é o objetivo da atividade em si, ou seja, quando nós fazemos uma atividade laboratório, é para ir à procura de chegar a uma conclusão, é para ir à procura de verificar uma lei, de verificar algo, se realmente aquilo é assim como nós estamos a aprender teoricamente. Ora, se todo o processo de recolha de dados é demorado e tem imenso erro, os alunos no laboratório facilmente se desmotivam, se estão a fazer uma atividade e depois os resultados não são nada daquilo que estavam à espera ou se para chegar ao resultado, as coisas se enrolam muito no tempo...Numa sociedade em que os miúdos, os alunos, estão habituados a ter tudo muito rápido, portanto, é muito desmotivador. Pelo contrário, com a tecnologia tu consegues rapidamente fazer a parte da recolha e passar logo ao tratamento de dados, ou seja por exemplo, esta esta esta turma, este grupo está com um plano de inovação que lhes retirou 1 hora às atividades laboratoriais, ou seja, eles deveriam ter 3 horas para realizar todas as atividades laboratoriais e eles têm só 2. Ora teria sido de todo impossível fazer grande parte das atividades, ao menos fazer com esse sentido com a recolha de dados e análise, tratamento soldados, que que é o objetivo, ou seja, a atividade laboratorial tem uma série etapas de preparação de realização e de reflexão, e com 2 horas sem a tecnologia, tinha sido, tinha sido quase impensável eles conseguirem ter um feedback útil daquilo que estão a fazer, ou seja, sendo também uma estimativa. Eu acho que se tivéssemos a realizar tendo pouco tempo e não tendo a tecnologia que nos facilita, os alunos estariam, se calhar muito mais desmotivados em relação à disciplina em si, porque quer dizer, vamos para o laboratório,

vamos fazer uma coisa, mas depois não conseguimos concluir os resultados são, todos percebe, não sei se se entende o que eu estou a dizer.

Q2.2 Então contribuiu para as aprendizagens?

Torna-o significativo, ou seja, a tecnologia permite que eles na atividade laboratorial consigam tornar os conceitos e os conteúdos significativos que consigam perceber que o que aprendem teoricamente está diretamente relacionado com a prática e conseguem fazer alguma ligação entre a teoria e a prática, e a tecnologia permite que eles consigam fazer a leitura da prática em tempo útil, porque se estivessem a fazer as atividades sem recurso a esta tecnologia, lá está elas iam ser tão demoradas no tempo, e depois cheias de erros, ou seja, no final iam estar a trabalhar e chegar a conclusões que não tinham nada a ver com aquelas que, como é que tu depois aprende uma lei na teoria, vais para o laboratório para a validar e depois nunca consegue chegar a validação daquilo que aprendeste, é frustrante. Isto cria nos alunos aquela sensação de que vamos para o laboratório, mas no laboratório vamos andar aqui a brincar porque no fim dá sempre tudo errado, e eles muitas vezes têm esta noção que no laboratório está sempre tudo errado. Não é assim, no laboratório muitas vezes os resultados não são os esperados e é preciso aprender a arranjar explicações e a tentar perceber o que que pode ter acontecido. Mas também é muito desmotivador quando está constantemente a dar errado.

Q: Quais considera serem os pontos fortes do projeto?

R: Assim, eu acho que... O acesso ao equipamento, o acesso à tecnologia, eles poderem usar, manipular, experimentar, estar acessível. Alguns alunos, hoje em dia ainda não têm a calculadora gráfica nesta neste grupo turma, e têm aprendido as coisas na mesma... não me perguntes como é que vai ser no exame, como é que vão fazer o meu exame sem uma calculadora gráfica? Mas eles têm estado a usar e têm estado a aprender como os outros, mas se não tivessem, não tivéssemos estes recursos essas aprendizagens ficar-lhes-iam vedadas, por exemplo, quando nós fazemos a a atividade a fazemos a recolha dos dados e fazemos o tratamento dos dados, no exame cada vez mais, a metodologia, o formato exame é cada vez mais, vão buscar à atividade laboratorial para contextualizar o conteúdo, ou seja, não é o conteúdo em si, é através da AL, portanto é muito importante os alunos fazerem e fazerem de uma forma significativa. E o que que é uma forma significativa? É haver um tempo para preparar, realizar e depois refletir, mas esse tempo não só não pode estar muito alongado porque não temos tecnologia e agora nesta aula fazemos isto na semana seguinte fazemos a continuação. Repara, era o que ia acontecer se nós não tivéssemos uma forma tão expedita de fazer a recolha e o tratamento de dados eram as atividades laboratoriais a começar numa semana e acabavam-se na outra, e com um bocadinho de sorte se não fosse passar por uma

terceira semana. Entretanto, na aula teórica tudo avançaste completamente por outra coisa e continuavas ali é no laboratório ainda mastigar aquela atividade que não foi concluída. Portanto, do ponto de vista da da da gestão e da da e da articulação entre a prática e a, e a, e a teoria, havia um desajuste. Portanto, o projeto consegue agilizar, agilizar esta articulação entre aquilo que é feito na aula prática e aqueles que são os conteúdos que estão relacionados na aula teórica.

Q: Quais considera serem os pontos mais frágeis do projeto?

Assim, os pontos mais frágeis eu, eu, por exemplo, pessoalmente, eu rapidamente percebi em setembro que precisava de fazer formação. Portanto, e fui e paguei a formação do meu bolso. Ou seja, eu percebi que eu ia ter muita dificuldade em ensinar e dominar a tecnologia que eu sem sem fazer, sem eu aprender e para isso eu tive que investir, portanto, e fazer, e tinha feito mais se houvesse níveis, ou seja, foi uma das coisas que eu aponte quando fiz a formação do Texas, gostava que estivessem por níveis de desempenho, porque eu gostava de fazer outra vez, mas não queria outra vez começar a aprender as teclas, onde é que estão a teclas, percebes? E isso eles não têm. Portanto se eu quisesse inscrever para fazer novamente eu ia repetir novamente ali durante umas quantas sessões o mesmo. Portanto eu achava que devia ter por níveis de desempenho. Isso implicou que fosse da minha parte, porque eu, inclusive estava a fazer duas formações ao mesmo tempo, e e outra coisa que eu também acho que que eu fui interesse diferente é que eu fui às formações online, mas na formação online, tu não, os fumadores não te incentivam a lidar com máquinas em si, incentivam-te a usar software do computador, e de repente quanto tu chegas à sala de aula, tu não tens o software no computador, tu precisas de manipular a máquina. Eu cheguei ao ponto em que tinha dois portáteis, um para ver o que eles estavam a fazer, e outro para eu fazer, e a máquina?! Portanto, lá estava, tinha assim, tipo uma *docking station* em casa, sozinha ali, e tinha muita dificuldade porque os formadores orientavam a resolução das tarefas para o software e eu tinha aquela ideia que eu quero fazer das duas maneiras e muitas vezes não conseguia, portanto eu não conseguia estar a acompanhar, para fazer no computador e ao mesmo tempo fazer na calculadora, mas foi, ou seja, eu acho que sempre presencial e tu estás ali a manipular tinha sido mais fácil.

Q: Então o ponto frágil do projeto é por vezes ter que se fazer alguma formação para o docente tirar ainda mais proveito dos recursos.

Sim é assim, se tu não tiveres formação, tu depois não consegues, porque é muita coisa, ou seja, as atividades não são todas iguais. Ainda agora fizemos esta semana numa atividade em que tivemos que fazer um gráfico que nunca tínhamos feito. Percebes, eu para ensinar os

alunos a fazer um gráfico, eu tenho que saber fazer, e os manuais trazem os tutoriais, mas uma coisa é estar ali um tutorial e estar a aprender como é que isto se faz para para saber um bocadinho mais que meus alunos que os alunos também sabem ler livros, não é? Se puseres o tutorial à frente dos alunos, eles também sabem interpretar, portanto, convém que o professor tenha um bocadinho mais de conhecimento que o aluno. E nessa nessa perspectiva, eu senti essa essa dificuldade. Claro que entre colegas nós vamos sempre partilhando conhecimentos e ajudando uma a outra, mas muitas vezes quantas e quantas vezes ainda aqui há tempos a colega vem dizer assim, "Lembras-te do que me ensinaste? Como é que se faz um gráfico?" e eu já não me lembrava. E então eu fui ao YouTube, ao fantástico YouTube, pus lá como é que se põe e e e, e fiz um vídeo para a colega, e disse-lhe "Vou-te mandar esse vídeo para o WhatsApp, nunca mais, quando quando a gente voltar a esquecer como é que isto se faz, vamos ver o nosso próprio vídeo.". Pronto, como é que são as instruções para, em vez de eu ver dois gráficos, só ver um. Todas estas coisas. A máquina tem um potencial tão grande que se não tiveres formação e não usares com muita frequência, tu esqueces toda, não é, tu não usas vais esquecer. E pronto implica sempre, ou seja, eu acho que implica uma atualização constante, não é, um um usar e atualizar o conhecimento, e nesse aspeto é exigente, mas tem o seu lado gratificante. Fico muito feliz e com as coisas que aprendi este ano em relação à...eu tenho muita pena, se para o ano for das sétimo ano.

Q: Se voltar a repetir esta experiência, que aspetos poderia melhorar?

Sim no fundo, aquilo que eu senti dificuldade foi não não ter a formação.

Neste momento já tenho, mas mas repara. OK tirando esse aspeto, então? O que é que poderia ser melhorado... Em relação ao nosso manual, traz já os tutoriais tenta explicar. Imagino que se eu não tinha feito formação, mas se eu fiz e mesmo assim tenho um bocadinho de dificuldade, se não tivesse feito formação...

Q: Portanto, talvez o que se poderia melhorar seria existir um tutorial. Existia algo que enquadrasse um pouco na tecnologia que se vai utilizar?

R: Os tutoriais serem vídeo em vez de ser em papel, assim as instruções, agora clique não é... Por exemplo, em vídeo a pessoa vai acompanhando, vai vendo.

Q: Quando há uma coisa que se poderia melhorar, seria, por exemplo, esta equipa que já tem uma experiência consolidada, criar uns quantos vídeos tutoriais.

R: Por exemplo, eu, quando, quando quando nós pomos na Classroom para partilhar com os alunos, como é que se põe as calculadoras em modo de exame. Eles têm os vídeos, o vídeo

mostra carrega, aqui, carrega ali, faz assim, durante depois fazem pronto, eu para mim, eu, eu eu aprendo mais, claro a ver como é que se faz, do que estar ali com a folha à frente.

Q: No próximo ano letivo, parece viável continuar a participar neste projeto?

R: Depende de de, depende da atribuição de serviço. Não faço ideia se o Senhor Diretor que... Não consigo prever o que é que vou ter.

Q: Esquecendo a distribuição de serviço, vamos supor que a distribuição é semelhante à atual. Seria viável participares no projeto?

R: Sim sim claro que sim. Tendo estes níveis, não é, onde onde faz sentido este tipo de de, onde a tecnologia faz sentido nestas atividades. Claro que sim. Gostaria muito de voltar a ter esta tecnologia disponível para para aplicar.

Q: Recomendarias este projeto a outros colegas?

R: Sim, claro.

Q: Atendendo a que a prática letiva é algo que não se modifica de um dia para o outro, e tendo em conta a experiência adquirida neste projeto, considera que o mesmo está a contribuir para alterações à sua prática letiva futura? Dê exemplos do que mudou/pode mudar.

R: Sim, vou-te dar um exemplo além, além da formação da Texas, agora há pouco tempo eu tenho feito formação ligada às editoras, onde, no sentido de usarmos outras aplicações, como por exemplo o *'phyphox'* e o *'tracker'*, e o domínio, o contacto com esta tecnologia faz-me pensar que, por exemplo, ainda num futuro, não muito longe, vou, voltarei a ter aulas assistidas, gostava muito de numa das minhas aulas assistidas o material dos meus alunos ser simplesmente o telemóvel. Fazer uma aula assistida em que eles fazem um vídeo com o seu telemóvel, e vão analisar o movimento do estudo de um corpo no vídeo que fizeram, portanto, com a aplicação, ou seja completamente, uma coisa completamente inovadora e o ter feito e usado este ano, faz-me pensar que, se calhar seria capaz de avançar assim para uma loucura dessas, não é? De numa aula assistida em que tu tens...que tudo tem que correr bem, e e, tens que mostrar que realmente, que se queres mostrar alguma coisa diferente, não é? Estás a fazer alguma coisa de inovador? Pensar na possibilidade de fazer realmente uma aula inovadora e diferente, portanto, eu acho que a tecnologia que usei este ano, sim, é muito motivadora nesse sentido.

Assim é, é acima de tudo, investir na parte laboratorial e na parte experimental, não fugir, porque há sempre maneiras, porque repara, as editoras, nós temos vídeos das atividades laboratoriais todas. Se eu não quiser fazer eu mostro o vídeo. No final, a editora tem um banco de dados, como se eu tivesse feito a atividade e os alunos, não é, faz-se tudo na mesma, só não fizeram, viram tudo. Como é que se faz? E eu podia fazer isso. Ou seja, a coragem de ir para lá e fazer uma coisa que nunca fizeste. Sabes, é assustador, por exemplo, eu ainda esta semana vou na terça, na terça-feira, vou fazer uma coisa que nunca fiz, vou assim pronto. Agora amanhã já vou fazer, já é a segunda vez, já vou um bocadinho mais calma, mas isto implica dar muito de mim, porque quando eu vou para o laboratório e vou fazer uma coisa pela primeira vez e que vou ter que explicar aos miúdos como é que aquilo se faz, vou assim um bocadinho receosa pronto, mas felizmente as coisas têm corrido sempre bem e e isso também motiva para continuar a fazer.

A alteração é mais no sentido de de de de eles fazerem mesmo, ou seja, de eles porem em prática e não verem a prática, não é porque, se calhar se eu não tivesse a tecnologia, se calhar algumas delas eu ia acabar por recorrer aos vídeos. Nós não vamos fazer, mas vocês veem, está estão a ver aqui como é que seria. Seria assim pronto. E aqui não eles fizeram todas.

Q: Observou nos alunos um maior interesse nos temas abordados? Dê exemplos.

R: É assim eles, eles vão passando por por estágios, não é? No início a eles, eles têm uma grande recetividade, depois facilmente parece que ficam cansados, às vezes até fazem assim o comentário "Já estamos pelos cabelos com a tecnologia". Que é como quem diz, "já deitamos tecnologia pelos olhos". Mas também eu acho que é um bocadinho fruto deles não terem comparação, não é? Ou seja, eles não estão a fazer a mesma atividade, com e sem, e não têm a maturidade para refletir sobre isso, portanto, não refletem. O que é que eles pensam "ai que outra vez a calculadora gráfica, outra vez o sensor, ai que chatice", porque eles não têm noção de como aquele equipamento é facilitador e ajuda com, na recolha lá está e no tratamento de dados, e que nós rapidamente podemos passar à fase das reflexões e conclusões. Não sei se se me fiz entender, portanto eles vão passando assim por por estes por estes estágios. No início é novidade, é tudo novidade, mas depois começam, é, portanto, um bocadinho da idade.

Q: Então no geral parece que que tiveram mais interesse nos temas, e um pouco graças à utilização destes recursos?

R: Sim, porque porque eles eles querem, querem fazer, querem, querem aprender, têm noção, alguns deles têm noção que vai ser muito, muito importante, porque no exame, cada vez mais o que acontece no laboratório sai no exame. Portanto, eles eles, nesse sentido têm têm a noção que todas aquelas pequeninas coisas, "porque é que sentes assim?", "porque é que aqui foi a quente?", "porque ali foi a frio?", todas aquelas aqueles pormenores que só quem está a fazer a prática, é que fica com a sensibilidade, "porque estamos aqui a fazer uma filtração de pressão reduzida?". Todas essas coisas eles têm noção que são importantes. Claro, depois pronto há alguns dias estão mais recetivos, outros dias, fica um bocadinho mais "outra vez e outra vez tecnologia e calculadora, estamos um bocadinho cansados". Enfim, a adolescência.

Q: Observou nos alunos uma maior autonomia na resolução dos problemas apresentados em aula? Dê exemplos.

R: Sim sim. Eles também usam a calculadora na matemática, não é? E lá está, eu acho que o manipular, ou obrigá-los a mexer, lhes deu uma boa autonomia. Eles neste momento, se deres uma tabela com valores e disseres, assim faz uma regressão linear, a maioria, se não 100% dos alunos, é capaz de saber exatamente onde é que vai introduzir os valores, onde é que vai fazer o gráfico e como é que vai pedir a regressão linear, ou seja, o uso continuado permite-nos ter de sentir à vontade. Eu noto, por exemplo, também houve coisas, inclusive que foram eles que me ensinaram a mim, por exemplo, não sendo eu da matemática, eu não sabia, aliás, eu aprendi na formação, como é que se faz para resolver a forma de, uma equação de grau 2, para nós introduzirmos os coeficientes da equação e a máquina dá-nos a solução. É uma coisa que nós no meu tempo a gente aprendia a resolver à unha, fórmula resolvente, e portanto foi um dos meus alunos que me disse, "ó professora, faz assim assim assim, aqui aqui aqui", porque lá está como uma aprendizagem da matemática, é, ou seja, eu aprendi na formação, mas nunca mais fiz, porque não é da minha disciplina. Até então não tinha precisado daquele daquele conhecimento. Quando depois eu fui, fui precisar, das duas uma, ou eu apontava ia pedir uma colega para me ensinar e pronto e foi foi inclusive, um dos alunos da turma que me disse "faça assim assim assim assim assim". Ou seja, eles têm efetivamente autonomia.

Q: Este projeto conseguiu mobilizar outros colegas? Dê exemplos de como foi feita essa mobilização.

R: Sim, assim, nós temos usado no grupo. Nós temos feito todas com a tecnologia. Portanto, apesar de ser só este grupo que está a envolvido na escolha de dados e no projeto, todas as outras turmas têm usado também. Portanto, isso implica outros colegas também.

Q: Observou nos alunos uma maior procura em querer saber mais?

R: Nem sempre é fácil, eles terem a vontade de ir mais além e terem um conhecimento assim. São muito poucos os alunos que que querem o conhecimento pelo conhecimento. Eu estou sempre pragmática, eles querem o conhecimento para terem um bom resultado no exame, e só querem saber até ali. Porque tudo depois foram mais, já já não há espaço. Isto é a esmagadora maioria, mas lá haverá uns alunos mais interessados e que por si só, mesmo aquilo não interessando para o exame, se lhe disserem "Isto não vai sair no exame", portanto e o aluno ainda assim quer saber, são poucos. São poucos aqueles que querem o retorno, e o retorno é "isto é o exame?". Se eu disser que não, não investem.

Q: Verificaram-se melhorias na dinâmica da sala de aula ao longo do projeto? Em que medida?

R: Sim, a dinâmica foi sempre facilitadora, não é? Quando é facilitadora no modo de de recolha e tratamento de dados, todas as coisas, toda a dinâmica à volta da atividade laboratorial acontece, foi melhor, não é? Ou seja, não há constrangimento de "Ah, temos que fazer outra vez, porque não deu", "Ah, lá vamos outra vez porque não deu". Agora imagina, estou a extrapolar, não é? Estou a imaginar como é que seria se eu não tivesse acesso à tecnologia e não fosse tão fácil fazer as coisas. Se calhar era um transtorno, e depois no final, imagina no final estávamos ali uma hora ou duas horas a tentar fazer uma coisa e não conseguimos dizer assim "Pronto, vamos ver o vídeo que os senhores da editora nos deram para ver-mos como é que tinha sido se pudéssemos fazer como deve ser", portanto, eu nunca tive que passar por essa experiência, portanto, as coisas sempre fluíram normalmente. Como se tudo. como se tudo sempre corresse bem.

Q: Este tipo de recursos permite uma maior diferenciação pedagógica nas suas aulas. Pode dar exemplos?

R: O trabalho é muito feito em grupo, mas lá está, se nós analisarmos a forma como a tecnologia permite que as coisas corram e decorram, normalmente liberta-me para poder dar atenção aos alunos que precisam um bocadinho mais de atenção especial da minha parte. Por um lado, desenvolve a autonomia, posso ter alguns alunos a trabalhar sozinhos, porque eles percebendo como é que se faz, conseguem fazer sozinhos e isso permite-me dar um bocadinho mais de apoio aos alunos que são menos autónomos e que precisam mais de mim. Muitas vezes também faço é tentar encaixar esses alunos nos grupos que eu já sei que, ou por terem também as calculadoras, a tecnologia, que dominam melhor e que vão poder ajudar mais os alunos que têm mais dificuldades. Isso por si só também já é uma estratégia, não é?

Ou seja, quer seja eu quer seja, quer seja o trabalho do professor aluno, quer seja o trabalho a pares não é, de uma tutoria aluno aluno, e sim a tecnologia ajuda muito nesse sentido.

Anexo J – Atividades laboratoriais de Matemática

11.º ANO

ATIVIDADE: Distribuição bidimensional (bivariada) e calculadora gráfica

Professora:

Nome..... N.º Turma.....

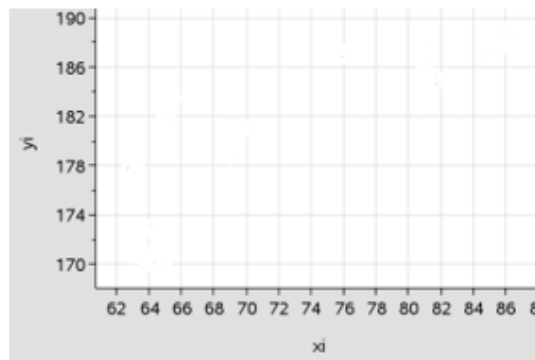
Considera as alturas e os pesos de alguns jogadores da seleção portuguesa de futebol que foram convocados para o Mundial de 2022.



	Peso/Kg	Altura/cm		Peso/Kg	Altura/cm		Peso/Kg	Altura/cm
 Diogo Costa	81	186	 Rui Patrício	86	189	 João Félix	70	181
 Pepe	76	187	 Bruno Fernandes	69	179	 Cristiano Ronaldo	85	187
 Rúben Dias	63	178	 William Carvalho	82	185	 Bernardo Silva	64	173
 Raphael Guerreiro	64	170	 Otávio	65	182	 Rafael Leão	81	188

Trata-se de uma coleção de dados com duas variáveis, da forma (x_i, y_i) , onde x_i é o peso do jogador (variável independente ou variável explicativa) e y_i a respetiva altura (variável dependente ou variável resposta).

a) Na calculadora gráfica, introduz os valores x_i na 1ª coluna e os valores y_i na 2ª coluna e representa, num sistema de eixos coordenados, os pontos de coordenadas (x_i, y_i) correspondentes às observações. Ao conjunto de pontos assim obtido chama-se **Nuvem de Pontos** ou **Diagrama de Dispersão**.



b) Ao ponto (\bar{x}, \bar{y}) chama-se **centro de gravidade da distribuição** ou **ponto médio da nuvem de pontos**. Calcula as coordenadas desse ponto e marca-o no referencial da a).

\bar{x} -> valor médio da variável x_i (dos pesos)

\bar{y} -> valor médio da variável y_i (das alturas)

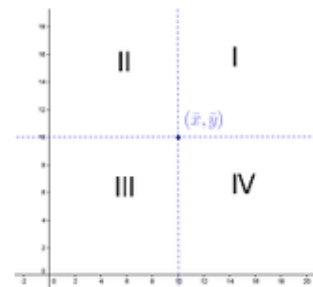
c) Através do diagrama de dispersão é possível, intuitivamente, verificar se há correlação (relação entre as duas variáveis) e se esta é positiva ou negativa. Neste caso, existe relação entre as duas variáveis?

No diagrama de dispersão da a), desenha as retas paralelas aos eixos e que se intersectam no centro de gravidade. Estas dividem o plano em quatro quadrantes: I, II, III, IV.

Se houver uma maior concentração de pontos nos quadrantes I e III, a **correlação é linear positiva**.

Se houver uma maior concentração de pontos nos quadrantes II e IV, a **correlação é linear negativa**.

Nos casos em que não há uma maior predominância nos quadrantes I e III, ou nos quadrantes II e IV, diz-se que **não há correlação** ou que a **correlação é nula**. Neste caso, as variáveis dizem-se **independentes**, isto é, a variação de uma não influencia a variação da outra.



Resumo

Diz-se que existe **correlação linear positiva** entre duas variáveis se a nuvem de pontos se ajustar (melhor ou pior) a uma reta com declive positivo, ou seja as duas variáveis evoluem, em geral, no mesmo sentido.

Diz-se que existe **correlação linear negativa** entre duas variáveis se a nuvem de pontos se ajustar (melhor ou pior) a uma reta com declive negativo, ou seja as duas variáveis evoluem, em geral, em sentido contrário.

Diz-se que existe **correlação nula** se não há qualquer influência de uma variável na outra.

d) Com a calculadora gráfica, determina a **reta de regressão** de mínimos quadrados (reta que passa no centro de gravidade da distribuição e que melhor se ajusta à nuvem de pontos) e o **coeficiente de correlação r** (o coeficiente de correlação amostral de Pearson, representado por r , é uma medida da direção e grau com que duas variáveis, de tipo quantitativo, se associam linearmente).

Resumo

O coeficiente de correlação designa-se pela letra r e apresenta valores no intervalo **[-1,1]**:

Se $-1 \leq r \leq 0$, a correlação é negativa e quanto mais próxima de -1 estiver, mais forte será;

Se $0 < r \leq 1$, a correlação é positiva e quanto mais próxima de 1 estiver, mais forte será;

Se $r = -1$ ou $r = 1$, a correlação é perfeita;

Se $r = 0$, não se dá a existência de correlação entre as duas variáveis.

e) Prova analiticamente que a reta de regressão passa pelo ponto médio da nuvem de pontos.

f) Quando foi feita a recolha de dados para construir a tabela que se refere ao peso e à altura dos jogadores da seleção nacional, apenas se conseguiu obter informação sobre o peso do jogador José Sá, que é de 80 Kg. Como prever a altura deste jogador?



g) Como prever o peso do jogador João Mário, sabendo que a sua altura é 1,79 m?



h) Completa, com previsões, a tabela seguinte:

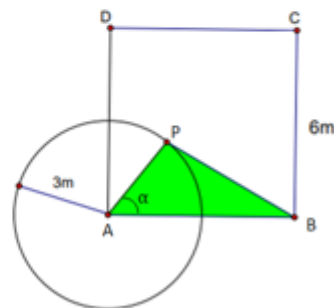
	Peso/Kg	Altura/cm		Peso/Kg	Altura/cm		Peso/Kg	Altura/cm
 Matheus Nunes	78		 Vitinha		172	 João Cancelo		182
 André Silva	84		 Diogo Dalot	76		 Danilo Pereira		190
 Gonçalo Ramos		178	 Rúben Neves		183	 João Palhinha	77	
 Ricardo Horta		173	 António Silva	79		 Nuno Mendes	70	

Trigonometria e calculadora gráfica

Professora:

Matemática A / 11.º Ano / 1.º Semestre

1. Na figura está representado um quadrado $[ABCD]$ com 6 m de lado e uma circunferência de centro A e 3 m de raio.



Considere um ponto P pertencente simultaneamente à circunferência e quadrado (interior e lado). Seja α a amplitude, em radianos, do ângulo BAP .

- a) Entre que valores pode variar α ?
- b) Mostre que a área do triângulo $[ABP]$, é dada, em função de α , pela expressão

$$A(\alpha) = 9 \operatorname{sen} \alpha, \text{ com } \alpha \in \left] 0, \frac{\pi}{2} \right].$$

- c) Determine a área do triângulo para:

c₁) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

c₂) $\alpha = 0.7$ (com duas casas decimais)

- d) Determine α de modo que a área do triângulo seja:

d₁) 4.5 m^2

d₂) 7 m^2 (com duas casas decimais)

e) Represente graficamente a função $A(\alpha)$.

(Sugestão: janela de visualização $X_{\min}=0, X_{\max}=\frac{\pi}{2}, X_{\text{scr}}=1, Y_{\min}=-1, Y_{\max}=10, Y_{\text{scr}}=1$)



f) Confirme graficamente os valores obtidos em c) (Sugestão: Calcular imagens)

g) Confirme graficamente os valores obtidos em d) (Sugestão: Calcular interseções)

2. Num certo dia de Primavera, em determinado local, a temperatura do ar no exterior é dada, em graus Celsius, por

$$T(t) = 18 + 8\text{sen}\left(\frac{\pi(t-8)}{12}\right), \quad t \in [0, 24]$$

a) Represente graficamente a função e determine graficamente a amplitude térmica (diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima) verificada nesse dia. (Sugestão: Calcular máximo e mínimo da função)



b) A que horas desse dia a temperatura do ar atingiu 14°C ?

(Sugestão: Calcular interseção)

(A) 6 h e 22 h

(B) 7 h e 23 h

(C) 6 h e 23 h

(D) 7 h e 22 h

3. Seja f a função, de domínio $[0, \frac{\pi}{2}]$, definida por $f(x) = \text{sen}(2x) \cdot \cos x$

No domínio indicado, determine, recorrendo às capacidades gráficas da sua calculadora, um valor, aproximado às décimas, da área do triângulo $[ABC]$, em que:

- A é o ponto do gráfico da função f cuja ordenada máxima;
- B e C são os pontos de interseção do gráfico da função f com a reta de equação $y = 0,3$.

Reproduza, na folha de respostas, o gráfico, ou gráficos, visualizado(s) na calculadora, devidamente identificado(s), incluindo o referencial. Desenhe o triângulo $[ABC]$, assinalando os pontos que representam os seus vértices.

Nota: Nas coordenadas dos vértices em que é necessário fazer arredondamentos, utilize duas casas decimais.



AL 1.1. QUEDA LIVRE: FORÇA GRAVÍTICA E ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

Objetivo Geral

Determinar a aceleração da gravidade num movimento de queda livre e verificar se depende da massa dos corpos.

1. Metas Específicas

1. Medir tempos e determinar velocidades num movimento de queda.
2. Determinar a aceleração num movimento de queda (medição indireta), a partir da definição de aceleração média, e compará-la com o valor tabelado para a aceleração da gravidade.
3. Avaliar a exatidão do resultado e calcular o erro percentual, supondo uma queda livre.
4. Concluir que, na queda livre, corpos com massas diferentes experimentam a mesma aceleração.

2. Introdução Teórica

Segundo Aristóteles a queda dos corpos dependia da sua massa, quanto maior a massa mais depressa cairiam esses mesmos corpos. No séc XVI Galileu opôs-se a essa teoria dizendo que corpos com massas diferentes quando lançados da mesma altura e na ausência da resistência do ar atingiriam o solo ao mesmo tempo.

Dizemos que um objeto está em queda livre quando a única força que sobre ele atua é a força gravítica.

Quando o objeto em queda livre está perto da superfície da Terra, a força gravitacional é quase constante. Como resultado, um objeto em queda livre cai com uma aceleração constante. Esta aceleração é representada por o símbolo g , cujo valor à superfície da Terra é aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$.

Como o movimento ocorre na vertical e a aceleração é g , pela lei do movimento podemos escrever: $y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$ (SI), e a lei da velocidade pode ser traduzida pela expressão: $v = v_0 + g t$ (SI)

3. Prevê

1. Supõe um corpo à superfície da Terra que está em queda, não havendo resistência do ar.
 - 1.1. Que forças atuam sobre esse corpo?
 - 1.2. Será que o corpo está sujeito a alguma aceleração?
 - 1.3. Como classificas o movimento desse corpo?
 - 1.4. Escreve a equação que permite saber a posição do corpo para cada instante de queda.
2. Se a Lua gira à volta da Terra porque a Terra exerce sobre a Lua uma força (Força Gravítica) $F_g = G \frac{Mm}{d^2}$ tal como a Terra exerce sobre um corpo à sua superfície. Então a Lua está em queda livre. Explica porque será que a Lua não cai para a Terra?
3. Será que uma bola experimentará durante a subida uma aceleração diferente da que ocorre na descida?

4. Material

Unidade portátil TI-Nspire


CBR

Suporte

Bola

5. Procedimento

Liga o cabo do CBR à unidade portátil.


Liga a unidade portátil e seleciona o ícone 

Escolhe um intervalo de tempo curto (2,5 s). Para isso faz **menu** → **1**: Experiência → **8**: Configuração de recolha. Preenche os campos indicados no ecrã. Quando terminares faz OK e continua com o procedimento a seguir indicado.

Coloca o CBR num suporte, a cerca de 1,5 m do chão, e coloca a bola no chão debaixo do sensor, de modo que este meça a altura a que a bola se encontra. Para isso faz

menu → **1**: Experiência → **9**: Configurar sensor → **4**: Inverter.

menu → **1**: Experiência → **9**: Configurar sensor → **3**: Zero.

Coloca a bola a cerca de 30 cm do sensor de posição (CBR) e larga-a no instante em que o colega acionar o botão **Iniciar** da unidade portátil . O sensor vai registando, em função do tempo, a distância a que a bola se encontra. Os pontos em que a bola está mais perto do sensor são os diversos pontos de altura máxima atingidos pela bola após cada ressalto. Os pontos de altura zero são os pontos em que a bola se aproxima do solo.

Faz o mesmo procedimento usando uma bola de massa diferente.

6. Resultados

Do gráfico obtido seleciona uma parte correspondente à queda.

Com o cursor sobre a região selecionada faz **menu**: **2**: Dados **5**: Rasurar dado → **2**: Fora da região selecionada.

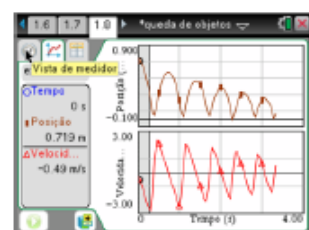
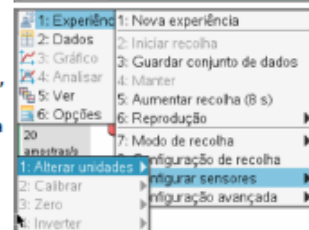
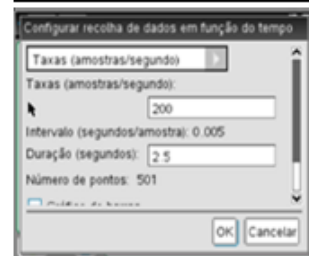
menu **4**: Analisar → **6**: Ajuste de curva

Escolhe para o gráfico posição a função que melhor se ajusta à parte do gráfico correspondente à queda.

Procede de igual modo para o movimento de subida da bola.

Abre uma nova página para registares os valores das acelerações obtidas em cada ensaio.

Para isso faz **ctrl** **doc+**  **4**: Adicionar Listas e Folha de Cálculo.



7.Cálculos

Na página Listas e Folha de Cálculo e com o cursor na célula 1 faz a média $\text{=AVERAGE}(\text{B3:D3})$:dados \rightarrow $\text{=AVERAGE}(\text{B6:D6})$:Lista \rightarrow $\text{=AVERAGE}(\text{B3:D3})$:média

8.Reflete

1. Compara os valores da aceleração da gravidade determinados experimentalmente com o valor padrão e calcula o erro percentual.
2. Pelos resultados obtidos indica se a aceleração da gravidade depende da massa dos corpos.

AL 2.1 – TITULAÇÃO ÁCIDO - BASE

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

Objetivo geral

Realizar uma titulação ácido-base para determinar a concentração de uma solução de um ácido (ou de uma base).

1. Metas específicas

Descrever a técnica de titulação ácido-base como uma técnica analítica que permite determinar a concentração de um ácido ou de uma base a partir de uma reação entre um ácido e uma base;

Distinguir o titulante do titulado;

Traçar curvas de titulação a partir dos valores de pH medidos;

Determinar graficamente o ponto de equivalência e o volume de titulante usado até se atingir o ponto de equivalência;

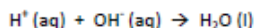
Determinar a concentração do titulado a partir dos dados extrapolados da curva de titulação.

2. Introdução teórica

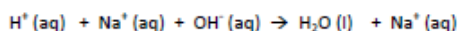
Uma reação de ácido-base é uma reação entre um ácido e uma base. Sendo os ácidos, as bases e os sais, eletrólitos, originam iões em solução aquosa.

A volumetria ácido-base ou análise volumétrica de ácido – base é um procedimento em que se determina a concentração de uma espécie em solução fazendo-a reagir totalmente com uma espécie existente noutra solução e cujo valor da concentração se conhece.

Na titulação de uma solução de ácido sulfúrico H_2SO_4 , de concentração desconhecida com uma solução básica de hidróxido de sódio, NaOH, cuja concentração se conhece, podemos determinar a concentração de H_2SO_4 , pois os iões de hidrogénio do H_2SO_4 , reagem com os iões de hidróxido do NaOH, segundo a equação química:



Como podemos ver Na^+ são iões espetadores.



Quando uma solução aquosa de H_2SO_4 é titulada com uma solução aquosa de NaOH, o pH da solução ácida é inicialmente baixo. À medida que a base é acrescentada, a alteração no pH é gradual até estar próximo do ponto de equivalência, quando é adicionada uma quantidade estequiométrica de titulante ao titulado. Perto do ponto de equivalência, o pH aumenta muito rapidamente. A alteração no pH torna-se depois novamente mais gradual, antes de estabilizar com a adição de excesso de base.

Para uma temperatura de 25° C:

- Uma titulação de ácido forte – base forte, o pH do ponto de equivalência é 7 pois o sal formado é um sal neutro, $[HO^-] = [H_3O^+]$.
- Uma titulação ácido forte – base fraca, o pH do ponto de equivalência é menor do que sete pois solução resultante tem carácter ácido, logo $[H_3O^+] > [HO^-]$
- Uma titulação ácido fraco base forte o pH do ponto de equivalência é maior que 7 pois solução resultante tem carácter básico, pelo que $[HO^-] > [H_3O^+]$.

Como $pH = -\log [H_3O^+]$ quanto maior for a concentração de H_3O^+ menor é o pH

A escolha do indicador usado na titulação obedece aos seguintes critérios; preferencialmente deve abranger o pH no ponto de equivalência, e/ou ter um zona de viragem que esteja incluído na zona de variação abrupta da curva de titulação.

Na tabela seguinte apresentam-se alguns indicadores ácido – base mais utilizados em laboratório

Indicador	Zona de viragem	Cor em meio ácido	Cor em meio básico
Alaranjado de metilo	3,1 - 4,4	Vermelho	Amarelo
Tintura azul de tornesol	5,0 - 8,0	Vermelho	Azul
Azul de bromotimol	6,0 - 7,6	Amarelo	Azul
Solução alcoólica de fenolftaleína	8,2 - 9,8	Incolor	Carmim

3. Prevê

Escreve a equação da reação que ocorrerá entre o H_2SO_4 e o NaOH

Faz um esboço da curva de titulação que esperas obter nesta atividade experimental.

Dos indicadores apresentados na tabela anterior, qual é que escolherias para a tua titulação? Justifica.

4. Material e Reagentes

- Unidade portátil TI-Nspire
- Lab Cradle
- Bureta
- Pompete
- Pipeta volumétrica 20,00 mL
- Sensor de pH
- Suporte Universal
- Garra para bureta
- Goblés
- Placa com agitação magnética
- Agitador magnético
- Solução ácida
- Solução básica
- Indicador universal
- Água destilada



5. Procedimento

Lava e passa a bureta com solução titulante (NaOH), recolhendo o líquido de lavagem num copo de precipitação. Depois de colocares a bureta no suporte regista o valor da menor divisão da escala, enche a bureta com o auxílio de um funil, verifica que não existem bolhas de ar (caso existam abrir a torneira até estas serem eliminadas)


Mede rigorosamente com uma pipeta volumétrica 20,00 mL de H_2SO_4 e coloca num goblé. Adiciona-lhe cerca de 30 mL de água destilada.

Coloca o agitador magnético no copo de precipitação e 3 gotas de fenolftaleína. Caso não possuas agitador deves agitar manualmente num movimento circular sempre que adicionas o titulante antes de registares o valor de pH.

Coloca a unidade portátil no Lab Cradle.

Liga o sensor de pH (*) a um dos canais analógicos do Lab Cradle.

(*) Previamente calibrado


Se aparecer o ecrã ao lado escolhe o ícone 





É comum o sensor ser logo reconhecido aparecendo algo semelhante ao seguinte ecrã.

Como pretendes ver como varia o pH em função do volume prepara o programa para registar o pH para cada volume de base adicionado.


Para o fazeres procede do seguinte modo:

 → 1: Experiência → 7: Modo de recolha → 2: Eventos com entrada. Ou sobre o campo **Modo** escolher a opção **Eventos com entrada**





Pressionando o botão  podes indicar o nome dos eventos. Inicia a recolha pressionando o botão iniciar recolha  (canto superior esquerdo)

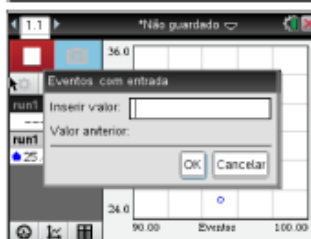
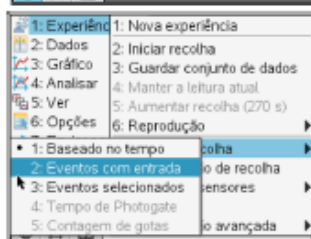
Deixa cair cerca de 1mL de titulante e insere o valor rigoroso do volume.

Pressionando o botão da máquina fotográfica  fica registado o valor de pH

Continua a adição de titulante em porções de cerca de 1mL e quando se aproximar do ponto de equivalência faz a adição gota a gota.

Quando pretendes terminar pressiona o botão vermelho 

Para marcares um novo conjunto de resultados pressiona o botão 



5. Resultados

Calcula a média aritmética dos volumes de titulante gastos até se atingir o ponto de equivalência.

Mediante os valores obtidos na experiência, calcula a concentração de H_2SO_4 , atendendo à estequiometria da reação.

6. Reflete

A curva obtida na atividade experimental coincide com as tuas previsões?

Porque é que a fenolftaleína pode ser usada nesta experiência apesar de não ter uma zona de viragem que abrange o ponto de equivalência desta titulação?

Porque será que não há necessidade de medir com rigor a água adicionada ao titulado?

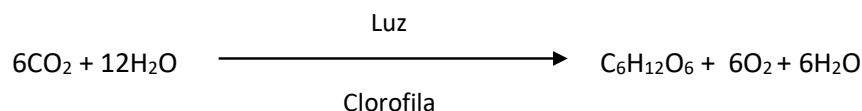
Anexo M – Atividade laboratorial de Biologia

Biologia e Geologia 11.º Ano

Introdução

A fotossíntese é um processo complexo através do qual organismos autotróficos produzem matéria orgânica a partir de moléculas inorgânicas, com intervenção de energia luminosa.

Globalmente, a fotossíntese nas plantas pode ser esquematizada através da seguinte equação química:



Esta reação corresponde à transformação de energia luminosa em energia química, que se acumula nas ligações químicas das moléculas orgânicas.

A solução de azul de metileno é um indicador da presença de oxigénio. Fica incolor na sua presença e permanece azul na sua ausência.

Protocolo Experimental

Material

- Elódea (ou outra planta aquática)
- 5 Frascos de plástico
- 5 Sensores de O₂
- 5 Unidades portáteis Texas Instruments Nspire CXII (calculadora)
- Gobelés
- Provetas
- Água da torneira
- Água mineral gaseificada
- Papel de alumínio
- Azul de Metileno
- Tesoura
- 3 Candeeiros com lâmpadas de 100 W




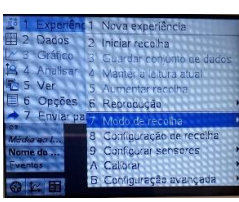




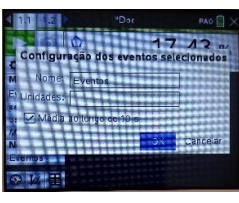
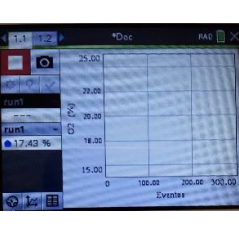

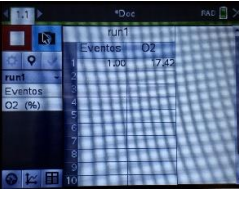
Procedimento

1. Nos 5 frascos, faça a seguinte montagem:

Frasco	Materiais adicionados
1	100 mL Água da torneira + 100 mL Água mineral gaseificada + 1 gota de Azul de Metileno e exposto à luz
2	100 mL Água da torneira + 100 mL Água mineral gaseificada + 1 gota de Azul de Metileno e envolvido em papel de alumínio (ausência de luz)
3	100 mL Água da torneira + 100 mL Água mineral gaseificada + 1 gota de Azul de Metileno + Planta aquática e exposto à luz
4	100 mL Água da torneira + 100 mL Água mineral gaseificada + 1 gota de Azul de Metileno + Planta aquática e envolvido em papel de alumínio (ausência de luz)
5	100 mL Água da torneira + 100 mL Água mineral gaseificada + Planta aquática e exposto à luz

NOTA: A mudança de coloração nos frascos pode implicar um tempo de espera superior à duração da aula.

1. Introduza o sensor de O₂ no frasco respetivo. **O sensor não pode entrar em contacto com o líquido.**
2. Ligue o sensor de O₂ à unidade portátil TI Nspire CXII (calculadora).
3. Na **calculadora** ative o **modo de recolha**:

<p>1. Se aparecer o ecrã ao lado, escolhe o ícone .</p>	
<p>2. É comum o sensor ser logo reconhecido, aparecendo o seguinte ecrã:</p>	
<p>3. Como pretende recolher os valores de O₂ de 5 em 5 minutos (durante 20 minutos), deve escolher opção Eventos selecionados.</p>	
<p>Para isso pressione menu 1:experiência→7: modo de recolha→3: Eventos Seleccionados ou sobre o campo  Modo escolha a opção Eventos selecionados. Pode indicar o nome dos eventos e, como os dados são um pouco instáveis, faça a média de 10 segundos de contagem.</p>	
<p>4. Pressione o botão iniciar recolha  quando pretender iniciar o registo dos valores de O₂, pressione o botão da máquina fotográfica .</p>	
<p>5. Registe T0 e inicie a contagem do tempo com um cronómetro. Registe T5, T10, T15 e T20.</p>	
<p>6. Para parar basta clicar no botão parar recolha .</p>	

4. Ligue o candeeiro no caso dos **frascos 1, 3 e 5**.

Registo dos Resultados

Frasco	Condições de iluminação	Coloração inicial	Coloração final	Valores de O ₂ (%)	
				T0	T5
1	Luz	Azul		T10	T15
2	Obscuridade	Azul		T20	T0
3	Luz	Azul		T5	T10
4	Obscuridade	Azul		T15	T20
5	Luz	Incolor		T0	T5
				T10	T15
				T20	

Tópicos de Discussão

1. Refira qual a função dos tubos 1 e 2.
2. Refira a razão de se ter usado água gaseificada em vez de apenas água da torneira.
3. Compare os resultados obtidos nos tubos 3 e 4.
4. Identifique as variáveis independente e dependente.
5. Formule uma hipótese explicativa do resultado obtido no tubo 3.
6. O azul de metileno é reduzido pelo O₂. Utilize esta informação e os dados da experiência para provar que na fotossíntese se liberta O₂.