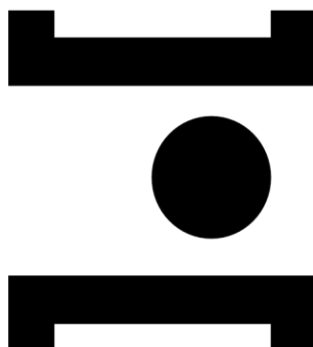


**INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM**  
**Escola Superior de Educação**



**POLITÉCNICO  
DE SANTARÉM**

**A abordagem STEM na aprendizagem da solubilidade: uma  
experiência com alunos do 11º ano**

**Trabalho de Projeto**

**Mestrado em Recursos Digitais em Educação**

**Carla Alexandra Quintão Gomes**

**Orientação:**

**Professora Doutora Marisa Sofia Monteiro Correia**

novembro, 2023

## **Agradecimentos**

“Podemos ensinar um aluno uma lição por dia, mas se conseguirmos ensinar a criar curiosidade ele continuará o processo de aprendizagem enquanto ele viver”

Clay P. Bedford

A realização deste estudo foi viabilizada graças à ajuda e participação, tanto direta quanto indireta, de diversas pessoas e instituições. É meu desejo expressar minha gratidão especialmente a elas.

À minha filha Beatriz pelo estímulo dado para me matricular neste mestrado e por toda a ajuda e incentivo que sempre dedicou à mãe.

Aos meus pais pelo apoio, confiança e ânimo durante todo o percurso da minha vida académica e pessoal.

À Professora Doutora Marisa Correia que me acompanhou durante este trajeto, pela disponibilidade manifestada para orientar este trabalho, esclarecendo dúvidas e indicando caminhos.

Aos meus alunos, principais protagonistas deste trabalho, agradeço por me terem permitido participar nas vossas aprendizagens e pelo vosso empenho, motivação e participação ativa nas tarefas que vos propus.

Aos meus colegas de mestrado pela ajuda que sempre me deram e pela partilha de ideias, especialmente o Zé, que me aturou e ajudou com todas as dúvidas sobre os Arduinos. Foi um prazer partilhar convosco estes 2 anos. Desejo-vos um futuro risonho.

Aos meus colegas de informática, do Agrupamento de Escolas de Almeirim pela ajuda nas várias dúvidas na área das TIC.

## Resumo

Este projeto analisa a influência da abordagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no desenvolvimento cognitivo dos alunos, na aprendizagem sobre solubilidade e no interesse nas áreas STEM. Para tal, os alunos realizaram uma atividade laboratorial usando placas de Arduino® ligadas a sensores, para estudar a influência da temperatura na solubilidade de um soluto sólido em água. O projeto envolveu 35 alunos do 11º ano de escolaridade, de uma escola de Almeirim. Para analisar o impacto do projeto recorreu-se a uma metodologia mista, que incluiu a aplicação de um teste de associação de palavras (WAT - *Word Association Test*) e de um inquérito por questionário, antes e depois da intervenção pedagógica. Os resultados evidenciam uma melhoria no desenvolvimento cognitivo dos alunos, mas uma diminuição do seu interesse pelas áreas STEM. Contudo, foram identificadas dificuldades de aprendizagem que requerem aperfeiçoamento das atividades, além do estudo mais aprofundado das suas causas.

**Palavras-chave:** estudo da solubilidade; estruturas cognitivas; interesse pelas áreas STEM; educação STEM.

## STEM approach in learning solubility: an experience with 11th grade students

### Abstract

This project examines the influence of the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach on students' cognitive development, learning about solubility, and motivation in STEM fields. To this end, students conducted a laboratory activity using Arduino® boards connected to sensors to study the influence of temperature on the solubility of a solid solute in water. The project involved 35 11th-grade students from a school in Almeirim, Portugal. To analyse the impact of the project, a mixed methodology was used, which included the application of a WAT (Word Association Test) and a questionnaire survey before and after the pedagogical intervention. The results demonstrate an improvement in the students' cognitive development, but a decrease in their interest in STEM areas. However, learning difficulties were identified that require the improvement of activities, as well as further study of their causes.

**Keywords:** solubility study; cognitive structures; interest in STEM fields; STEM education.

## Índice Geral

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>i</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ii</b>
<b>Índice Geral</b> .....	<b>iii</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>iv</b>
<b>Lista de tabelas</b> .....	<b>v</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo I - Enquadramento teórico</b> .....	<b>5</b>
1.1 Competências do séc. XXI e metodologias ativas .....	5
1.2 Abordagem STEM.....	9
1.3 Modelos para a condução de uma abordagem STEM.....	10
1.4 Estudos sobre a educação STEM .....	13
<b>Capítulo II - Descrição geral do projeto</b> .....	<b>21</b>
2.1 Opções metodológicas .....	21
2.2 Diagnóstico da situação .....	22
2.3 Caracterização dos participantes .....	25
2.4 Descrição da atividade .....	26
2.5 Instrumentos de recolha de dados.....	28
2.5.1 WAT ( <i>Word Association Test</i> ).....	28
2.5.2 Questionários.....	31
2.6 Análise e tratamento de dados .....	32
<b>Capítulo III - Apresentação dos resultados</b> .....	<b>37</b>
3.1 Desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos e aprendizagens realizadas pelos alunos.....	37
3.2 Interesse dos alunos face às ciências e nas profissões STEM.....	52
<b>Capítulo IV - Discussão dos resultados e conclusões</b> .....	<b>63</b>
4.1 Discussão dos resultados.....	63
4.2 Conclusão .....	66
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>71</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>75</b>

Anexo A: Pedido de autorização aos EE.....	75
Anexo B: Protocolo para a elaboração da atividade laboratorial. ....	76
Anexo C: Guião para a elaboração do relatório da atividade laboratorial.....	83
Anexo D: Testes WAT .....	86
Anexo E: Questionário.....	90

### **Lista de figuras**

<b>Figura 1:</b> Eu consigo ter boas notas a: ciências; matemática (Questão1). ....	52
<b>Figura 2:</b> Ter sucesso nas seguintes disciplinas irá ajudar-me na minha carreira futura: ciências; matemática (Questão 5).....	53
<b>Figura 3:</b> Eu interesso-me por carreiras na área de: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 7).....	53
<b>Figura 4:</b> Eu vou ter mais saídas profissionais se seguir uma área relacionada com: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 13). ....	54
<b>Figura 5:</b> Se eu seguir uma carreira nesta área, vou ser mais reconhecido(a) pelo meu trabalho: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 14).....	54
<b>Figura 6:</b> Eu consigo aprender a trabalhar com Tecnologias (Questão 17).....	55
<b>Figura 7:</b> Eu espero usar Tecnologias na minha carreira futura (Questão 18).....	55
<b>Figura 8:</b> Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Engenharia (Questão 21). ....	56
<b>Figura 9:</b> Eu espero usar conhecimentos de Engenharia na minha carreira futura (Questão23).....	56
<b>Figura 10:</b> Eu quero seguir uma carreira numa área relacionada com: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 26). ....	57
<b>Figura 11:</b> Eu irei tirar um curso universitário numa área de: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 30). ....	57
<b>Figura 12:</b> Compreendo facilmente o que é explicado em Física e Química A (Questão 2).58	
<b>Figura 13:</b> Para mim, Física e Química A é uma disciplina difícil (Questão 6).....	58
<b>Figura 14:</b> Realizo as atividades de física e química com facilidade (Questão 21).....	59
<b>Figura 15:</b> Acho que estudar física e química é perda de tempo (Questão 9). ....	59
<b>Figura 16:</b> Sinto que resolver as atividades de física e química é útil para a vida (Questão 14). .....	60
<b>Figura 17:</b> Estudar física e química dá-me competência (Questão 25). ....	60
<b>Figura 18:</b> Ir para as aulas de Física e Química A é agradável (Questão 12). ....	61
<b>Figura 19:</b> Gosto de estudar física e química (Questão 16). ....	61

**Figura 20:** O meu interesse por física e química vai diminuindo ao longo do tempo de escola (Questão 20)..... 62

### **Lista de tabelas**

**Tabela 1:** Habilitações literárias dos pais. .... 25

**Tabela 2:** Distribuição das questões do questionário pelas categorias analisadas. .... 35

**Tabela 3:** Tabela de frequências dos testes WAT antes (M1) e após (M2) a atividade..... 38

**Tabela 4:** Mapa de frequências antes da atividade. .... 40

**Tabela 5:** Natureza das relações entre palavra estímulo e palavra resposta, antes da atividade.  
..... 44

**Tabela 6:** Mapa de frequências após a atividade. .... 46

**Tabela 7:** Natureza das relações entre palavra estímulo e palavra resposta, após a atividade.  
..... 50

## **Introdução**

Na sociedade atual, é inegável a relevância da integração e do uso das tecnologias digitais nas atividades humanas, tanto a nível pessoal como profissional. Essa integração também ocorre no contexto educacional, afetando os processos de ensino-aprendizagem e tornando cada vez mais inviável o ensino tradicional, baseado unicamente na transmissão oral de informações. Diante desta realidade, as instituições e os professores enfrentam o desafio de educar e formar cidadãos críticos e atualizados, capazes de aplicar os conhecimentos científicos na sua conduta pessoal e profissional, orientando a sua capacidade de atuação na sociedade (Teones et al., 2020).

Tendo em conta as atuais políticas educativas do Ministério da Educação, nomeadamente, o que está consignado no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) e que remete para o desenvolvimento de competências, tais como: a criatividade; a comunicação; o pensamento crítico; a resolução de problemas; entre outras (Martins et al., 2017), torna-se necessário que a escola se adapte às necessidades de mudança, moldando-se e transformando-se interventivamente, correspondendo aos desafios da transformação tecnológica.

Segundo Oliveira et al. (2015), nas metodologias ativas além dos processos de ensino-aprendizagem também as estratégias, os materiais, os meios a serem utilizados e a postura dos professores e alunos sofrem uma completa reorganização.

As metodologias ativas rompem com o modelo tradicional ao colocar o aluno como protagonista principal, enquanto os professores são intermediários ou facilitadores do processo. O aluno é estimulado a participar na aula, através de trabalhos em grupo ou discussão de problemas. O aluno deixa de ser apenas um recetor de informação sendo o centro do processo de ensino-aprendizagem, tornando as aulas mais dinâmicas e interessantes para os alunos.

Como refere Finkler et al. (2008), é muito importante refletir sobre

a imperiosa necessidade de se estabelecer novos parâmetros para a prática educativa, pressupondo o desenvolvimento e a utilização de aportes teóricos menos tradicionais e mais participativos, como forma de contemplar a diversidade social existente e a complexidade do ser humano e suas relações. (p.141)

STEM é o acrónimo de Ciência (*Science*), Tecnologia (*Technology*), Engenharia (*Engineering*) e Matemática (*Mathematics*). É um termo que tem sido amplamente utilizado nos últimos anos para destacar a importância destas disciplinas para o desenvolvimento e progresso da nossa sociedade.

A educação STEM apresenta-se como uma abordagem ativa e segundo Aguilera et al. (2021), o seu surgimento na investigação e na prática da ciência, tecnologia, engenharia e educação matemática é hoje um facto incontestável a nível internacional.

STEM não é apenas um conjunto de matérias escolares ou um conjunto de habilidades técnicas. Em vez disso, é uma abordagem interdisciplinar que combina conhecimentos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática para solucionar problemas e criar inovações em diferentes áreas. É uma forma de pensar que valoriza a criatividade, a curiosidade e a capacidade de aplicar conhecimentos em situações práticas (Department of Further and Higher Education [DFHE], 2020).

A ciência permite-nos desenvolver o nosso interesse e compreensão do mundo vivo, material e físico e desenvolver as competências de colaboração, investigação crítica e experimentação. A tecnologia abrange uma série de áreas que envolvem a aplicação do conhecimento, competências e pensamento computacional. A engenharia baseia-se na conceção e criação de design de protótipos e artefactos, fundamentando-se em métodos científicos para fornecer as competências e conhecimentos necessários para resolver problemas do mundo real. A matemática dota-nos das competências necessárias para interpretar e analisar informação, simplificar e resolver problemas, avaliar o risco, tomar decisões informadas e compreender ainda mais o mundo que nos rodeia através da modelação de problemas abstratos e concretos (DFHE, 2020).

Sanders (2009) identificou a educação STEM como a integração de várias disciplinas usadas na solução de problemas do mundo real. Nesse sentido, pode ser vista como uma abordagem curricular integrada para o estudo dos grandes desafios da nossa época. Nadelson e Seifert (2017) definem o STEM integrado como uma abordagem que envolve condições que exigem a aplicação do conhecimento e práticas de várias disciplinas STEM para aprender ou resolver problemas transdisciplinares. A educação STEM é multifacetada e vai muito além das principais disciplinas que constituem o acrónimo.

Grande parte das profissões do século XXI são, ou estarão relacionadas com a ciência e/ou com a tecnologia, tornando-se indispensável uma boa oferta de recursos humanos nessas áreas que permita uma maior inovação. Nos últimos anos, tem sido sublinhada a importância de proporcionar aos alunos uma forte educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Os profissionais qualificados nas áreas da ciência e tecnologia, são necessários para as sociedades se manterem economicamente competitivas no mercado global e para preencherem exigências contemporâneas (Thibaut et al., 2018). Além disso, segundo Thibaut et al. (2018), todos os cidadãos, mesmo os que não lidam diretamente com ciência e tecnologia, devem ter as capacidades e competências necessárias para lidar com os desafios de nossa sociedade, altamente tecnológica e baseada na informação.

A educação STEM deve proporcionar aos alunos oportunidades excitantes e experiências de aprendizagem profundas que lhes permitam ser engenhosos e confiantes. Trata-se também de encorajar e inspirar mais jovens, particularmente mais mulheres, a especializarem-se em ciência, tecnologia, engenharia e matemática durante a sua educação e formação, de modo a abrir as portas para empregos, carreiras e oportunidades de vida estimulantes e gratificantes (DFHE, 2020).

As atividades propostas de acordo com uma abordagem STEM envolvem várias tarefas onde os alunos trabalham em grupo, podendo desta forma aprender a trabalhar em equipa, um aspeto fundamental para as suas carreiras futuras e poderá, também, ser um aspeto de integração social (Gago et al., 2004).

Tendo em conta que a educação STEM vai ao encontro das necessidades que emergem do século XXI, apostando fortemente num desenvolvimento científico e tecnológico, este trabalho tem como principal objetivo conhecer de que forma a abordagem STEM pode contribuir para o desenvolvimento das estruturas cognitivas e para as aprendizagens num tema da química, a solubilidade, nos alunos do 11<sup>o</sup> ano de escolaridade. Para dar resposta a esta problemática identificaram-se três questões orientadoras:

- Como evoluem as estruturas cognitivas e de aprendizagem dos alunos, após a realização das atividades STEM?
- Que aprendizagens sobre o tópico da solubilidade realizam os alunos com a implementação da atividade STEM?
- Como evolui o interesse dos alunos pela área das ciências e por carreiras nas áreas STEM?

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos. No primeiro capítulo, enquadramento teórico, faz-se uma apresentação breve do trabalho, apresentando o objetivo e as questões orientadoras e está dividido em quatro subcapítulos, no primeiro, aborda-se as metodologias ativas no ensino, no segundo faz-se uma descrição do que é a abordagem STEM mostrando a sua finalidade, no terceiro apresentam-se alguns modelos STEM e descrevem-se as suas principais potencialidades, com base em estudos já realizados e no quarto apresentam-se alguns estudos sobre a educação STEM.

O segundo capítulo é destinado à descrição do projeto, dividido em seis subcapítulos. No primeiro justificam-se as opções metodológicas assumidas, tendo por base uma metodologia mista, no segundo faz-se o diagnóstico da situação onde é feito um enquadramento curricular, do tópico da solubilidade, no terceiro subcapítulo caracterizam-se os participantes, no quarto faz-se uma descrição da atividade, no quinto, descrevem-se os vários instrumentos de recolha de dados, nomeadamente o WAT e os questionários e no sexto subcapítulo descreve-se como foi feita a análise e tratamento dos dados.

No terceiro capítulo, apresentam-se os resultados da recolha de dados organizados de acordo com os objetivos.

Finalmente, no quarto capítulo, discutem-se os resultados e apresentam-se as principais conclusões sobre todo o trabalho desenvolvido.

## **Capítulo I - Enquadramento teórico**

### **1.1 Competências do séc. XXI e metodologias ativas**

A história do ser humano está intrinsecamente relacionada com o processo de aprendizagem. Desde tempos imemoriais, o ensino e a aprendizagem têm sido fundamentais, suscitando assim, questionamentos acerca da sua natureza. Atualmente, a aprendizagem é compreendida como um processo dinâmico e participativo, em que não nos limitamos a receber passivamente conhecimentos ou a assistir às nossas próprias experiências. Ao invés, somos agentes ativos, capazes de decodificar, processar e recodificar a informação em termos pessoais (Pinto, 2003).

Segundo este autor,

a aprendizagem é o processo responsável pela transformação de um estado inicial (situação presente em termos de competências, saberes, etc.), num estado final (aquisição ou desenvolvimento de novas competências ou saberes), através da experiência (vários tipos de atividade ou procedimentos). (p. 12)

O perfil dos alunos que concluem a escolaridade obrigatória em Portugal é uma fonte de inspiração para a aprendizagem no século XXI. Este perfil oferece uma base sólida para a organização do sistema educacional português, com o objetivo de preparar os alunos para a sociedade da informação e do conhecimento. O que poderá ser alcançado por meio de ferramentas essenciais para a prática da cidadania ativa (Direção geral da educação [DGE], 2018).

Conforme o Despacho n.º 6478/2017, de 26 de Julho (2017), o referencial PASEO, criado em Portugal, “constitui, pois, um documento de referência para a organização de todo o sistema educativo e para o trabalho das escolas, contribuindo para a convergência e a articulação das decisões inerentes às várias dimensões do desenvolvimento curricular.” (p. 15484), com a finalidade de “organização de todo o sistema educativo, contribuindo para a convergência e a articulação das decisões inerentes às várias dimensões do desenvolvimento curricular.” (Martins et al., 2017, p. 8).

Este referencial é dividido em diferentes categorias, incluindo princípios, visão, valores e áreas de competência. Os princípios e a visão são considerados as bases para a execução e gestão do currículo, bem como para o desenvolvimento educativo dos alunos após a conclusão da escolaridade obrigatória. Os valores são definidos como orientações para comportamentos e atitudes adequadas, enquanto as competências são entendidas como uma combinação complexa de conhecimentos, habilidades e atitudes que os alunos devem adquirir.

As áreas de competências inscritas no PASEO constituem um todo no âmbito da formação dos alunos, no entanto deve ser realçado a importância de algumas no contexto das

ciências, pela pertinência que evidenciam no desenvolvimento do conhecimento científico. Nesta área do saber o desempenho dos alunos deve orientar-se pelo desenvolvimento de competências científicas em contexto laboratorial, de modo a favorecer a aquisição de aprendizagens significativas pela descoberta (Martins et al., 2017).

A par destas, deverão desenvolver-se competências em diferentes áreas, incluindo competências em linguagem e textos, informação e comunicação, raciocínio e resolução de problemas, pensamento crítico e criativo, relacionamento interpessoal, e saber científico, técnico e tecnológico. Essas competências envolvem habilidades como interpretação de informações em diferentes formatos, aplicação de diferentes linguagens em diferentes contextos, pesquisa crítica e autónoma de informações, tomada de decisões, pensamento crítico e criativo, trabalho em equipe, manipulação de materiais e instrumentos diversificados e adaptação de ações a diferentes contextos naturais, tecnológicos e socioculturais. Essas competências são relevantes para o desenvolvimento dos alunos em diferentes áreas de aprendizagem e participação na sociedade (Martins et al., 2017).

Para implementar as ideias expressas no referencial do PASEO, é fundamental que se realizem projetos que fomentem a autonomia e flexibilidade curricular. Tais projetos devem permitir o êxito escolar e a participação ativa de toda a comunidade educativa na gestão curricular. Conforme Alves (2017) afirma, a escola precisa adotar uma atitude flexível e inclusiva que respeite a diversidade de habilidades, ritmos e valores dos alunos, com o objetivo de promover as aprendizagens através da execução de um currículo organizado com objetivos e conteúdos claramente definidos. O autor também destaca a importância de incluir no currículo os conhecimentos considerados universais, abstratos e formais (Alves, 2017).

De acordo com o Decreto Lei nº 55/2018 de 6 de Julho (2018), as Aprendizagens Essenciais (AE) constituem a orientação curricular de base, para efeitos de planificação, realização e avaliação do ensino e da aprendizagem e contribuem para o desenvolvimento das áreas de competências inscritas no PASEO, tendo por base os documentos curriculares em vigor.

O processo de ensino e aprendizagem deve concentrar-se em ambientes de aprendizagem diversificados e metodologias ativas que promovam competências baseadas em aprendizagens significativas. Isso implica a articulação entre o conhecimento e o saber fazer, o desenvolvimento da capacidade de pensar de forma crítica e criativa, a experimentação como estratégia de operacionalização do conhecimento, a capacidade de resolução de problemas, a autonomia, o desenvolvimento pessoal e as relações interpessoais, bem como o trabalho em pares ou em grupo para incrementar as literacias de informação, comunicação e científicas através de métodos de trabalho científico, como atividades laboratoriais (Martins et al., 2017).

A base para a aprendizagem deve ser, sempre que possível, o mundo natural e a vida dos seres humanos. Descobrir a explicação para fenómenos do quotidiano na ciência é um excelente incentivo para procurar conhecimento e reconhecer a ciência, especialmente a Química, como ferramentas essenciais para a compreensão do mundo que nos rodeia. Além disso, os avanços da ciência e da tecnologia, episódios da história da ciência e outros contextos culturais, nos quais a ciência se insere, permitem validar a transdisciplinaridade do ensino da ciência e reconhecer sua importância na formação do cidadão do século XXI.

Historicamente, os métodos convencionais de ensino concebiam o papel do professor como uma figura de autoridade sobre o aluno. No entanto, transformações sociais têm gerado mudanças significativas na perceção do processo de ensino-aprendizagem, culminando no surgimento das chamadas "metodologias ativas de aprendizagem". Nesses métodos, o aluno é visto como o protagonista central, e sua participação é fundamental para o desenvolvimento de novas habilidades, tais como a iniciativa, a criatividade, a reflexão crítica, a capacidade de autoavaliação e a colaboração em trabalhos de equipa. O professor, por sua vez, assume o papel de orientador, supervisor e facilitador do processo. O uso de metodologias ativas é, portanto, uma alternativa para despertar o interesse e a motivação dos alunos do século XXI (Lovato et al., 2018).

De acordo com Freiberger e Berbel (2010), numa sociedade cada vez mais complexa, é da responsabilidade da escola desenvolver as competências e habilidades dos estudantes. No entanto, os professores têm enfrentado, ao longo das últimas décadas, um crescente desinteresse dos alunos pelos conteúdos apresentados, além de uma perda de reconhecimento de sua autoridade. Atualmente, já não se considera que a simples transmissão de informações seja suficiente para caracterizar um processo de ensino-aprendizagem eficiente (Santos & Soares, 2011).

Vivemos num contexto social marcado pela era tecnológica, sem precedentes na história humana, onde a informação está disponível numa velocidade cada vez maior, sendo transmitida por meios cada vez mais avançados. Essa mudança requer das pessoas uma postura e autonomia que não eram exigidas décadas atrás (Freiberger & Berbel, 2010).

A comunicação entre os alunos adquire cada vez mais importância, uma vez que eles trocam informações, participam de atividades conjuntas, resolvem desafios, realizam projetos e avaliam-se mutuamente. Essa dinâmica já é comum fora da escola, nos grupos de redes sociais, onde compartilham interesses e experiências (Morán, 2015).

No processo de ensino-aprendizagem em que os alunos são vistos como parceiros, o papel do professor torna-se corresponsável na utilização de técnicas que favoreçam a participação. É fundamental que o professor tenha clareza sobre as competências e

habilidades que pretende desenvolver nos alunos, pois caso não sejam explícitas, a atividade pode perder parte de seu valor (Morán, 2015).

Segundo o autor, as metodologias ativas são o ponto de partida para avançar em direção a processos mais avançados de reflexão, integração cognitiva, generalização e reelaboração de novas práticas. Também destaca que a melhor forma de aprendizagem é a combinação equilibrada de atividades, desafios e informações contextualizadas (Morán, 2015).

Enfrentar o desafio de aplicar metodologias ativas requer estabelecer a autonomia e a liberdade do aluno, de modo que ele possa envolver-se ativamente no processo de aprendizagem e não seja simplesmente um mero espectador ou repetidor de informações. É importante que o aluno seja um indivíduo crítico, reflexivo e construtor do conhecimento. Nesse sentido, é essencial que os professores repensem o seu papel como educadores e adotem novas práticas pedagógicas, a fim de proporcionar uma educação transformadora que reflita a complexidade do mundo atual (Freire, 1996).

As metodologias ativas são consideradas uma estratégia viável para promover o desenvolvimento autónomo e participativo dos alunos, de forma dinâmica, integrada e colaborativa. Isso significa que o estudante passa a desempenhar um papel fundamental no processo de aprendizagem, contribuindo de maneira ética, intelectual, metodológica e comunicativa para a construção do conhecimento (Finkler et al., 2008).

As metodologias ativas baseiam-se na resolução de problemas pelos alunos, permitindo que estes encontrem caminhos, alternativas, possibilidades e escolhas apropriadas para tomar decisões em contextos complexos. Estas metodologias favorecem o desenvolvimento de competências, uma vez que os alunos devem ser competentes em relação à autoaprendizagem e à autogestão das suas necessidades de conhecimento de forma significativa e integrada às suas estruturas cognitivas. Isso envolve a problematização e a ressignificação dos saberes existentes para construir novos conhecimentos. É importante destacar que a competência socioprofissional está intrinsecamente relacionada à formação por meio da experimentação, das vivências e dos saberes do professor e do aluno. Nesse processo, há dimensões importantes a serem consideradas, como a dimensão pessoal, ética, política, social e cultural de cada indivíduo, que devem ser integradas de forma harmoniosa para que haja convivência e aprendizagem colaborativa. O ensino-aprendizagem, que leva em consideração as competências do aluno, permite que este assuma um papel mais ativo, livre e autónomo no que se refere aos conhecimentos a serem adquiridos, aos objetivos da aprendizagem e à forma como a aprendizagem deve ocorrer com autodeterminação, interdependência e interdisciplinaridade. É importante ressaltar que a interdependência

contribuirá para a integração das competências, mobilizando, articulando e fazendo interagir saberes, conteúdos, informação, propostas, disciplinas e currículos (Oliveira et al., 2015).

## **1.2 Abordagem STEM**

O acrónimo STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) foi utilizado pela primeira vez em 2001 por Judith A. Ramaley, diretora da divisão de Educação e Humanidades da Fundação Nacional de Ciência, em alusão aos currículos das disciplinas envolvidas. Desde então, tem vindo a ganhar importância, tanto a nível político como educativo (Aguilera et al., 2021).

No entanto, apesar da sua crescente influência, na prática esta abordagem não tem uma base teórica sólida para orientar o projeto e a interpretação de experiências educacionais baseadas em STEM, o que pode levar a sua consideração como apenas mais uma moda passageira. Para evitar isso, segundo Aguilera et al. (2021), foram estabelecidos três níveis de integração disciplinar para guiar a conceção e a implementação de atividades STEM. Esses níveis são multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar, cada um envolvendo um grau crescente de conexão entre os conteúdos de diferentes disciplinas.

A integração multidisciplinar envolve a combinação de conteúdos de diferentes disciplinas sem estabelecer conexões explícitas entre elas. Por exemplo, um projeto que combina conceitos de biologia, física e matemática sem integrá-los em um único problema ou tarefa.

A integração interdisciplinar envolve a conexão de conteúdos de diferentes disciplinas para resolver um problema ou completar uma tarefa. Por exemplo, um projeto que integra biologia, física e matemática para projetar um sistema de filtragem de água.

A integração transdisciplinar envolve a transcendência de fronteiras disciplinares para abordar problemas complexos do mundo real que exigem uma compreensão profunda de múltiplas disciplinas. Por exemplo, um projeto que integra biologia, física, matemática e engenharia para projetar e testar uma prótese.

No geral, a educação STEM enfatiza a integração de diferentes disciplinas para fornecer aos alunos uma compreensão holística do mundo e equipá-los com as habilidades necessárias para resolver problemas do mundo real (Aguilera et al., 2021).

Martín-Páez et al. (2019), avaliam a educação STEM como uma estratégia pedagógica que procura a interligação de conceitos, habilidades e posturas provenientes da ciência, tecnologia, engenharia e matemática na solução de questões práticas do mundo contemporâneo. É importante ter uma base teórica para orientar o projeto e a interpretação

das experiências educacionais baseadas em STEM, a fim de garantir que o movimento não se torne uma moda passageira. (Aguilera et al., 2021).

### **1.3 Modelos para a condução de uma abordagem STEM**

A implementação da educação integrada em STEM apresenta desafios: encontrar recursos e professores com conhecimentos nessas áreas e chegar a um consenso sobre como deve ser feita a sua aprendizagem e ensino; profunda reestruturação do currículo e das aulas (Nadelson & Seifert, 2017; Thibaut et al., 2018); necessidade de materiais e recursos ainda não disponíveis nas escolas e, conseqüentemente, grande consumo de tempo e dinheiro (Stohlmann et al., 2011).

Em relação ao currículo, é necessário converter um conjunto de conceitos desconexos e irrelevantes, com excessiva ênfase no conteúdo que é comumente ensinado de forma isolada, em situações que possam oferecer relevância e significado essenciais (Osborne & Dillon, 2008). A ênfase excessiva nas questões cognitivas de baixo nível na avaliação, com muita ênfase na memorização de factos, leva os professores a adotarem uma pedagogia que enfatiza a aprendizagem mecânica, o que pode enfraquecer o interesse dos alunos pela ciência. Portanto, melhorar a amplitude e qualidade da avaliação com itens projetados para diagnosticar e avaliar a compreensão dos alunos em relação aos processos, práticas e conteúdos científicos deve ser uma prioridade, juntamente com a integração STEM (Osborne & Dillon, 2008).

Thibaut et al. (2018) realizaram uma extensa análise de estudos relevantes sobre unidades didáticas STEM desenvolvidas por vários investigadores e identificaram cinco ideias-chave para conduzir uma abordagem STEM: integração de conteúdo; investigação (*Inquiry*); aprendizagem baseada em problemas (*Focus on problems*); projeto (*Design*) e trabalho colaborativo. Estas ideias-chave serviram como base para a escolha dos modelos utilizados neste estudo.

A integração de conteúdos STEM é uma abordagem educacional que visa conectar as disciplinas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática para destacar as ideias fundamentais dessas áreas de conhecimento. Há diversas abordagens para se alcançar essa integração, com diferentes terminologias sendo utilizadas por diferentes autores. Alguns autores diferenciam abordagens multidisciplinares e interdisciplinares. Outros autores diferenciam abordagens interdisciplinares de abordagens integradas (Thibaut et al., 2018).

A integração de conteúdos concentra-se na fusão das disciplinas em uma única atividade ou unidade curricular para destacar as "grandes ideias" de várias áreas de conteúdo,

enquanto a integração de contexto concentra-se no conteúdo de uma disciplina e utiliza contextos de outras para tornar o conteúdo mais relevante (Thibaut et al., 2018).

É fundamental estabelecer interligações robustas entre as disciplinas STEM a fim de propiciar uma formação integrada em STEM, que valorize equitativamente as diversas áreas e incorpore os conceitos de modo explícito. Contudo, a integração deve ser intencional e relevante, uma vez que não se trata de uma questão de simplesmente aumentar a integração indiscriminadamente. Além disso, é essencial que os alunos tenham uma compreensão suficiente das disciplinas STEM individuais para poder conectar ideias entre elas. Portanto, a educação STEM integrada deve focar tanto nos objetivos e padrões de aprendizagem individuais como na integração de conteúdos (Thibaut et al., 2018).

Na aprendizagem baseada em investigação (*Inquiry*), os alunos participam em atividades práticas que lhes permitem descobrir novos conceitos, desenvolver o pensamento crítico e as competências de resolução de problemas. Os alunos são encorajados a testar as suas ideias existentes, fazendo previsões, observando e registando as suas explicações. A aprendizagem baseada em investigação não se restringe à educação em ciências, mas também ocorre em contextos matemáticos ou tecnológicos. São mencionados vários aspetos importantes da aprendizagem baseada em investigação, incluindo o papel das perguntas na promoção da construção do conhecimento e a necessidade de orientação adequada para ajudar os alunos a alcançar a mudança conceptual desejada. Os alunos devem usar o conhecimento prévio para gerar novas ideias, desenhar e realizar investigações e descobrir novos conceitos, demonstrando também a sua compreensão dos conceitos explorados. Porém, a aprendizagem puramente baseada na descoberta pode ser ineficaz sem orientação, e os professores devem questionar os alunos para ajudá-los a descobrir falhas no seu raciocínio e/ou no design da investigação, levando-os a chegar a uma solução (Thibaut et al., 2018).

Na aprendizagem baseada em problemas (*Focus on problems*), aborda o uso de problemas do mundo real como um contexto motivador e envolvente para a aprendizagem. Os diferentes termos usados para descrever essa abordagem incluem aprendizagem centrada no problema, aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem baseada em problemas. Embora todos sejam centrados no aluno e promovam a aprendizagem ativa com problemas autênticos, existem diferenças específicas entre essas abordagens de ensino. A abordagem baseada em projetos é caracterizada por especificações claras de um produto final, enquanto a abordagem baseada em problemas é mais aberta e os alunos precisam identificar e definir o problema por conta própria. A abordagem centrada no problema combina elementos das outras duas abordagens, com problemas mais abertos, mas com sequenciamento cuidadoso e orientação específica do professor (Thibaut et al., 2018).

Independentemente da abordagem escolhida, é fundamental que os problemas sejam autênticos, ilimitados e do mundo real, a fim de fornecer aos alunos um contexto motivador e envolvente para a aprendizagem. Além disso, é crucial que os professores forneçam uma orientação atenta e apoio adequado a fim de assegurar a compreensão clara do problema pelos alunos e sua capacidade de resolvê-lo eficazmente, por meio do desenvolvimento das habilidades necessárias (Thibaut et al., 2018).

A utilização do design tecnológico ou da engenharia pode aprimorar o entendimento dos alunos acerca de ciência, tecnologia e matemática, o que contribui para que aprendam sobre os processos e práticas de engenharia, além de consolidar a sua compreensão das ideias fundamentais de cada disciplina (Thibaut et al., 2018).

Desafios de design de engenharia eficazes devem ser abertos, autênticos, práticos e multidisciplinares. Devem representar problemas reais da indústria, exigir que os alunos trabalhem com informações incompletas e considerem limitações, segurança, riscos e soluções alternativas (Thibaut et al., 2018).

O processo de design de engenharia deve envolver fases iterativas, como definir o problema, projetar soluções, implementar a solução, testá-la e avaliar e otimizar a solução. Ao longo desse processo, os alunos devem gerenciar riscos e incertezas, considerar experiências anteriores e aprender com o fracasso. Finalmente, os alunos devem ser capazes de justificar as suas decisões de design com base no conhecimento adquirido e fazer recomendações sobre o design com base nos resultados dos seus testes. A justificativa do design pode ser um mecanismo eficaz para revelar o desenvolvimento dos alunos e facilitar a mudança conceitual (Thibaut et al., 2018).

De acordo com Guzey et al. (2016), é fundamental que a abordagem STEM possibilite envolver os alunos em trabalho colaborativo, a fim de aprimorar as suas competências a este nível. Além disso, Stohlmann et al. (2011), enfatizam a relevância de promover não apenas as competências de colaboração, mas também de estimular a capacidade de comunicação. Para isso, é fundamental incentivar os alunos a comunicar conceitos de ciências, pensamentos matemáticos e de engenharia através da leitura, escrita, escuta e fala (Stohlmann et al., 2011). Por fim, é importante encorajar a interdependência positiva entre os membros do grupo. Essa interdependência pode ser obtida através da promoção da colaboração, da partilha de recursos ou apresentação de uma tarefa que seja complexa demais para ser realizada individualmente pelos alunos (Thibaut et al., 2018).

## **1.4 Estudos sobre a educação STEM**

A revisão de literatura sobre a integração de disciplinas STEM na educação apresentada por Aguilera et al. (2021) aponta para a necessidade de uma maior integração interdisciplinar para melhorar a qualidade da educação STEM. A falta de um consenso claro sobre a integração disciplinar tem levado a diferentes abordagens e práticas nas escolas, o que pode prejudicar a eficácia do ensino-aprendizagem nas áreas STEM. Uma abordagem mais integrada e colaborativa pode ajudar a promover uma melhor compreensão das conexões entre as diferentes disciplinas e a aplicação prática dos conceitos científicos. Os autores referem ainda barreiras para a integração disciplinar, incluindo a falta de recursos e a resistência dos professores e alunos na mudança na forma como o ensino é realizado. Propõem estratégias para superar essas barreiras, incluindo a criação de programas de formação de professores e a implementação de projetos interdisciplinares.

A implementação da integração disciplinar requer uma mudança de mentalidade por parte dos educadores, bem como a adoção de estratégias pedagógicas inovadoras e a criação de ambientes de aprendizagem colaborativos. Além disso, os autores recomendam a promoção de projetos de pesquisa interdisciplinares e o desenvolvimento de parcerias entre instituições educacionais e setores empresariais para fortalecer a integração disciplinar na educação STEM (Aguilera et al., 2021).

Martín-Páez et al. (2019) conduziram uma revisão sistemática da literatura existente sobre a educação STEM, a fim de compreender o que se entende por este conceito, bem como as principais características e objetivos. A revisão concluiu que a educação STEM não é um conceito homogêneo, mas sim multifacetado e com múltiplas interpretações. Alguns autores enfatizam a necessidade de preparar os alunos para a indústria e carreiras em STEM, enquanto outros defendem a importância de desenvolver habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico por meio da educação STEM. Martín-Páez et al. (2019) também destacam que a educação STEM não deve ser vista como um assunto isolado, mas sim como parte de uma educação mais ampla, que inclui habilidades sociais, emocionais e culturais. Por fim, recomendam uma abordagem interdisciplinar e prática para a educação STEM, que incentive a participação ativa dos alunos e os prepare para enfrentar os desafios do mundo real.

Thibaut et al. (2018) levaram a cabo uma revisão de literatura e a análise de estudos empíricos que abordavam o ensino integrado de STEM em escolas secundárias. Mostraram que, em geral, o ensino integrado de STEM parece ter resultados positivos em relação ao envolvimento dos alunos, aprendizagem interdisciplinar, desenvolvimento de habilidades STEM e retenção de alunos em áreas STEM. Os autores concluíram que o ensino integrado de STEM pode ser uma abordagem eficaz para melhorar a aprendizagem dos alunos em

áreas STEM e incentivar a participação dos alunos nessas áreas. Além disso, as práticas de ensino identificadas pelos autores podem ser úteis para orientar a implementação bem-sucedida do ensino integrado de STEM nas escolas secundárias. No entanto, também destacaram a necessidade de mais pesquisas para avaliar os impactos da educação STEM integrada a longo prazo, bem como a necessidade de desenvolver programas de formação para professores que desejam implementar abordagens de educação STEM integrada nas suas aulas.

O estudo de Asghar et al. (2012) relata um programa de desenvolvimento profissional com o objetivo de melhorar as competências de um grupo de professores de ciências e matemática do ensino secundário, na utilização de uma abordagem baseada em problemas no ensino das STEM. Através de inquéritos, entrevistas qualitativas e grupos de discussão, o estudo investigou a compreensão e percepções dos professores sobre a aprendizagem baseada em problemas como uma abordagem para a educação STEM interdisciplinar, bem como suas percepções dos desafios pessoais e sistêmicos na implementação de tal abordagem na sua prática profissional. É importante fornecer oportunidades para que os alunos explorem carreiras em STEM e conectem-se com profissionais da área. Estes autores referem a necessidade de abordar questões de equidade na educação em STEM e garantir que todos os alunos, independentemente do seu *background*, tenham acesso a oportunidades de aprendizagem em STEM de alta qualidade. Destacam ainda, a enormidade dos problemas que enfrentamos quando tentamos uma mudança de paradigma. O estudo aponta para a necessidade de uma discussão mais ampla sobre as importantes barreiras individuais e institucionais enfrentadas por muitos professores de ciências e matemática ao desenvolverem módulos integrados STEM na sua prática (Asghar et al., 2012).

Para apoiar a educação STEM nas escolas secundárias, Asghar et al. (2012), sugerem várias estratégias, tais como: fornecer oportunidades de desenvolvimento profissional para os professores melhorarem os seus conhecimentos de conteúdo e competências pedagógicas em áreas STEM; desenvolver currículos interdisciplinares em STEM que integrem ciência, tecnologia, engenharia e matemática; criar parcerias entre as escolas e profissionais em STEM, como cientistas, engenheiros e matemáticos, para fornecer aos alunos experiências do mundo real e mentoria e incorporar tecnologia, como simulações, recursos online e ferramentas digitais, para melhorar a aprendizagem e o envolvimento dos alunos em áreas STEM.

Além disso, estes autores, referem que os professores tiveram dificuldades em desenvolver ferramentas para avaliar as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos com a integração de um currículo integrado STEM. Outra questão relacionada à avaliação foi que os professores perceberam uma desconexão entre o que os exames avaliam e as avaliações

alinhadas com aquele tipo de currículo. Portanto, especialistas e decisores políticos devem reavaliar o papel da avaliação no ensino da matemática e das ciências, e adotar políticas e práticas que facilitem abordagens integradas (Asghar et al., 2012).

Martins et al. (2021) realizaram um estudo para determinar a percepção que os estudantes portugueses, do primeiro ciclo do ensino básico, têm em relação aos profissionais das áreas STEM e como essa percepção pode influenciar suas aspirações e escolhas de carreira. O objetivo deste estudo era identificar os fatores que contribuem para a escassez de estudantes que seguem carreiras em STEM e explorar formas de abordar essa questão. Os principais resultados indicam que os alunos têm imagens estereotipadas dos profissionais de STEM. Em geral, os alunos consideram as áreas de STEM como um mundo masculino, com exceção da matemática. A imagem pouco entusiasmante destas áreas, tem um impacto negativo nas escolhas de carreira dos alunos. A falta de entusiasmo e a percepção estereotipada dos profissionais de STEM desencoraja os alunos a considerar carreiras nessas áreas, o que pode levar a uma menor participação em cursos e programas relacionados a STEM, resultando numa escassez de profissionais qualificados nestas áreas. Assim, é importante abordar esta imagem negativa e promover uma visão mais positiva e inspiradora das carreiras STEM para incentivar o interesse e a participação dos alunos. Isto implica que os professores e a sociedade em geral devem fazer um esforço para dissipar as impressões erróneas e irreais que os alunos possam ter, envolvendo-os em atividades STEM (participação em experiências, projetos e visitas a laboratórios), permitir o contacto com profissionais de STEM reais (palestras, workshops, mentorias ou visitas a empresas e instituições de pesquisa). Promover a consciencialização sobre a importância da diversidade e igualdade de género nas áreas STEM. Deve ainda realizar-se a atualização dos currículos escolares, com conteúdos de STEM mais atrativos e aplicados à vida real, com projetos práticos, atividades de resolução de problemas e aplicações reais. Desta forma, os alunos desenvolverão percepções e atitudes mais precisas, reais e relevantes em relação às áreas STEM (Martins et al., 2021).

No estudo realizado por Ergun (2019) foi conduzida uma análise aprofundada sobre o interesse dos alunos do ensino médio (entre os 11 e 14 anos), da Turquia, nas carreiras em áreas STEM, levando em consideração diferenças de género e nível escolar. Foi constatado que, de uma maneira geral, há um interesse positivo dos alunos em carreiras STEM, apresentando níveis de interesse mais elevados em matemática, ciência e tecnologia, e níveis mais baixos em engenharia. Além disso, observou-se que o interesse dos alunos por carreiras STEM varia de acordo com o género e o nível escolar, sendo que os alunos do sexo masculino demonstraram maior interesse em comparação com as alunas do sexo feminino, e esse interesse diminui à medida que o nível escolar avança. Os resultados deste estudo sugerem

a necessidade de fornecer orientações adequadas aos alunos sobre as carreiras STEM, especialmente para aqueles provenientes de famílias de baixo nível socioeconómico. Além disso, destaca-se a importância de abordar as diferenças de género no interesse por carreiras STEM e de desenvolver estratégias para aumentar o interesse das alunas do sexo feminino por estes campos. (Ergun, 2019).

A pesquisa desenvolvida por Mullen (2019) adotou uma perspetiva qualitativa, envolvendo alunos do quinto ano provenientes de um estabelecimento de ensino situado em contexto rural, nos Estados Unidos, com o propósito de analisar o impacto da integração de lições com abordagem STEM no nível de interesse dos alunos por carreiras STEM. O processo de recolha de dados englobou a realização de inquéritos aos alunos tanto no início como no fim do estudo, juntamente com a aplicação de entrevistas estruturadas e o registo atento das experiências conduzidas no âmbito das áreas STEM. Os resultados deste estudo sugerem que a inclusão de atividades STEM, que despertem o envolvimento e a participação ativa dos estudantes, reveste-se de fundamental importância para fomentar não apenas o interesse, mas também as aptidões de aprendizagem dos mesmos. A oferta de múltiplas oportunidades para a exploração de conteúdos relacionados com as disciplinas STEM, aliada à exploração das opções de carreira que estas áreas proporcionam, pode eventualmente orientar os alunos na direção da escolha de uma carreira STEM no futuro.

O estudo conduzido por Julià e Antolí (2019), debruçou-se sobre o impacto de um programa de aprendizagem ativa de carácter prolongado, fundamentado na abordagem STEM, sobre a motivação dos alunos. O curso foi elaborado para introduzir conceitos de ciência, tecnologia e engenharia por meio de atividades baseadas em problemas reais. Os alunos trabalharam em grupos para resolver estes problemas, enquanto o professor desempenhou o papel orientador. A pesquisa foi conduzida em turmas de sexta (ensino básico) e sétima (ensino secundário) séries ao longo de um ano letivo, medindo a motivação dos alunos usando a "Pesquisa de Motivação de Materiais Instrucionais" (*Instructional Materials Motivation Survey*, IMMS), que, de acordo com o modelo ARCS escrutina as dimensões da atenção (*Attention*), relevância (*Relevance*), confiança (*Confidence*) e satisfação (*Satisfaction*).

Os resultados indicam que a maioria dos alunos demonstrou motivação pelo curso STEM. A motivação manteve-se consistente ao longo do ano, sendo notável a continuidade do interesse dos alunos pelo curso. Importante referir que as pontuações relativas à motivação entre os géneros feminino e masculino não apresentaram divergências estatisticamente significativas. Não obstante, os autores constataram uma manifesta disparidade entre as pontuações dos estudantes da sexta série e os da sétima série, com os primeiros ostentando uma motivação superior. Este resultado pode ser atribuído, em parte, por ser mais difícil captar a atenção e a curiosidade a alunos que estão no ensino secundário. Em resumo, o estudo

reforça a viabilidade de incorporar o ensino STEM na escola, destacando que os alunos se empenham e se motivam ao resolver problemas do mundo real (Julià & Antolí, 2019).

O estudo de Kurt e Benzer (2020) aborda o impacto das práticas integradas STEM nos cursos de ciências, focando-se no desempenho académico, capacidades de resolução de problemas, atitudes em relação a STEM e interesse dos alunos nesses campos. A pesquisa envolve alunos do sexto ano de uma instituição de ensino fundamental, da Turquia durante o ano letivo de 2018-2019. Foram usados instrumentos como Teste de Desempenho Académico, Escala de Atitude STEM, Pesquisa de Interesse em Carreiras STEM e Inventário de Resolução de Problemas. Tais instrumentos foram aplicados, a título de pré e pós-teste, tanto ao grupo experimental como ao grupo de controle, de acordo com o delineamento quase-experimental adotado. A análise dos dados obtidos foi efetuada mediante a aplicação de um software estatístico especializado (Kurt & Benzer, 2020).

Os resultados revelam que o grupo experimental, exposto às práticas STEM, teve desempenho superior no Teste de Desempenho Académico em relação ao grupo de controle que adotou abordagem construtivista. Além disso, houve diferença significativa nas pontuações pós-teste de atitude STEM, interesse em carreiras STEM e resolução de problemas entre os grupos. O interesse pelo STEM permaneceu inalterado no grupo de controle, indicando que a abordagem construtivista não estimulou esse interesse. No entanto, no grupo experimental, houve um notável aumento do interesse pelas áreas STEM após a intervenção (Kurt & Benzer, 2020).

O estudo de Kam (2021) investigou a relação entre a educação STEM dos alunos e suas intenções de carreira em escolas secundárias de Hong Kong. A recolha de dados envolveu um questionário online com escala *Likert* e entrevistas. O questionário foi distribuído via Google Forms® entre novembro de 2020 e fevereiro de 2021 para 200 alunos com histórico STEM. Cinco alunos foram entrevistados para ampliar a compreensão.

Os dados passaram por Análise Fatorial Confirmatória (*Confirmatory Factor Analysis*, CFA), validando sete aspetos psicológicos: autoeficácia, metas pessoais, expectativas de resultados, interesse, entradas pessoais, suportes contextuais e barreiras. O software AMOS (*Analysis of Moment Structures*) foi usado para a CFA e o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) como método de análise (Kam, 2021).

As conclusões do estudo revelaram que a experiência em educação STEM não teve um efeito significativo nas intenções de carreira dos alunos em relação às carreiras ligadas a STEM. Paralelamente, os participantes do estudo relataram que a educação STEM não contribuiu de maneira significativa para o aperfeiçoamento de habilidades genéricas, tais como criatividade, habilidades de colaboração e resolução de problemas (Kam, 2021).

O propósito do estudo de Dönmez et al. (2022) consistiu em investigar as motivações STEM persistentes entre os alunos do ensino fundamental na Turquia, sendo a amostra analisada com base em variáveis demográficas distintas. No âmbito desta investigação, que englobou 1926 alunos provenientes de 12 províncias distintas, as motivações STEM foram comparadas em conformidade com fatores como género, local de residência, nível de série, tipologia de estabelecimento escolar, níveis de formação dos progenitores e rendimento familiar. A análise estatística deste estudo baseou-se na utilização de testes T e ANOVA, executados através do programa SPSS (Dönmez et al., 2022).

Os resultados obtidos evidenciaram que os alunos do sexo masculino exibiram níveis de motivação STEM superiores em comparação com as alunas do sexo feminino. A motivação STEM, também está diretamente correlacionada com o nível de formação dos progenitores. O estudo evidenciou, ainda que o local de residência exerceu influência sobre as motivações STEM dos alunos. Os estudantes oriundos de centros urbanos demonstraram níveis superiores de motivação STEM, sugerindo que os alunos em ambientes urbanos têm acesso a mais oportunidades educativas nas suas escolas. O que realça as desigualdades de oportunidades educacionais entre ambientes urbanos, áreas suburbanas e zonas rurais na Turquia (Dönmez et al., 2022).

A tipologia de estabelecimento escolar dos participantes também exerceu impacto nos níveis de motivação STEM, bem como nas suas diversas dimensões. Parece evidente que os processos educativos com enfoque religioso têm uma influência particularmente adversa na motivação STEM. Inversamente, os elevados níveis de motivação STEM observados entre os estudantes sobredotados podem resultar de diferenças individuais, possivelmente impulsionadas pelas oportunidades educacionais providenciadas por estruturas robustas e recursos abundantes em escolas destinadas a alunos sobredotados na Turquia (Dönmez et al., 2022).

À medida que o nível de série avançou, registou-se uma diminuição geral na motivação STEM neste estudo, o que pode prenunciar orientações futuras menos propensas às disciplinas STEM por parte dos alunos. Esse declínio correlacionado com o nível da série pode ser atribuído à natureza do sistema educativo centrado em avaliações, que falha em abordar adequadamente os interesses e necessidades dos alunos no domínio STEM (Dönmez et al., 2022).

Shahali et al. (2018) analisaram o impacto de num programa STEM no interesse de 121 alunos, com idades compreendidas entre os 13 e os 17 anos, em relação às áreas STEM. Os dados foram obtidos através de uma abordagem longitudinal, compreendendo tanto questionários aplicados em períodos espaçados no tempo, como entrevistas em profundidade. Estas últimas foram conduzidas junto a uma subamostra de estudantes,

visando avaliar os fatores subjacentes à oscilação do interesse em relação a STEM (Shahali et al., 2018).

Os resultados puseram em evidência que, decorridos dois anos após o término do programa, os níveis de interesse dos alunos por carreiras STEM foram mantidos, embora o interesse pelas disciplinas abrangidas por estas áreas não tenha exibido o mesmo padrão. As entrevistas realizadas forneceram indícios de que as possíveis causas subjacentes à redução do interesse em disciplinas STEM poderiam residir na qualidade do ensino e da aprendizagem que os estudantes vivenciaram em ambiente de sala de aula. Por conseguinte, a conclusão deste estudo revela que a exposição dos alunos a processos de design de engenharia, pode acarretar um incremento significativo do interesse dos alunos pelas STEM e por carreiras associadas a estas áreas, logo após a conclusão do programa. No entanto, a longo prazo, apenas o interesse dos alunos por carreiras STEM demonstrou um aumento, embora não se tenha verificado como significativa. Ademais, a investigação destaca a relevância da qualidade do ensino e da aprendizagem proporcionados aos alunos em sala de aula, sugerindo que abordagens de ensino e aprendizagem mais ativas e integradas em STEM possam fomentar a manutenção do interesse dos alunos pelas temáticas relacionadas a estas áreas do conhecimento (Shahali et al., 2018).

Chen e Chang (2018) conduziram um estudo para avaliar o efeito de um curso integrado de robótica STEM nas percepções, no interesse e na orientação profissional dos alunos do ensino secundário em relação a STEM. O estudo teve como objetivo desenvolver um currículo de robótica STEM integrado, usando software e hardware de código aberto, e verificar o impacto nos resultados de aprendizagem, no interesse e nas percepções dos alunos sobre STEM.

O estudo contou com a participação de 82 alunos do 10º ano, que foram divididos em dois grupos: o grupo experimental, que participou do curso integrado de robótica STEM, e o grupo de controle, que seguiu o currículo tradicional. Os resultados quantitativos e qualitativos mostraram que o grupo experimental apresentou percepções mais favoráveis de STEM integrado, com maior conhecimento, interesse e orientação profissional para campos relacionados. As implicações destes resultados sugerem que o desenvolvimento futuro do currículo de educação STEM deve levar em conta a integração de tecnologias inovadoras e atividades de aprendizagem baseadas em projetos para melhorar o interesse dos alunos em STEM (Chen & Chang, 2018).

No estudo conduzido por Baptista e Martins (2023) o objetivo foi analisar o impacto de uma abordagem STEM nas estruturas cognitivas dos alunos sobre o tema dos circuitos elétricos. A amostra foi constituída por alunos do nono ano de escolaridade, distribuídos por 12 escolas, que foram divididos em dois grupos: um grupo experimental, que seguiu uma

sequência de aprendizagem baseada na abordagem STEM, e um grupo de controlo, que seguiu uma abordagem tradicional. Para avaliar as mudanças nas estruturas cognitivas dos alunos, as autoras aplicaram testes de associação de palavras (WAT), antes e depois da intervenção pedagógica. Os resultados mostraram que a abordagem STEM foi mais eficaz no desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos sobre o tema dos circuitos elétricos, em comparação com a abordagem tradicional. Os alunos do grupo experimental demonstraram ter adquirido as aprendizagens esperadas, enquanto os alunos do grupo de controlo apresentaram ainda muitas concepções erróneas. As autoras destacam a importância da abordagem STEM na educação científica e a adequação do teste WAT como instrumento de avaliação das concepções dos alunos.

## Capítulo II - Descrição geral do projeto

### 2.1 Opções metodológicas

As opções metodológicas são muitas vezes determinadas em função do objeto, dos objetivos e de outros fatores, como por exemplo, a extensão do estudo, o seu custo e o tempo disponível para a sua realização, nem todos com o mesmo grau de importância para quem realiza o estudo e para a próprio estudo (Santos & Henriques, 2021). Os procedimentos metodológicos, seja qual for o tipo, é uma escolha de procedimentos sistemáticos para descrever e explicar um estudo (Fachin, 2006).

A abordagem neste trabalho de projeto é mista porque envolveu métodos e características, tanto quantitativas como qualitativas. O princípio fundamental desta abordagem é a recolha de diferentes tipos de dados, qualitativos e quantitativos, usando diferentes métodos, de forma a retirar as principais vantagens de cada um, efetuando, assim, uma triangulação de dados, pois de acordo com Carmo e Ferreira, (2008) “A lógica da triangulação é que cada método revela diferentes aspetos da realidade empírica e consequentemente devem utilizar-se diferentes métodos de observação da realidade.” (p. 202).

Segundo Mattar e Ramos (2021), este projeto enquadrou-se na pesquisa aplicada uma vez que pretendeu-se perceber os contributos da abordagem STEM no desenvolvimento das estruturas cognitivas e de aprendizagem dos alunos, bem como o desenvolvimento das competências do séc. XXI. Os objetivos deste projeto definiram-se como exploratórios (Mattar & Ramos, 2021) uma vez que foi explorada a abordagem STEM na realização de uma atividade laboratorial de química no ensino secundário.

Relativamente aos procedimentos tratou-se de um estudo de caso, pois, segundo Yin, (1994) é o preferido quando se pretende responder a questões de tipo “como?” ou “porquê?”. O estudo de caso é uma abordagem de pesquisa empírica que se concentra na análise aprofundada de um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real. Essa abordagem é particularmente adequada quando os limites entre o fenómeno em questão e o contexto no qual ele ocorre não são claros e evidentes (Yin, 1994).

Foi implementada a abordagem STEM, nas turmas de continuidade pedagógica da professora e na unidade curricular, “Temperatura e solubilidade”, lecionado na subunidade “Soluções e equilíbrio de solubilidade” que faz parte da unidade “Reações em sistemas aquosos” lecionada no 11º ano.

Em relação à temática em estudo, foi feita uma pesquisa documental bibliográfica para conhecer o estado da arte e uma pesquisa de campo, uma vez que foram aplicados questionários aos alunos. (Mattar & Ramos, 2021).

## 2.2 Diagnóstico da situação

As dificuldades que muitos estudantes apresentam na compreensão de fenómenos físicos e químicos são conhecidas. O insucesso na aprendizagem na disciplina de Física e Química, é geralmente apontado aos professores que têm métodos de ensino desadequados das teorias de aprendizagem mais recentes e a não utilização de meios mais modernos, enquanto aos alunos é apontado insuficiente desenvolvimento cognitivo, deficiente preparação matemática e pré-existência de conceções relacionadas com o senso comum e não com a lógica científica (Fiolhais & Trindade, 2003).

Segundo Fiolhais e Trindade (2003), uma característica da física e da química, que a torna particularmente difícil para os alunos é que lida com conceitos abstratos e, em grande medida, contraintuitivos. A capacidade dos alunos para o abstrato, especialmente os mais jovens, é reduzida. Como resultado, muitos deles não conseguem compreender a ligação da física e da química à vida real. É responsabilidade dos professores proporcionar aos seus alunos experiências de aprendizagem eficazes, combatendo as dificuldades mais comuns e atualizando, na medida do possível, os instrumentos pedagógicos que utilizam. Assim, os usos de metodologias ativas tornam-se um meio de incentivar uma mudança no paradigma de ensinar e aprender, visando uma adequação ao perfil e às competências do aluno do século XXI.

O ensino das ciências e em particular das ciências físico-químicas, tem um papel fundamental na formação de jovens, num século onde a tecnologia e a ciência fazem parte do nosso dia a dia, estes têm de ter a capacidade de dar resposta às inúmeras solicitações do campo da ciência e tecnologia.

Física e Química A é uma disciplina da componente científica do plano curricular do curso de Ciências e Tecnologias, (Portaria nº 226-A/2018, de 7 de Agosto, 2018) tendo, por isso, as seguintes finalidades:

- Proporcionar aos alunos uma base sólida de capacidades e de conhecimentos da física e da química, e dos valores da ciência, que lhes permitam distinguir alegações científicas de não científicas, especular e envolver-se em comunicações de e sobre ciência, questionar e investigar, extraindo conclusões e tomando decisões, com bases científicas, procurando sempre um maior bem-estar social.
- Promover o reconhecimento da importância da física e da química na compreensão do mundo natural e na descrição, explicação e previsão dos seus múltiplos fenómenos, assim como no desenvolvimento tecnológico e na qualidade de vida dos cidadãos em sociedade.
- Contribuir para o aumento do conhecimento científico necessário ao prosseguimento de estudos e para uma escolha fundamentada da área desses estudos. (Braguez & Pita, 2022, p.7)

Segundo o PASEO, as competências são combinações complexas de conhecimentos, capacidades e atitudes. Assim, as AE constituem-se como uma referência para a aquisição e

desenvolvimento de múltiplas literacias, que decorrem da concretização de áreas de competências desenhadas para a formação do cidadão do século XXI (Martins et al., 2017).

As Aprendizagens Essenciais visam:

- consolidar, aprofundar e ampliar conhecimentos através da compreensão de conceitos, leis e teorias que descrevem, explicam e preveem fenómenos, assim como fundamentam aplicações em situações e contextos diversificados;
- desenvolver hábitos e competências inerentes ao trabalho científico: observação, pesquisa de informação (selecionar, analisar, interpretar e avaliar criticamente informação relativa a situações concretas), experimentação, abstração, generalização, previsão, espírito crítico, resolução de problemas e comunicação de ideias e resultados, utilizando formas variadas;
- desenvolver competências de reconhecer, interpretar e produzir representações variadas da informação científica e do resultado das aprendizagens: relatórios, esquemas e diagramas, gráficos, tabelas, equações, modelos e simulações computacionais;
- destacar o modo como o conhecimento científico é construído, validado e transmitido pela comunidade científica e analisar situações da história da ciência;
- fomentar o interesse pela importância do conhecimento científico e tecnológico na sociedade atual e pela tomada de decisões fundamentada, procurando sempre um maior bem-estar social. (DGE, 2018, p. 2)

As práticas pedagógicas, devem adequar a globalidade da ação educativa às finalidades do perfil de competências dos alunos. É nesta perspetiva, e de acordo com o PASEO, que as ações subjacentes à prática docente devem passar por:

- abordar os conteúdos de cada área do saber, associando-os a situações e problemas presentes no quotidiano da vida do aluno ou presentes no meio sociocultural e geográfico em que se insere, recorrendo a materiais e recursos diversificados;
- organizar o ensino prevendo a experimentação de técnicas, instrumentos e formas de trabalho diversificados, promovendo intencionalmente, na sala de aula ou fora dela, atividades de observação, questionamento da realidade e integração de saberes;
- organizar e desenvolver atividades cooperativas de aprendizagem, orientadas para a integração e troca de saberes, a tomada de consciência de si, dos outros e do meio e a realização de projetos intra ou extraescolares;
- organizar o ensino prevendo a utilização crítica de fontes de informação diversas e das tecnologias da informação e comunicação;
- 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;
- criar na escola espaços e tempos para que os alunos intervenham livre e responsabilmente;
- valorizar, na avaliação das aprendizagens do aluno, o trabalho de livre iniciativa, incentivando a intervenção positiva no meio escolar e na comunidade. (Martins et al., 2017, p.28)

Os descritores de desempenho na área de competências, saber científico, técnico e tecnológico devem revelar que:

- compreendem processos e fenómenos científicos e tecnológicos, colocam questões, procuram informação e aplicam conhecimentos adquiridos na tomada de decisão informada, entre as opções possíveis;
- trabalham com recurso a materiais, instrumentos, ferramentas, máquinas e equipamentos tecnológicos, relacionando conhecimentos técnicos, científicos e socioculturais;
- consolidam hábitos de planeamento das etapas do trabalho, identificando os requisitos técnicos, condicionalismos e recursos para a concretização de projetos;
- identificam necessidades e oportunidades tecnológicas numa diversidade de propostas e fazem escolhas fundamentadas. (Martins et al., 2017,p.26)

A componente de Química da disciplina de Física e Química A do 11.º ano é desenhada em função do PASEO, das Aprendizagens Essenciais de Física e Química A e da Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania, cumprindo as diretrizes do Despacho n.º 6605-A/2021, de 6 de Julho (2021). Tem ainda em conta que as AE constituem o referencial de base para a avaliação externa das aprendizagens, Artigo 25º do Decreto Lei nº 55/2018 de 6 de Julho (2018).

Seguindo a terminologia das AE, o domínio organizador escolhido para as intervenções, foi as “Reações em sistemas aquosos”, mais concretamente o subdomínio, “Soluções e equilíbrios de solubilidade”, em que se pretendeu que o aluno fosse capaz de investigar, experimentalmente, o efeito da temperatura na solubilidade de um soluto sólido em água, formulando hipóteses, controlando variáveis e avaliando os resultados (DGE, 2018).

Os tópicos relacionados ao processo de solução e solubilidade são ensinados desde o 7º ano de escolaridade na disciplina de Ciências Físico-químicas e no secundário na disciplina de Física e Química A.

A solubilidade é um conceito importante na química, pois a sua compreensão é crucial para entender muitos processos químicos, tais como a dissolução de medicamentos, a preparação de soluções e a separação de misturas. No entanto, a aprendizagem da solubilidade pode ser um desafio para muitos alunos.

Foram realizados vários estudos (Adadan, 2014; Adadan & Savasci, 2012; Blanco & Prieto, 2007; Çalik & Ayas, 2005; Mendes, 2007; Pinarbaşı et al., 2006; Uzuntiryaki & Geban, 2005), para compreender qual a perceção dos alunos aos conceitos associados à química das soluções e solubilidade, e têm-se revelados consistentemente que, por vezes, os alunos desenvolvem concepções não científicas ou alternativas. Estas concepções alternativas usualmente afastam-se de pontos de vista cientificamente aceites e interferem fundamentalmente com a aprendizagem científica subsequente, influenciando a forma como os alunos fazem sentido dos conceitos recém-introduzidos (Adadan & Savasci, 2012).

Com o intuito de auxiliar os alunos a modificar certas concepções que podem estar especialmente enraizadas, é crucial implementar medidas preventivas desde os primeiros anos da sua formação em ciências, de forma a evitar equívocos (Blanco & Prieto, 2007).

### 2.3 Caracterização dos participantes

Participaram nesta intervenção pedagógica 35 alunos, mas ao questionário de opinião responderam apenas 34 alunos, pois um encarregado de educação não autorizou o seu educando a responder a este questionário.

Os alunos dividiram-se por duas turmas de continuidade pedagógica, com idades compreendidas entre 16 e 18 anos, 33 alunos nunca reprovaram e 2 já reprovaram pelo menos uma vez no seu percurso académico.

A turma 11<sup>o</sup> A era constituída por 18 alunos, nove raparigas e nove rapazes. Todos os alunos exceto uma aluna, pertenciam à turma no ano letivo anterior. A turma era heterogénea, onde existiam alunos com muito boas classificações e alunos com classificações mais baixas, mas no geral a turma obteve bons resultados académicos. Um aluno obteve classificação inferior a dez (nota mínima) na disciplina de Física e Química A, no 10<sup>o</sup> ano.

A turma 11<sup>o</sup> B era constituída por 17 alunos, sete raparigas e dez rapazes, todos pertenciam à turma no ano letivo anterior. A turma era mais homogénea, pois no geral a turma obteve resultados académicos razoáveis. Três alunos obtiveram classificações inferiores a dez na disciplina de Física e Química A, no 10<sup>o</sup> ano.

Em ambas as turmas os alunos foram interessados, participativos e trabalhadores não existiram problemas de indisciplina. Os alunos provêm do meio social do Concelho de Almeirim, 8,6% dos alunos têm apoio socioeconómico. Relativamente às habilitações literárias dos pais, a maioria as mães (38%) possui o 12<sup>o</sup> ano de escolaridade ou licenciatura e a maioria dos pais (50%) o 12<sup>o</sup> ano de escolaridade. Dois alunos não responderam sobre as habilitações dos pais (Tabela 1). Estes dados foram retirados do questionário de opinião onde participaram os 34 alunos.

**Tabela 1**

*Habilitações literárias dos pais.*

Habilitações literárias	Mãe (N)	Mãe (%)	Pai (N)	Pai (%)
Ensino básico (1 <sup>o</sup> , 2 <sup>o</sup> , 3 <sup>o</sup> ciclos)	2	6	7	21
Ensino secundário (12 <sup>o</sup> ano)	13	38	17	50
Licenciatura	13	38	7	21
Pós-graduação	4	12	2	6
Não responde	2	6	1	3

## 2.4 Descrição da atividade

Para a realização da atividade foram definidas aprendizagens específicas e transversais a promover.

As aprendizagens específicas desta atividade laboratorial são:

- Justificar procedimentos que permitam determinar a forma como a solubilidade de um soluto sólido em água varia com a temperatura.
- Determinar a solubilidade de um soluto sólido a uma determinada temperatura com base nas medições efetuadas.
- Traçar a curva de solubilidade. (Silva & Cunha, 2022, p. 65)

As aprendizagens transversais podem ser do tipo processual:

- Identificar material e equipamento de laboratório e manuseá-lo corretamente, respeitando regras de segurança e instruções recebidas.
- Selecionar material de laboratório adequado a um trabalho laboratorial.
- Operacionalizar o controlo de uma variável.
- Identificar aparelhos de medida, analógicos e digitais, o seu intervalo de funcionamento e a respetiva incerteza de leitura.
- Efetuar medições utilizando material de laboratório analógico, digital ou de aquisição automática de dados.
- Representar um conjunto de medidas experimentais em tabela, associando-lhes as respetivas incertezas de leitura dos aparelhos de medida utilizados. (Silva & Cunha, 2022, p. 65)

Ou do tipo conceptual:

- Identificar o objetivo de um trabalho prático.
- Interpretar e seguir um protocolo.
- Identificar a influência de uma dada grandeza num fenómeno físico através de controlo de variáveis.
- Conceber uma tabela de registo de dados adequada ao procedimento.
- Utilizar regras de contagem de algarismos significativos.
- Distinguir erros aleatórios de erros sistemáticos.
- Indicar a medida de uma grandeza numa única medição direta, atendendo à incerteza experimental associada à leitura no aparelho de medida.
- Indicar a medida de uma grandeza quando há um conjunto de medições diretas, efetuadas nas mesmas condições, tomando como valor mais provável o valor médio.
- Associar a precisão das medidas à sua maior ou menor dispersão, quando há um conjunto de medições diretas, e aos erros aleatórios.
- Construir gráficos a partir de listas de dados, utilizando papel ou suportes digitais.
- Interpretar representações gráficas, estabelecendo relações entre as grandezas. (Silva & Cunha, 2022, p. 65)

Como estratégias de ensino os alunos realizaram questões pré-laboratoriais, que constituiu uma primeira oportunidade de estímulo à criatividade e pretenderam ser um pretexto para: fazer previsões sobre como varia a solubilidade de um soluto com o aumento

da temperatura; quais são as variáveis que devem ser controladas e quais são os cuidados a ter no manuseamento dos reagentes a utilizar (Silva & Cunha, 2022).

Os alunos apresentaram uma proposta de plano de trabalho que permitiu responder às questões-problema formuladas para esta atividade: “Como determinar experimentalmente a solubilidade de um sal a diferentes temperaturas?” e “Como varia a solubilidade do nitrato de potássio com o aumento da temperatura?” (Silva & Cunha, 2022, p.66).

A atividade laboratorial foi realizada em pequeno grupo, como forma de promover o trabalho colaborativo entre os alunos. Durante a execução do procedimento, os alunos foram estimulados a refletir sobre as suas ações, por meio de questões inseridas nas seções para reflexão, que visavam desenvolver o pensamento crítico e analítico dos alunos, bem como o seu envolvimento com a tarefa. Além disso, foram propostos momentos de partilha e comunicação dos resultados, conclusões e reflexões, em grande grupo, que possibilitaram o confronto de argumentos e o uso de vocabulário científico adequado. Como forma de registar e divulgar os resultados da atividade laboratorial, os alunos elaboraram um relatório escrito. As propostas das questões pós-laboratoriais tinham como intuito aplicar os conhecimentos adquiridos na exploração da atividade (Silva & Cunha, 2022).

A execução do procedimento experimental foi realizada com recurso ao Arduino®, permitindo o desenvolvimento de competências digitais no âmbito da robótica. O Arduino® é uma placa de circuito impresso (placa PCI) de programação de código aberto, baseada numa simples placa microcontroladora, que permite a ligação de diversos componentes (sensores, LED, ...), programada num ambiente de desenvolvimento (interface) quer em código (Arduino® IDE e Tinkercad®) quer por blocos (Tinkercad®), ou seja, o Arduino® funciona como um pequeno computador que se pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos que a ele se conectam. O Arduino® pode ser usado para desenvolver objetos interativos independentes ou ser conectado a um computador, a uma rede ou até mesmo à internet para recuperar e enviar dados do Arduino® e trabalhar com eles (McRoberts, 2015).

A inserção do Arduino®, nas aulas de Física e Química A, sendo uma ferramenta auxiliadora na interpretação e visualização de conceitos, tem como objetivo despertar o interesse do aluno, sendo assim, o aluno será estimulado a observar os fenómenos físicos e químicos do dia a dia com maior acerto, permitindo a correção das suas conceções prévias (Guedes, 2019). Uma das vantagens do Arduino® sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a sua facilidade de utilização, possibilitando que pessoas de diferentes áreas técnicas consigam criar os seus próprios projetos num curto espaço de tempo, mesmo sem conhecimentos especializados em eletrónica (McRoberts, 2015).

Para a realização da atividade foram fornecidos aos alunos um protocolo experimental para a montagem do circuito e recolha dos dados (Anexo B) e um guião para a elaboração do relatório, a ser realizado em grupo (Anexo C).

## **2.5 Instrumentos de recolha de dados**

Foram utilizados como instrumentos de recolha de dados o teste WAT (Teste de Associação de Palavras) e um inquérito por questionário, antes e depois da implementação da unidade curricular. A utilização de múltiplos métodos de recolha de dados oferece-nos a possibilidade de obter várias perspetivas sobre uma situação, o que por sua vez nos permite comparar as diferentes informações. As pessoas, quando questionadas, tendem a expressar o que acham que é socialmente esperado e aceitável, pelo que é essencial implementar técnicas de cruzamento que possam triangular a informação recolhida. Esta triangulação é fundamental para garantir a credibilidade dos dados obtidos (Carmo & Ferreira, 2008).

Para responder às questões orientadoras do estudo, “Como evoluem as estruturas cognitivas e de aprendizagem dos alunos, após a realização das atividades STEM?” e “Que aprendizagens sobre o tópico da solubilidade realizam os alunos com a implementação da atividade STEM?”, foram usados testes WAT, antes e depois da lecionação da unidade curricular em estudo. A recolha dos dados destes testes é qualitativa e a análise dos dados é quantitativa (frequências de relações entre palavra estímulo e palavra resposta) (Derman & Eilks, 2016).

Para responder à questão, “Como evolui o interesse dos alunos pela área das ciências e por carreiras nas áreas STEM?” procurou-se saber a influência da abordagem usada no interesse dos alunos e no seu interesse por carreiras STEM, para tal, foram utilizados métodos quantitativos para recolha e análise de dados. Utilizou-se questionários de resposta fechada e a análise dos dados foi feita através de um estudo estatístico simples com determinação de frequências das respostas. Este questionário recorre a uma escala *Likert*, onde é pedido que se indique o grau de acordo ou desacordo com uma variedade de afirmações, onde o inquerido deve responder uma de várias categorias que pode ir desde o “concordo totalmente” até ao “discordo totalmente” (Mendes et al., n.d.).

### **2.5.1 WAT (*Word Association Test*)**

O processo de ensino-aprendizagem deve centrar-se no desenvolvimento da estrutura intelectual já existente. O papel do professor é fornecer aos alunos recursos para construir novos conhecimentos e adaptar os já adquiridos às novas aprendizagens. De acordo com Derman e Eilks (2016), compreender as estruturas cognitivas dos alunos num domínio

específico do conhecimento ajuda a determinar as características, "o quê, o como e o porquê", desse conhecimento. Para que possamos ter em conta essas estruturas no ensino, isto é, determinar a estrutura de conhecimento dos alunos, é importante avaliar o que um aluno sabe sobre um domínio do conhecimento e as alterações na sua compreensão durante o período de aprendizagem (Nakiboglu, 2008). O teste WAT, é um método bastante comum para investigar a estrutura cognitiva (Derman & Eilks, 2016) ou estrutura de conhecimento (Nakiboglu, 2008) dos alunos.

O teste WAT, também designado por experiência de associação, foi introduzido por Galton em 1880 e foi posteriormente desenvolvido por Carl Gustav Jung para estudar o sistema conceptual humano. Embora Galton tenha tentado estabelecer uma conexão entre o coeficiente de inteligência e a associação de palavras, não conseguiu obter resultados conclusivos. Por outro lado, Jung que desenvolveu o teste, acreditava que as pessoas estabelecem conexões entre ideias, experiências e informação, ficando estas agrupadas no inconsciente do indivíduo de forma a influenciar o seu comportamento (Kostova & Radoynovska, 2008).

A associação de palavras tem sido utilizada há mais de um século, e caracteriza-se por uma grande versatilidade, uma vez que se pode adaptar a diferentes situações de acordo com a estrutura, modo de aplicação e objetivo. Atualmente, este teste é amplamente utilizado para aferir mudanças conceptuais nos mais diversos domínios, desde estudos de opinião relativos a assuntos do dia-a-dia, até estudos científicos realizados com e por cientistas (Kostova & Radoynovska, 2008).

Os testes WAT foram concebidos para serem uma ferramenta de avaliação não invasiva e fácil de usar, que pode fornecer informações valiosas sobre como os alunos associam conceitos e palavras e representa uma ferramenta que permite explorar aspetos do conteúdo e estrutura do conhecimento do aluno, numa área de conteúdo específica. A análise decorrente dos diversos estudos realizados através da associação livre de palavras no ensino da física e da química (Baptista & Martins, 2023; Derman & Eilks, 2016; Nakiboglu, 2008; Schizas et al., 2013), mostra que este teste é uma técnica científica que permite obter resultados válidos e credíveis, cuja interpretação permite compreender e aferir as mudanças conceptuais. No entanto, segundo Nakiboglu (2008), os testes de associação de palavras (WAT) possuem limitações. Por exemplo, devido à sua natureza, o teste pode identificar padrões num grupo de alunos, mas não conseguir identificar todos os padrões individuais, ou ainda produzir palavras relacionadas devido a significados semelhantes, mas que são completamente opostas ou pertencentes a categorias paralelas. Além disso, como a natureza da relação entre os termos associados não é esclarecida, é necessário o apoio de outras técnicas (Nakiboglu, 2008).

É possível distinguir as seguintes variantes deste método de avaliação (Kostova & Radoynovska, 2008):

- associação controlada de palavras: as respostas são condicionadas em função de um determinado assunto, tema ou ciência;
- associação livre de palavras: não existe qualquer restrição nas palavras a usar;
- associação discreta de palavras: cada participante indica uma única associação para cada palavra;
- associação contínua de palavras: cada participante indica todas as associações que entender para cada palavra, num determinado intervalo de tempo, tendo apenas uma oportunidade para o fazer;
- associação sucessiva de palavras: cada participante indica todas as associações que entender para cada palavra, num determinado intervalo de tempo, e repete este processo várias vezes, sem ter sido sujeito a novas aprendizagens.

Os conceitos/palavras que se pretende estudar são designados por palavras estímulo. Por exemplo, o teste WAT pode apresentar uma palavra relacionada à solubilidade, como "solvente", e os participantes devem dizer a primeira palavra que lhes vem à mente. As respostas dos alunos podem indicar como eles entendem o conceito de solvente e como o conectam a outros conceitos e palavras relacionados à solubilidade, como "soluto", "concentração" ou "polaridade".

Os testes WAT foram usados no estudo sobre o desenvolvimento cognitivo dos alunos na área da solubilidade para investigar como associam conceitos relacionados a esta área com palavras específicas. Os testes WAT podem ajudar a determinar o nível de compreensão dos alunos em relação aos conceitos de solubilidade e como eles estão conectados a outros conceitos e palavras (Derman & Eilks, 2016).

O teste utilizado neste estudo adotou o método de associação livre e contínua de palavras. Elaborou-se um teste WAT (Anexo D) com recurso a tabelas de duas colunas (a primeira com a lista das palavras estímulo e a segunda com as associações de palavras), foram usadas oito palavras estímulo para as quais os alunos tiveram de escrever palavras associadas. O tempo de resposta para cada palavra estímulo é controlado e igual para cada uma. Neste estudo foi dado 30 segundos para cada palavra estímulo, Nakiboglu (2008) considera esse período de tempo o ideal, também usado noutros estudos (Bahar & Hansell (2000); Cordellini & Bahar (2000), citados em Nakiboglu 2008, p.313).

Para compreender a relação que os alunos estabelecem entre os conceitos, foi solicitado aos alunos que escrevessem frases relacionando cada palavra estímulo com a palavra resposta. Desta forma, foi possível compreender a conexão que os alunos

estabeleceram entre os conceitos, evitando assim uma das limitações comuns deste tipo de teste (Nakiboglu, 2008).

O mesmo teste WAT foi aplicado antes e depois da realização da atividade STEM e da lecionação da unidade curricular, uma vez que se pretende verificar se ocorrem alterações nas estruturas cognitivas após a aprendizagem, à semelhança do realizado por outros investigadores (Baptista & Martins, 2023; Derman & Eilks, 2016; Nakiboglu, 2008; Schizas et al., 2013).

### **2.5.2 Questionários**

O inquérito por questionário é uma abordagem de pesquisa que visa obter relatos individuais por meio de uma série de perguntas, analisá-los e depois aplicá-los a grupos maiores. Esta técnica de pesquisa é considerada não participante, pois não requer que o pesquisador esteja envolvido diretamente no ambiente, grupo ou processos sociais que estão sendo estudados. Além das perguntas, outros instrumentos, como testes e escalas de atitudes e opiniões, também podem ser incorporados para medir comportamentos e reações específicas e avaliar a intensidade das opiniões e atitudes. As respostas obtidas constituem o material sobre o qual o investigador produzirá interpretações e generalizações (Dias, 1994).

Através de questionários, os investigadores têm a capacidade de transformar a informação obtida diretamente das pessoas (sujeitos da pesquisa) em dados. Estas técnicas fornecem acesso ao que se encontra "dentro da cabeça" de um indivíduo, permitindo medir o seu conhecimento e informações, preferências e valores, bem como as suas atitudes e crenças. Estas informações podem ser convertidas em dados quantitativos através do uso de escalas de atitudes ou classificações previamente definidas, ou contando o número de respondentes que selecionam uma resposta específica, gerando assim dados de frequência (Tuckman & Harper, 2012).

Segundo Carmo e Ferreira (2008), o questionário apresenta diversas vantagens, tais como a sua fácil sistematização, simplicidade na análise e rapidez na recolha e processamento dos dados. Adicionalmente, o questionário pode ser aplicado numa ampla amostra do universo, o que, em teoria, garante o anonimato e, portanto, a autenticidade das respostas. No entanto, existem também algumas desvantagens, a sua conceção pode ser complexa e o questionário não ser adequado para toda a população, o que pode resultar numa alta taxa de não resposta. Além disso, os respondentes podem ter dificuldades para entender as questões e podem ler todas as perguntas antes de respondê-las, o que pode ser inconveniente.

A apresentação do questionário deve conter uma nota introdutória, que deve incluir: um pedido de cooperação no preenchimento do questionário; a razão de aplicação do

questionário; uma apresentação curta da natureza geral do questionário (o que mede); o nome da instituição; uma declaração formal da confidencialidade das respostas e uma declaração formal da natureza anónima do questionário (Mendes et al., n.d.).

No início e no final da aplicação da atividade STEM os alunos responderam a um questionário sobre carreiras, interesse e motivação dos alunos em relação a áreas STEM, adaptado do construído no âmbito do projeto “Let’s GoSTEM”, coordenado pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e financiado pela Fundação para as Ciências e Tecnologias (FCT) (PTDC/CED-EDG/31480/2017). Este questionário (Anexo E) é composto por 36 itens para posicionar os alunos em relação ao seu percurso escolar nas áreas STEM, com recurso a uma escala de *Likert* de 5 pontos (1 – Discordo totalmente; a 5 – Concordo Totalmente) e por 26 itens para avaliar a atitude dos alunos face à disciplina de Física e Química A também com recurso a uma escala de *Likert* de 4 pontos (1 – Discordo totalmente; a 4 – Concordo Totalmente).

O inquérito resultou de adaptações de duas ferramentas, nomeadamente: STEM-CIS (Kier et al., 2013) e STEM-CIQ (Peterman et al., 2016). O questionário de Kier et al. (2013) possibilita a avaliação do interesse dos estudantes em seguir uma carreira profissional nas áreas STEM. Este questionário foi desenvolvido com base na SCCT (*Social Cognitive Career Theory*), que permite aos investigadores utilizar medidas de autoeficácia, expectativas de resultados, experiências pessoais e apoios ou obstáculos contextuais para explicar as escolhas académicas ou profissionais dos estudantes. Foi também utilizado o questionário descrito por Peterman et al. (2016), *Career Interest Questionnaire* (CIQ), este questionário é uma ferramenta valiosa para medir o interesse profissional dos alunos no contexto de projetos STEM aperfeiçoados pela tecnologia. Este questionário permite que investigadores e educadores obtenham informações sobre as aspirações, preferências e interesses profissionais dos alunos relacionados às áreas STEM.

## **2.6 Análise e tratamento de dados**

Sempre que conduzimos uma pesquisa que envolve a utilização de informações fornecidas por terceiros, é essencial ter em mente uma série de considerações éticas descritas na Deliberação nº 453/2016, de 15 de março, Anexo I (2016), a fim de proteger os sujeitos envolvidos na pesquisa. É crucial que sejam tomadas medidas para garantir a confidencialidade das informações, fornecer aos participantes ou seus representantes (se menores de idade) informações claras e precisas sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos e quaisquer dados recolhidos, bem como informá-los sobre como essas informações serão divulgadas.

Neste estudo, não foram expostos dados pessoais que possam pôr em causa qualquer dos pressupostos constantes na Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (Deliberação nº 453/2016, de 15 de março, Anexo I, 2016). Foi necessário pedir autorização ao Órgão de Gestão do Agrupamento, aos encarregados de educação (Anexo A) e ao MIMÉ (monitorização de inquéritos em meio escolar) para os instrumentos de inquirição em meio escolar.

Considerando que a análise dos dados é fundamentada em diversas metodologias e instrumentos, para responder às questões de pesquisa neste subcapítulo, optou-se por apresentar separadamente a descrição das diferentes análises, levando em consideração as questões orientadoras na organização das informações.

Para abordar a primeira e segunda questão, que pretendia compreender a evolução das estruturas cognitivas dos alunos e as aprendizagens adquiridas sobre solubilidade, foi realizada uma análise das respostas dos alunos no teste WAT, antes de depois da atividade STEM e da lecionação da unidade curricular. A análise dos dados obtidos a partir do teste WAT pode ser realizada por diversas abordagens. Neste estudo em particular, é utilizada uma abordagem metodológica similar à descrita por Derman e Eilks (2016) e Nakiboglu (2008). As respostas associadas a cada palavra estímulo que são consideradas significativas e relevantes para o contexto do estudo são contabilizadas. Em seguida, os dados são filtrados e é construído uma tabela de frequências que apresenta as palavras estímulo e suas respostas associadas, conforme indicado por Derman e Eilks (2016). Algumas palavras associadas, por serem sinónimas, usadas no plural ou em género diferente, são contabilizadas em conjunto.

O registo de frequências permite criar mapas cognitivos (Derman & Eilks, 2016), obtidos com base em intervalos de frequência predefinidos. A tabela de frequências determina a direção das setas e a intensidade das associações apresentadas nos mapas (Derman & Eilks, 2016). Este método é considerado, por Nakiboglu (2008), como sendo o mais adequado para representar as direções e a intensidade das associações encontradas nas estruturas de conhecimento dos alunos. A relevância da frequência de uma associação entre uma palavra estímulo e a sua palavra associada regula a largura das setas, ou seja, a intensidade das associações nos mapas. Setas mais largas indicam valores de frequência mais altos. Seguindo o quadro, a representação das setas é feita da primeira linha para as respostas na primeira coluna, paralelamente à direção dos relacionamentos. As relações inversas entre os conceitos são também representadas por setas de dupla face na faixa de frequência em que ocorreram (Derman & Eilks, 2016). Os conceitos interpretados como equívocos ou palavras sem sentido no contexto da solubilidade são apresentados com setas tracejadas, no intervalo de frequência em que ocorrerem. Segundo Nakiboglu (2008), este tipo de mapa auxilia o

investigador a visualizar a intensidade e a direção das associações, permitindo inferir as relações entre os conceitos e as estruturas cognitivas dos alunos.

Após a análise dos mapas cognitivos, e para complementar o estudo, é realizada uma análise de conteúdo das frases escritas pelos alunos na segunda parte do teste WAT, seguindo a abordagem de Derman e Eilks (2016). As frases são analisadas individualmente para identificar a natureza das associações e suprimir a limitação do teste WAT apresentada por Nakiboglu (2008). Esta análise qualitativa das frases ajuda a compreender a natureza das relações estabelecidas, ou seja, se as conceções são erróneas, vagas ou resultantes do conhecimento adquirido durante o processo de aprendizagem (Derman & Eilks, 2016).

Para dar resposta à outra questão orientadora, “Como evolui o interesse dos alunos pela área das ciências e por carreiras nas áreas STEM?”, analisaram-se as respostas dos alunos ao questionário. Procedeu à análise estatística simples, com recurso ao Microsoft Excel®, convertendo para percentagens as respostas dos alunos ao questionário, antes e após a realização da atividade STEM. Os dados estatísticos foram organizados através de gráficos, estando a interpretação destes dados ligada ao contexto em que são recolhidos. Utilizou-se essencialmente uma variável quantitativa discreta uma vez que é o resultado de uma contagem, característica mensurável que pode apenas assumir um número finito de valores.

Tendo em conta a quantidade de questões obtidas foi necessário fazer uma avaliação das questões e escolher as que se enquadravam melhor para dar resposta à questão orientadora. As questões foram divididas nas seguintes categorias: percurso e atitudes. Nas atitudes teve-se em conta o sucesso, a utilidade e o interesse na disciplina de Física e Química A (tabela 2).

**Tabela 2**
*Distribuição das questões do questionário pelas categorias analisadas.*

<b>Categoria</b>	<b>Questão</b>
<b>Percurso</b>	Q1 - Eu consigo ter boas notas a: ciências; matemática.
	Q5 - Ter sucesso nas seguintes disciplinas irá ajudar-me na minha carreira futura: ciências; matemática.
	Q7 - Eu interessar-me por carreiras na área de: ciências; matemática; tecnologias; engenharia.
	Q13 - Eu vou ter mais saídas profissionais se seguir uma área relacionada com: ciências; matemática; tecnologias; engenharia.
	Q14 – Se eu seguir uma carreira nesta área, vou ser mais reconhecido(a) pelo meu trabalho: ciências; matemática; tecnologias; engenharia.
	Q17 - Eu consigo aprender a trabalhar com Tecnologias.
	Q18 - Eu espero usar Tecnologias na minha carreira futura.
	Q21 - Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Engenharia.
	Q23 - Eu espero usar conhecimentos de Engenharia na minha carreira futura.
	Q26 - Eu quero seguir uma carreira numa área relacionada com: ciências; matemática; tecnologias; engenharia.
Q30 - Eu irei tirar um curso universitário numa área de: ciências; matemática; tecnologias; engenharia.	
	<b>Sucesso</b>
<b>Atitudes</b>	Q2 - Compreendo facilmente o que é explicado em Físico-química.
	Q6 - Para mim Físico-química é uma disciplina difícil.
	Q21 - Realizo as atividades de Físico-química com facilidade.
	<b>Utilidade</b>
	Q9 - Acho que estudar Físico-química é perda de tempo.
	Q14 - Sinto que resolver as atividades de Físico-química é útil para a vida.
	Q25 - Estudar Físico-química dá-me competência.

**Interesse**

---

Q12 - Ir para as aulas de Físico-química é agradável.

Q16 - Gosto de estudar Físico-química.

Q20 - O meu interesse por Físico-química vai diminuindo ao longo do tempo de escola.

---

## **Capítulo III - Apresentação dos resultados**

### **3.1 Desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos e aprendizagens realizadas pelos alunos**

Para responder às questões de investigação, “Como evoluem as estruturas cognitivas e de aprendizagem dos alunos, após a realização das atividades STEM?” e “Que aprendizagens sobre o tópico da solubilidade realizam os alunos com a implementação da atividade STEM?”, analisaram-se as respostas dos alunos ao teste WAT, antes e depois da intervenção.

Foi realizada uma análise detalhada do conteúdo antes de iniciar a construção da tabela de frequências. As respostas significativas e relevantes dos alunos no contexto da solubilidade foram transferidas para uma folha de cálculo do Microsoft Excel®. Após a seleção dos dados, foi elaborada uma tabela de frequências que contabilizava as palavras resposta para cada palavra estímulo. Dado o elevado número de palavras de resposta neste estudo, a tabela completa não está incluída neste documento. No entanto, é disponibilizada uma versão resumida da tabela de frequências, de forma a auxiliar a compreensão da construção do mapa de frequências. A tabela de frequências (Tabela 3) foi construída colocando as palavras estímulo na primeira linha, os momentos antes (M1) e depois (M2) na segunda linha e na primeira coluna as palavras resposta.

**Tabela 3**
*Tabela de frequências dos testes WAT antes (M1) e após (M2) a atividade.*

Palavras respostas	solução		solvente		soluto		concentração		dissolução		solubilidade		saturação		temperatura	
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Aquosa	17	23	6	6	5	6	1	5	2	5	3	1	1	1		1
Química	4	1	4	2	3	1	3	1	2	1	3					
Água	8	6	18	27	5	4	1	3	7	7	11	12	3	3	1	2
Sais	3	2	2	3	13	16	3	4	11	14	5	7	9	8	1	1
Iônica	3	1			1	1	3	2	6	5						
Ácida	19	13	8	6	7	4	9	2	6	5		1		1		
Básica	17	13	4	5	5	4	10	2	5	4				1		
Neutra	4	9	2	3	1	3	1		1							2
Solúvel	2		4		1	1					9	4				
Insolúvel	1				2						6	1				
Sólida	2	2			4	9		1				1				
Líquida	4	7	9	9	4	3		1	1		3			1		
Saturada	1	8				1		2	1	1		1		23		
Insaturada	1	8						1		2		1		19		
Sobressaturada		8						1				1		15		
Solvente	1	5			7	13	1	3	4	5	8	4	3	4		
Soluto	3	6	12	8			3	3	4	6	7	4	3	7		1
Solução			8	8	10	11	3	6	7	5	7	2	4	8	1	2
Dissolução	2	3	2	1	6	4			2	7	2	4		5		2
Solubilidade		2		2		4		5		3				1		6
Concentração	2	2	2		3	5			3	3	1	7	3	2		
Quantidade	1		2	1	1		1	5								
Reação	4		1	1	3	2	3	1	3	2	3	1	2		3	
Volume		1	1	1			6	9				2				
Mole		2					10	13				1				
Massa		1				3	8	10		1	1	2		1		2
Precipitado		3			1	1				3	1	1		7		2
Temperatura								1		6	1	8		2		
Calor										1					11	6
Endotérmica		1				1						5		2	9	
Exotérmica		1										4		1	7	
Graus celsius															16	6
Kelvins															8	2
Alta								6				7		2	15	20
Baixa								5				6			14	17
Quente															9	9
Frio															19	10

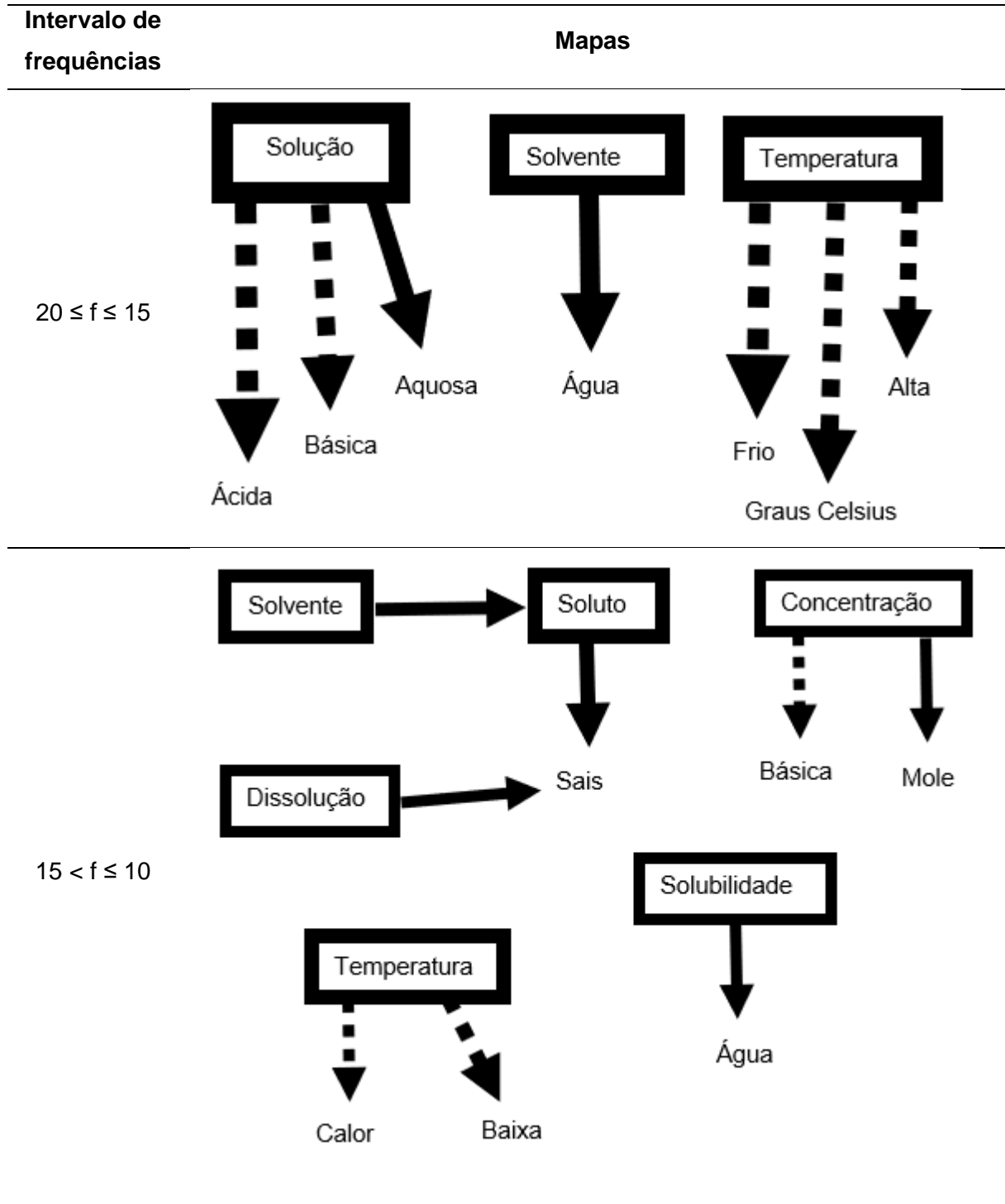
De acordo com os dados apresentados na tabela de frequências (Tabela 3), construiu-se os mapas das estruturas cognitivas dos alunos, pré-atividade (M1) (Tabela 4), e após a atividade (M2) (Tabela 6). A construção dos mapas foi realizada colocando as palavras estímulo dentro de um quadrado e as palavras resposta sem quadrado (usaram-se apenas palavras respostas com frequência maior ou igual a três). Mas se uma palavra estímulo foi obtida dos alunos como uma palavra resposta, esta também foi adicionada num quadro. Entre as palavras estímulo e as palavras resposta, foram traçadas setas. A espessura dos quadrados e das setas depende da frequência da palavra resposta à palavra estímulo e indica a intensidade das associações: quanto mais grossa a seta, maior a frequência e, portanto, maior a associação. As relações inversas entre os conceitos também são mostradas por setas de dupla face e conceitos interpretados como equívocos foram mostrados com setas quadradas pontilhadas, ambos, na faixa de frequência em que ocorreram.

Segundo Nakiboglu (2008), com este tipo de mapa é possível visualizar a intensidade e a direção das associações e obter uma relação entre os conceitos e as estruturas cognitivas dos alunos.

Como forma de analisar a associação conceitual dos alunos e superar uma das restrições frequentes desse método de avaliação (Nakiboglu, 2008), foi pedido aos alunos que elaborassem frases que ligassem cada palavra estímulo às palavras respostas. Assim, pôde-se verificar o tipo de vínculo que os alunos criaram entre os conceitos. Na tabela 5 encontram-se as frases elaboradas pré-atividade e na tabela 7 as frases elaboradas após a atividade.

**Tabela 4**

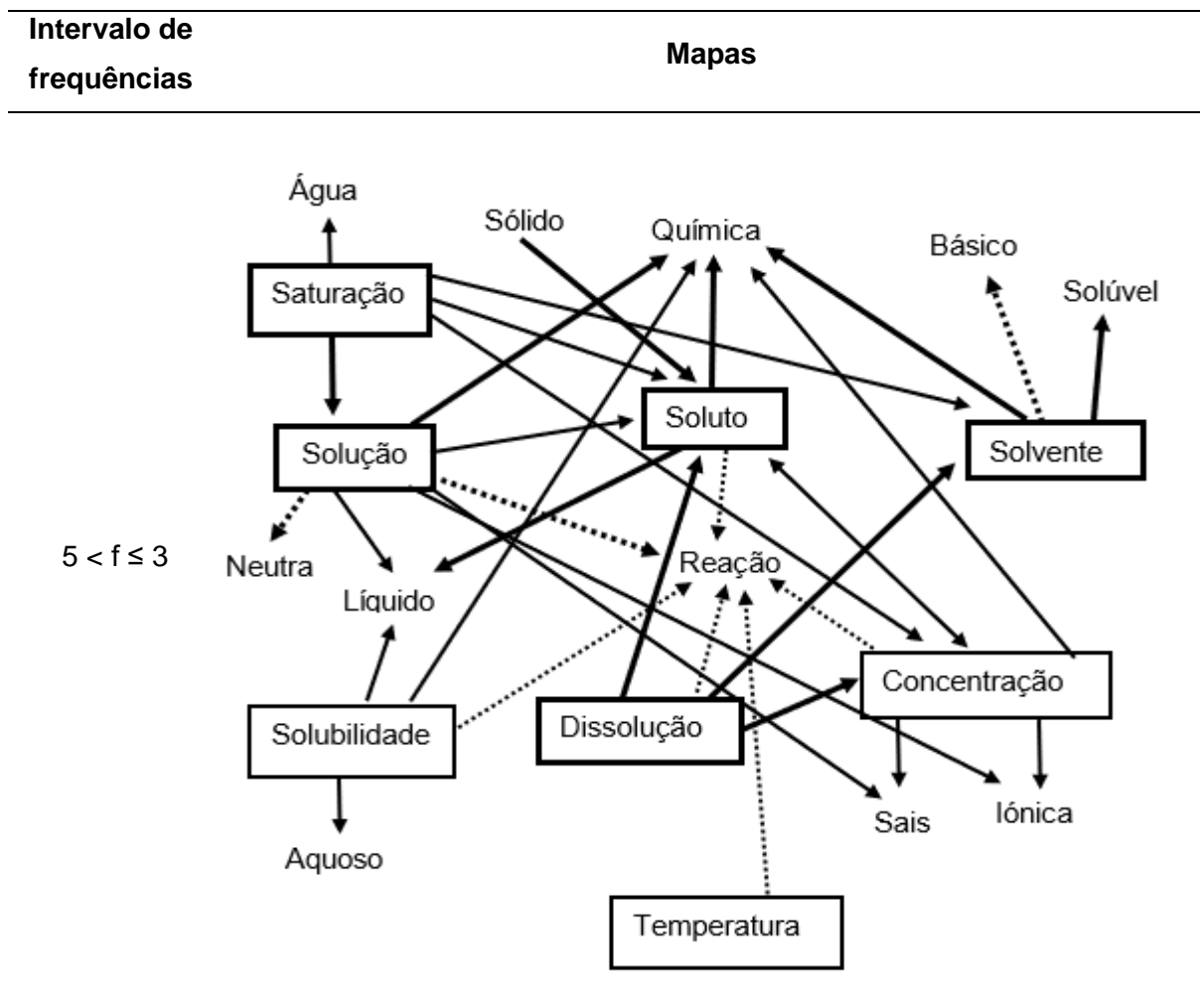
*Mapa de frequências antes da atividade.*





**Tabela 4**

*Mapa de frequências antes da atividade (continuação).*



A tabela 4 ilustra a capacidade dos alunos de estabelecer relações entre conceitos relacionados à solubilidade. Observa-se que a maioria das respostas se baseia em associações lexicais superficiais, derivadas do senso comum ou da experiência quotidiana. No que se refere às conexões entre diferentes palavras estímulo, o intervalo de frequências mais elevado ( $20 \leq f \leq 15$ ) apresenta sete associações válidas apenas às palavras estímulo solução, soluto e temperatura, evidenciando a limitada compreensão dos alunos sobre o tema. Além disso, as palavras estímulo solução e temperatura geram associações irrelevantes ou inadequadas ao contexto da solubilidade (setas tracejadas). Uma possível explicação para a alta frequência das palavras ácido e base associada à solução é a abordagem prévia do conteúdo de soluções ácido-base antes do início do estudo da solubilidade.

No intervalo de frequências imediatamente inferior ( $15 < f \leq 10$ ), ainda não se verifica a presença de todas as palavras estímulo, apenas seis. Nesse caso, os alunos demonstram

um maior domínio das relações pertinentes à solubilidade, embora ainda recorram a termos que utilizam em outros âmbitos, como as associações feitas à palavra estímulo temperatura.

A partir do intervalo de frequências  $10 < f \leq 5$ , todas as palavras estímulo são contempladas. Contudo, os alunos continuam a empregar termos que não se relacionam diretamente com a solubilidade.

No intervalo  $5 < f \leq 3$ , predominam as associações baseadas nas vivências e observações diárias dos alunos. Palavras estímulo como concentração, dissolução e temperatura são empregadas em sentidos distintos do conceito de solubilidade. Já as palavras estímulo solução, soluto e solvente são empregues por alguns alunos (poucos) de forma coerente com o tema, tanto entre si quanto por meio de termos associados.

As frases produzidas pelos alunos a partir das palavras estímulo podem revelar o seu nível de compreensão sobre o tema da solubilidade. No entanto, observou-se que as frases não foram consistentes com as palavras que eles tinham selecionado previamente, o que pode indicar uma falta de coerência interna no seu raciocínio. Além disso, as frases evidenciaram um nível cognitivo baixo dos alunos e um tipo de relação entre as palavras muito simples ou irrelevante para o tema da solubilidade. Na tabela 5, apresentam-se alguns exemplos de frases dos alunos e o tipo de relação que estabeleceram entre a palavra estímulo e a palavra resposta. Verifica-se que as conceções dos alunos sobre solubilidade são baseadas no senso comum e, em alguns casos, incorretas do ponto de vista conceptual (por exemplo, “Este solvente tem elevada concentração” ou “Numa mistura havia soluto e solução”), ou inadequadas para o contexto da solubilidade, como é o caso da temperatura, que os alunos relacionam com o clima (por exemplo: “A temperatura está muito alta hoje” ou “No verão a temperatura fica alta e quente, no inverno fica fria e baixa”). A natureza das relações que fizeram indica que estas palavras estímulo não lhes são familiares e que o conhecimento científico dos alunos sobre este tema é muito limitado.

**Tabela 5**
*Natureza das relações entre palavra estímulo e palavra resposta, antes da atividade.*

Palavra estímulo	Frases
Solução	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “A água é uma <b>solução neutra</b>”</li> <li>- “Todas as <b>soluções</b> são compostas por um solvente e um <b>soluto</b>”</li> <li>- “Através de uma <b>reação</b> ocorre uma <b>solução</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução aquosa</b> sofreu <b>reação</b> e ficou <b>líquida</b>”</li> <li>- “A água pode atuar numa <b>solução</b> como <b>ácido</b> e <b>base</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> desta <b>solução</b> é muito elevada”</li> <li>- “Esta <b>solução</b> é muito <b>ácida</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução</b> pode ser <b>básica</b> tendo natureza <b>aquosa</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução</b> pode ser <b>líquida</b>”</li> <li>- “Esta <b>solução</b> bastante <b>dissolúvel</b>”</li> <li>- “A <b>solução</b> é bastante <b>insolúvel</b>”</li> </ul>
Solvente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “O sumo já é uma <b>solução</b> sendo a <b>água</b> um <b>solvente</b>”</li> <li>- “A <b>água</b> é um exemplo de um <b>solvente</b>, normalmente é líquida”</li> <li>- “Um <b>soluto</b> e um <b>solvente</b> formam uma <b>solução</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> mistura com o <b>solvente</b>”</li> <li>- “Este <b>solvente</b> tem elevada <b>concentração</b>”</li> <li>- “O <b>solvente</b> é <b>líquido</b>”</li> <li>- “Existem <b>solventes</b> nas <b>soluções</b> aquosas”</li> <li>- “Eu fiz uma <b>solução</b> cujo <b>solvente</b> é <b>óleo</b>”</li> <li>- “O <b>solvente</b> é <b>aquoso</b> para diluir o <b>soluto</b>”</li> <li>- “Existem <b>solventes químicos</b>”</li> </ul>
Soluto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “A <b>junção</b> do <b>soluto</b> com o <b>solvente</b> dá-nos a <b>solução</b>”</li> <li>- “O <b>solvente</b> <b>dissolve</b> o <b>soluto</b>, gerando uma <b>solução</b>”</li> <li>- “O <b>sal</b> é um <b>soluto</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> era <b>ácido</b>”</li> <li>- “Numa mistura havia <b>soluto</b> e <b>solução</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> que dissolvemos era <b>sólido</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> da <b>solução</b> é <b>insolúvel</b>”</li> <li>- “A <b>água</b> não é um <b>soluto</b>”</li> <li>- “Existem <b>solutos</b> em <b>soluções aquosas</b>, como por exemplo os <b>sais</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> pode ser o <b>produto</b> de uma <b>reação química</b>”</li> </ul>

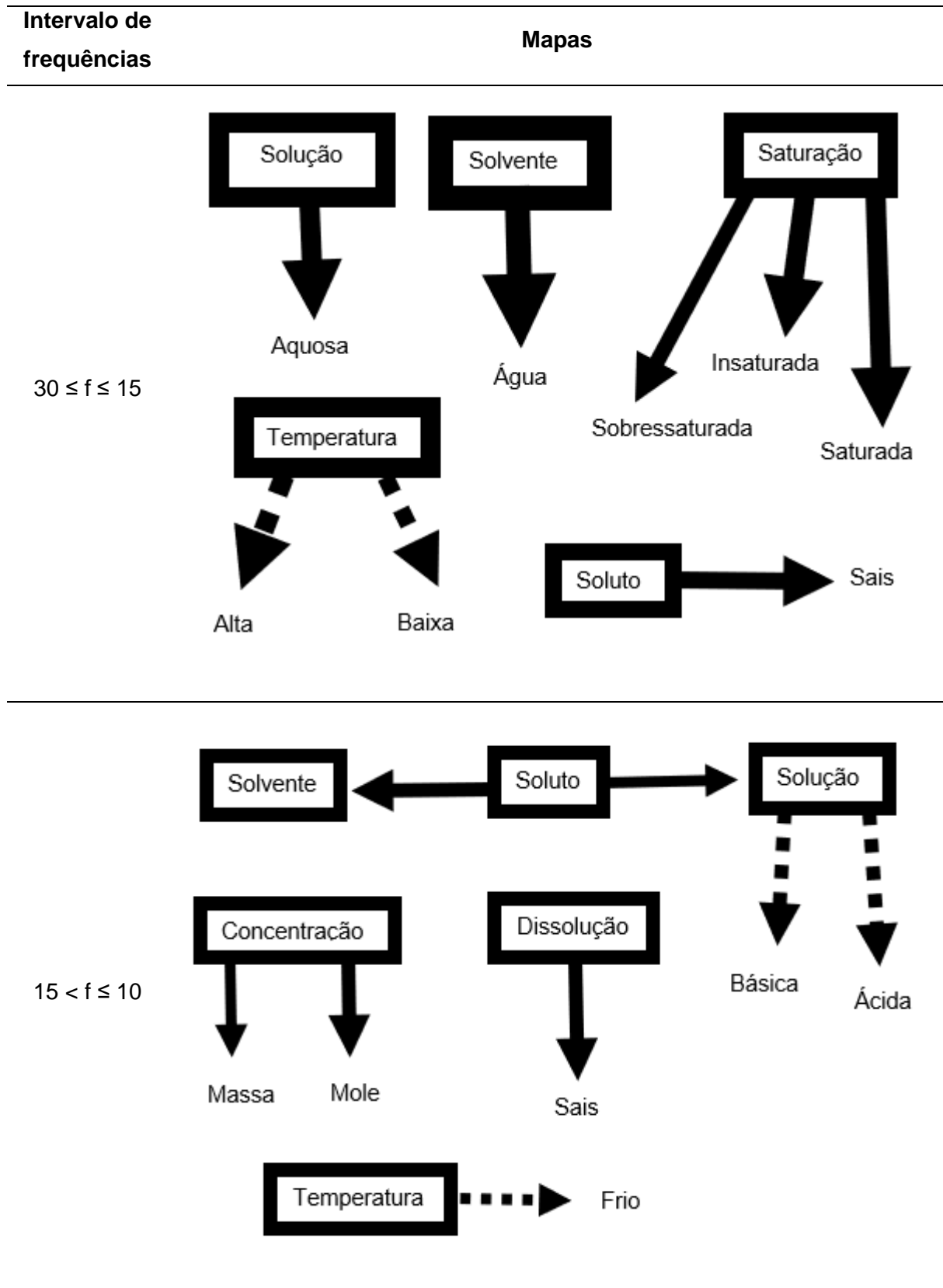
**Tabela 5**

Natureza das relações entre palavra estímulo e palavra resposta, antes da atividade (continuação).

Palavra estímulo	Frases
Concentração	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “<b>Concentração</b> é igual a <b>mol/volume</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> contém <b>ácido e base</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> da <b>solução</b> provoca uma <b>associação</b> de fusão dos átomos”</li> <li>- “A <b>concentração</b> do <b>sal</b> na <b>solução</b> está muito alta”</li> <li>- “A <b>concentração mássica</b> de uma solução pode ser calculada”</li> <li>- “A <b>concentração</b> do soluto era <b>aquosa</b>”</li> <li>- “Neutraliza uma <b>concentração ácida</b> com uma <b>concentração iónica básica</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> da solução é bastante <b>elevada</b>”</li> </ul>
Dissolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “O calcário é formado a partir da <b>dissolução</b> de <b>sais</b>”</li> <li>- “<b>Dissoluções ácidas</b> podem sim ocorrer”</li> <li>- “<b>Dissolução básica</b> juntando com algo <b>ácido</b> origina uma <b>dissolução neutra</b>”</li> <li>- “Existe a <b>dissolução</b> de <b>ácidos fortes, bases fracas</b> e também existe <b>ionização</b>”</li> <li>- “A <b>dissolução</b> de um <b>composto</b> pode ser feita em <b>água</b>”</li> <li>- “A <b>dissolução</b> de uma reação pode originar <b>ácido e base</b>”</li> <li>- “A <b>dissolução</b> é a <b>destruição</b> ou <b>rompimento</b> do <b>soluto</b>, originando a sua anulação, ficando apenas o <b>solvente</b> para a <b>solução</b>”</li> </ul>
Solubilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “<b>Solubilidade</b> de <b>sais</b>”</li> <li>- “Ocorreu a <b>solubilidade</b> de <b>sais</b> num recipiente com <b>água</b>”</li> <li>- “A <b>água</b> aumenta a <b>solubilidade</b> dos <b>solutos</b> e <b>solventes</b>”</li> <li>- “A <b>água</b> é um fator de <b>solubilidade</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução</b> pode ser <b>solúvel</b> ou não, o que influencia a <b>solubilidade</b> e a sua <b>concentração</b>”</li> </ul>
Saturação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Nos laboratórios são <b>saturados sais</b>”</li> <li>- “Ocorre a <b>saturação</b> de <b>sais</b>”</li> <li>- “A <b>solução</b> ficou <b>saturada</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> e o <b>solvente</b> sofreram <b>saturação</b>, logo estão <b>saturados</b>”</li> </ul>
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “A <b>temperatura</b> está muito <b>alta</b> hoje”</li> <li>- “A <b>temperatura</b> relaciona-se com a transferência de <b>energia por calor</b>”</li> <li>- “A <b>temperatura</b> é medida por um <b>termómetro</b> e pode ser sentida através de <b>calor e frio</b>”</li> <li>- “No verão a <b>temperatura</b> fica <b>alta e quente</b>, no inverso fica <b>fria e baixa</b>”</li> <li>- “Há quem veja a <b>temperatura</b> em <b>kelvins</b>”</li> <li>- “Pode ser medida em <b>graus</b> ou <b>kelvins</b>”</li> </ul>

**Tabela 6**

*Mapa de frequências após a atividade.*



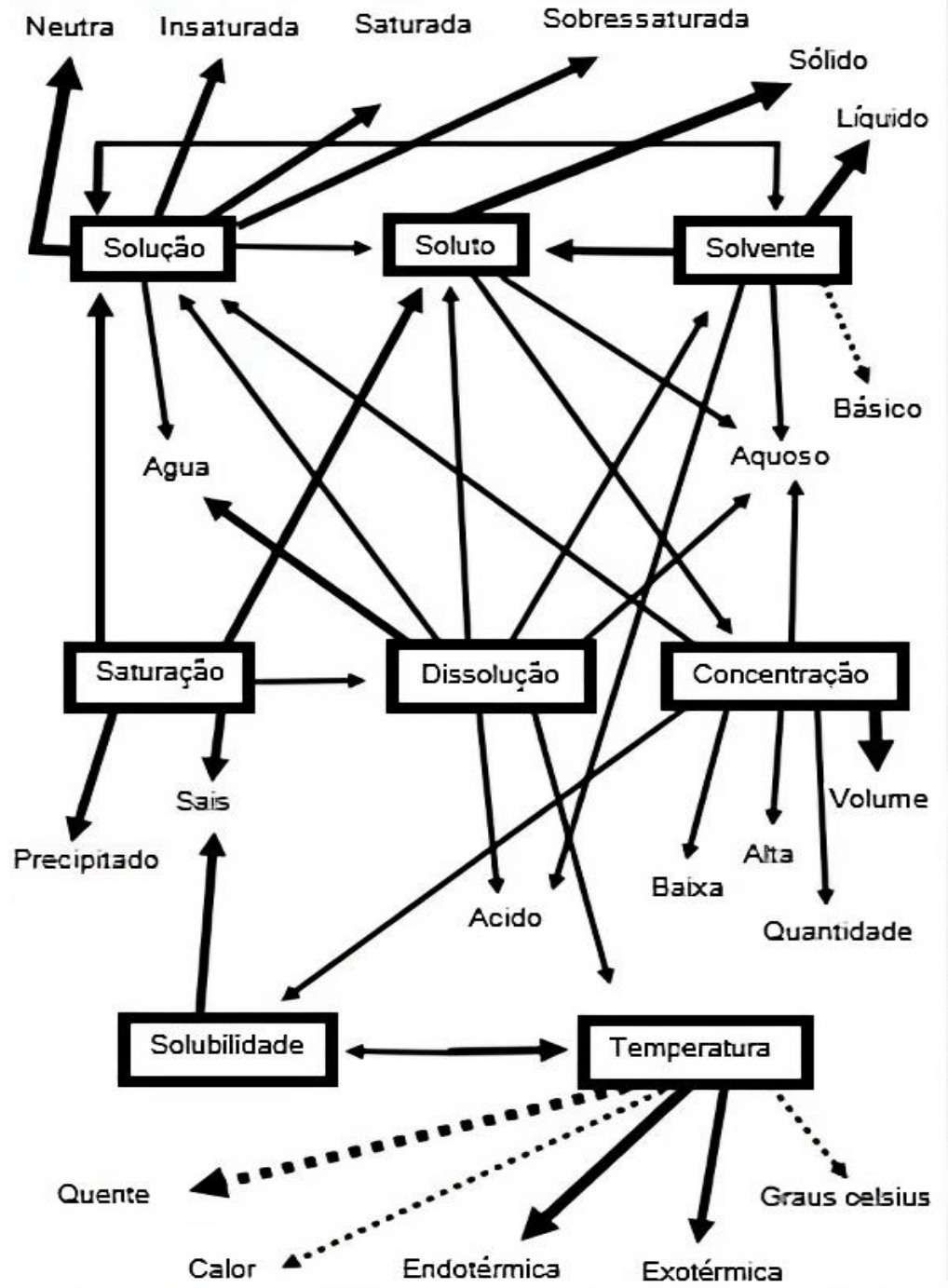
**Tabela 6**

*Mapa de frequências após a atividade (continuação).*

**Intervalo de  
frequências**

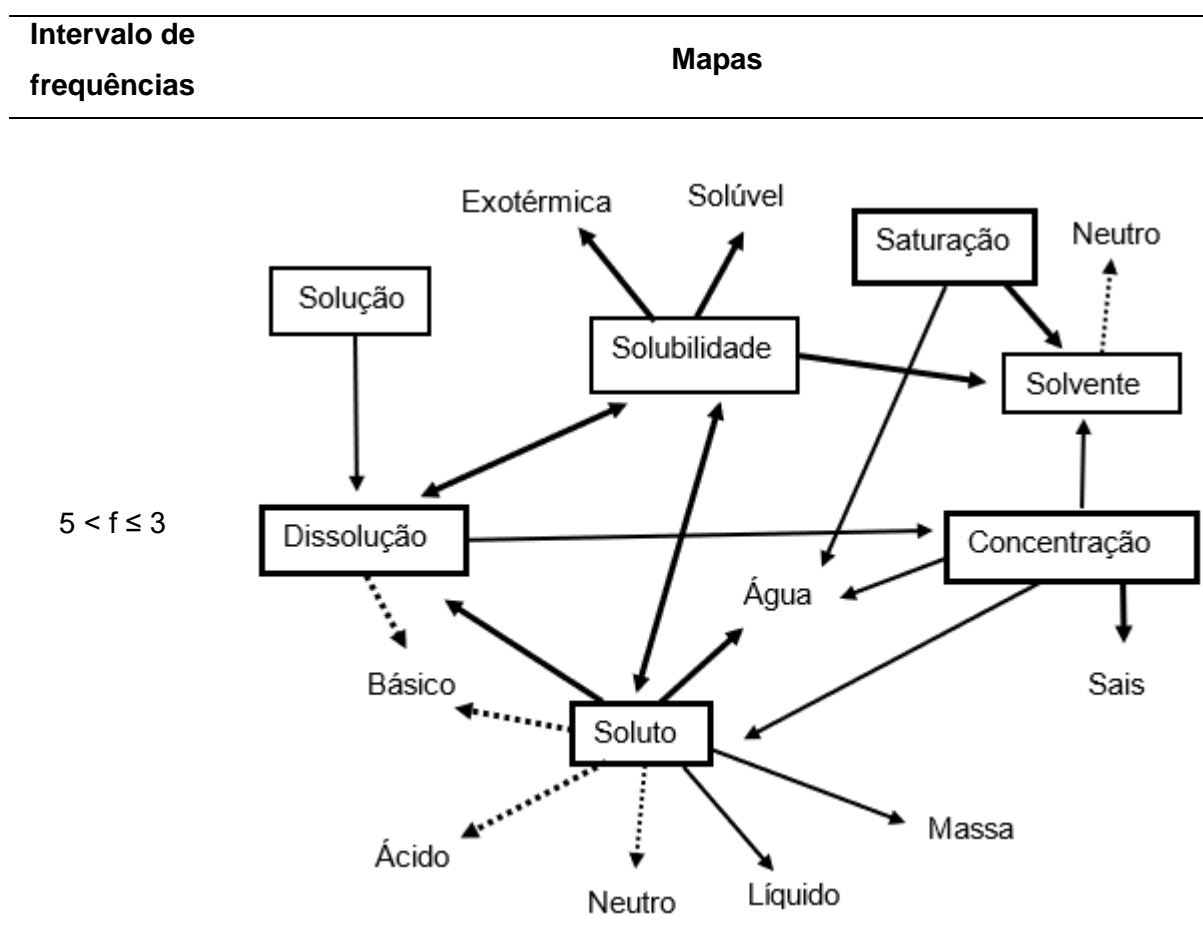
**Mapas**

10 < f ≤ 5



**Tabela 6**

*Mapa de frequências após a atividade (continuação).*



A tabela 6 já apresenta, na sua maioria, palavras associadas a cada palavra estímulo, relacionadas com o tema da solubilidade. Continua-se a observar palavras resposta que são provenientes das experiências e percepções diárias dos alunos, refletindo o seu senso comum, e não dos conceitos científicos envolvidos. Por exemplo, as palavras estímulo solução, solvente e soluto são frequentemente associadas a termos como ácido, base e neutro, que não estão diretamente ligados à solubilidade, mas que foram abordados nas aulas. Outro exemplo é a palavra estímulo temperatura, que continuou a ser, com menor frequência, associada ao clima.

Comparando o mapa pré-atividade com o mapa após a atividade, verifica-se que houve uma evolução na compreensão dos alunos sobre a solubilidade. No intervalo de frequências ( $30 \leq f \leq 15$ ), aparecem cinco palavras estímulo, sendo que as duas novas palavras (saturação e soluto) apresentam também associações diretamente relacionadas com a solubilidade. Além disso, diminuiu o número de palavras resposta inadequadas para

a palavra estímulo solução, indicando um maior domínio dos conceitos científicos pelos alunos.

No intervalo imediatamente abaixo ( $15 < f \leq 10$ ), ainda não apareceram todas as palavras estímulo, mas já se verifica associações mais coerentes com a solubilidade, embora na temperatura, apesar de aparecer só uma palavra resposta, esta continua a não ser relacionada com o tema. Na palavra estímulo solução, os termos ácido e base voltaram a ser utilizados, embora não estejam diretamente relacionados com a solubilidade. Isto ocorre devido ao fato de se discutir muito estas soluções durante as aulas, o que justifica a continuidade dessas conexões por parte dos alunos.

As palavras ácido, básico e neutro continuam associadas às palavras estímulo solução, solvente ou soluto, nos intervalos de frequências seguintes. A palavra temperatura continuou a ser associada ao clima por alguns alunos, embora no intervalo de frequências ( $10 < f \leq 5$ ) já surgiram associações relacionadas com a solubilidade.

No intervalo de frequências ( $5 < f \leq 3$ ), a palavra estímulo temperatura não apresentou nenhuma associação. Observa-se que a complexidade das relações estabelecidas entre palavras é significativamente menor do que no mesmo intervalo do mapa pré-atividade, apesar de ainda persistirem algumas associações que não se referem à solubilidade.

A partir da análise das frases produzidas pelos alunos, verificamos que a maioria delas se enquadra no tema da solubilidade e apresenta alguns conceitos, ainda que com incorreções e imprecisões na terminologia científica. Constata-se que as concepções dos alunos sobre solubilidade estão predominantemente alinhadas com os conteúdos abordados durante as aulas. As frases estão contextualizadas no domínio em estudo, conforme ilustrado na tabela 7. O tipo de relações que estabeleceram no teste WAT após a atividade revela que as palavras estímulo se tornaram mais familiares e o conhecimento científico dos alunos foi modificado.

No teste WAT após a atividade, o significado atribuído à palavra estímulo temperatura diferiu do teste WAT pré-atividade, onde estava principalmente relacionado ao clima. Após a atividade, os alunos associaram a temperatura à solubilidade, explicando que “A temperatura afeta a solubilidade dependendo de a reação ser endo ou exotérmica”. Além disso, os alunos demonstraram uma melhor compreensão das palavras estímulo solubilidade e saturação, como por exemplo, escrevendo, “A solubilidade varia com a temperatura” e “Saturação é quando um solvente não consegue dissolver mais um soluto”.

**Tabela 7**
*Natureza das relações entre palavra estímulo e palavra resposta, após a atividade.*

Palavra estímulo	Frases
Solução	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “A <b>solução</b> é <b>aquosa</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução</b> necessita de <b>soluto</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução</b> é composta por um <b>soluto</b> e um <b>solvente</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> de uma <b>solução</b> pode diminuir ou aumentar”</li> <li>- “Quando uma <b>solução</b> está <b>saturada</b> não se pode dissolver mais <b>soluto</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução sobressaturada</b> tem um depósito sólido”</li> <li>- “A <b>solução</b> de carbonato de cálcio está <b>insaturada</b>”</li> <li>- “Esta <b>solução</b> está <b>insaturada</b> com <b>depósito</b> no fundo do recipiente”</li> <li>- “Existem vários tipos de <b>soluções</b> entre eles a <b>solução ácida</b>, a <b>solução básica</b>, a <b>solução com sais</b> e a <b>solução neutra</b>, etc.”</li> </ul>
Solvente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “O <b>solvente</b> pode ser <b>líquido</b>”</li> <li>- “O <b>solvente</b> reage com o <b>soluto</b>”</li> <li>- “Numa <b>solução aquosa</b> a <b>água</b> é sempre o <b>solvente</b>”</li> <li>- “Existe o <b>soluto</b> e o <b>solvente</b>”</li> <li>- “Um <b>solvente</b> só dissolve um <b>soluto</b> se tiverem o mesmo tipo de <b>ligações</b>”</li> <li>- “A <b>água</b> é um <b>solvente universal</b>”</li> <li>- “A <b>água</b> é um <b>soluto neutro</b>, mas também á <b>solventes básicos</b> e <b>ácidos</b>”</li> <li>- “O <b>azeite</b> é um <b>solvente apolar</b>”</li> </ul>
Soluto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “O <b>soluto reage</b> com o <b>solvente</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> pode ser <b>sólido</b>, <b>líquido</b> ou <b>aquoso</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> depositou-se no fundo do copo, dando origem a <b>massa resíduo</b>”</li> <li>- “Uma <b>solução</b> tem <b>solvente</b> e <b>soluto</b>”</li> <li>- “Um exemplo de um <b>soluto</b> é um <b>sal</b>”</li> <li>- “O <b>soluto (sal)</b> foi colocado na <b>água</b>, o que resulta na sua <b>saturação</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> está <b>concentrado</b>”</li> <li>- “O <b>soluto</b> ficou <b>dissolvido</b>”</li> </ul>
Concentração	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “A <b>concentração</b> pode <b>aumentar</b> ou <b>diminuir</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> é a <b>quantidade</b> sobre o <b>volume</b>”</li> <li>- “Através da <b>concentração molar</b> podemos descobrir a <b>quantidade química</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> pode ser em <b>massa</b> ou <b>molar</b>”</li> <li>- “Nas reações <b>ácido-base</b>, calcula-se as <b>concentrações</b> de <b>sais</b>”</li> <li>- “A <b>concentração</b> está <b>saturada</b>”</li> </ul>

**Tabela 7**

Natureza das relações entre palavra estímulo e palavra resposta, após a atividade (continuação).

Palavra estímulo	Frases
Dissolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Da <b>dissolução</b> resulta a <b>dissociação</b> de <b>sais</b>”</li> <li>- “Um processo de <b>unir</b> um composto com a H<sub>2</sub>O chama-se <b>dissolução</b>”</li> <li>- “Esta <b>molécula</b> sofreu <b>dissociação</b> em dois <b>iões</b>”</li> <li>- “A <b>dissolução</b> pode ser <b>total</b> ou <b>parcial</b>, mediante os <b>sais</b> e a sua natureza (<b>ácida, básica</b> ou <b>neutra</b>)”</li> <li>- “O <b>solvente</b> e o <b>soluto</b> participam no processo de <b>dissolução</b>”</li> <li>- “A <b>solubilidade</b> de um <b>sal</b>, depende da <b>dissolução</b> do <b>sal</b> na <b>água</b>”</li> <li>- “Quanto maior a <b>temperatura</b>, maior a <b>dissolução</b> do <b>sal</b>”</li> </ul>
Solubilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Quando a solução é endotérmica ocorre aumento da <b>temperatura</b>, a <b>solubilidade</b> aumenta”</li> <li>- “A <b>solubilidade</b> <b>aumenta</b> no processo <b>exotérmico</b>”</li> <li>- “A <b>solubilidade</b> <b>diminui</b> no processo <b>endotérmico</b>”</li> <li>- “A <b>solubilidade</b> <b>varia</b> com a <b>temperatura</b>”</li> <li>- “A <b>solubilidade</b> é constituída por <b>dissolução</b> do <b>sal</b> em solventes”</li> <li>- “A <b>solubilidade</b> da <b>água</b> é muito pequena”</li> </ul>
Saturação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “As soluções podem-se encontrar <b>saturadas</b> ou <b>sobresaturadas</b>”</li> <li>- “Uma solução pode estar <b>saturada, insaturada, saturada com depósito</b>”</li> <li>- “A <b>saturação</b> <b>aumenta</b> após a adição de <b>sal</b>”</li> <li>- “<b>Saturação</b> é quando um <b>solvente</b> não consegue dissolver mais um <b>soluto</b>”</li> <li>- “A <b>saturação</b> da <b>água</b> depende da sua temperatura”</li> <li>- “A <b>saturação</b> de <b>sais</b> é um processo química”</li> </ul>
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “No processo <b>endotérmico</b> a <b>temperatura</b> <b>aumenta</b>”</li> <li>- “No processo <b>exotérmico</b> a <b>temperatura</b> <b>diminui</b>”</li> <li>- “A <b>temperatura</b> influencia muito as reações, pode beneficiá-la se forem <b>endotérmicas</b>, ou prejudicá-las se forem <b>exotérmicas</b>”</li> <li>- “A <b>temperatura</b> pode <b>variar</b>”</li> <li>- “A <b>temperatura</b> de ebulição é <b>alta</b> e a de congelamento é <b>baixa</b>”</li> <li>- “A <b>temperatura</b> está tão <b>baixa</b> que está muito <b>frio</b>”</li> <li>- “A <b>temperatura</b> afeta a <b>solubilidade</b> dependendo de a reação ser <b>endo</b> ou <b>exotérmica</b>”</li> </ul>

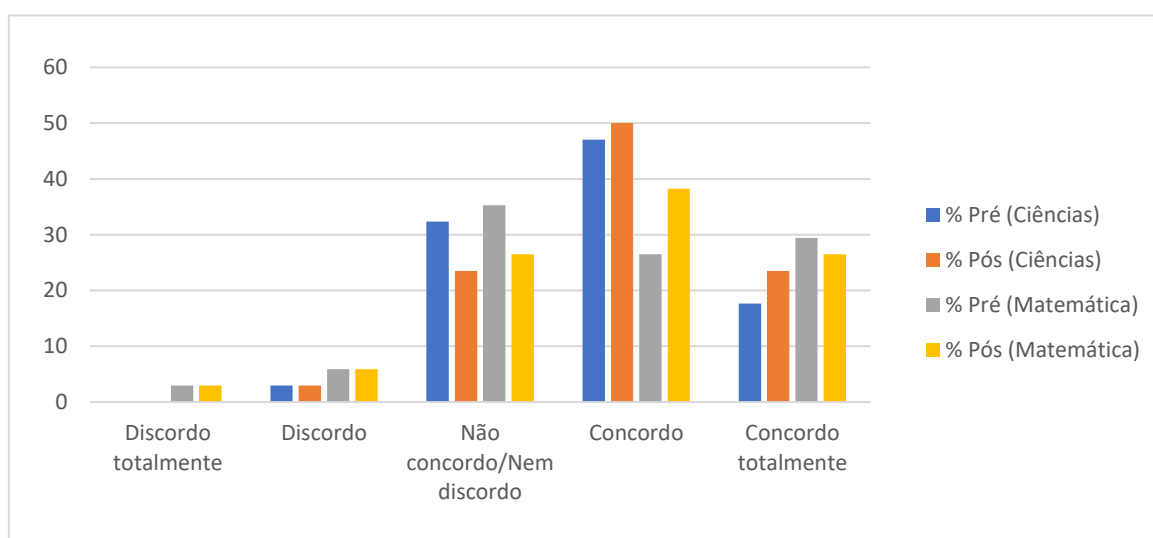
### 3.2 Interesse dos alunos face às ciências e nas profissões STEM

A terceira questão orientadora deste trabalho teve como objetivo identificar alterações nas atitudes e interesses dos alunos em relação às ciências, resultantes da proposta STEM. Para responder a esta questão, foram analisadas as respostas dos alunos aos questionários antes e após a aplicação da abordagem STEM na unidade da solubilidade.

Começou-se por analisar as questões relacionadas com o percurso dos alunos. Pela análise da figura 1, verifica-se que antes da atividade 65% dos alunos referiu que tinha boas notas a ciências e 56% a matemática. A opinião dos alunos em relação às notas subiu 23% a ciências e 16% a matemática, após a atividade STEM.

**Figura 1**

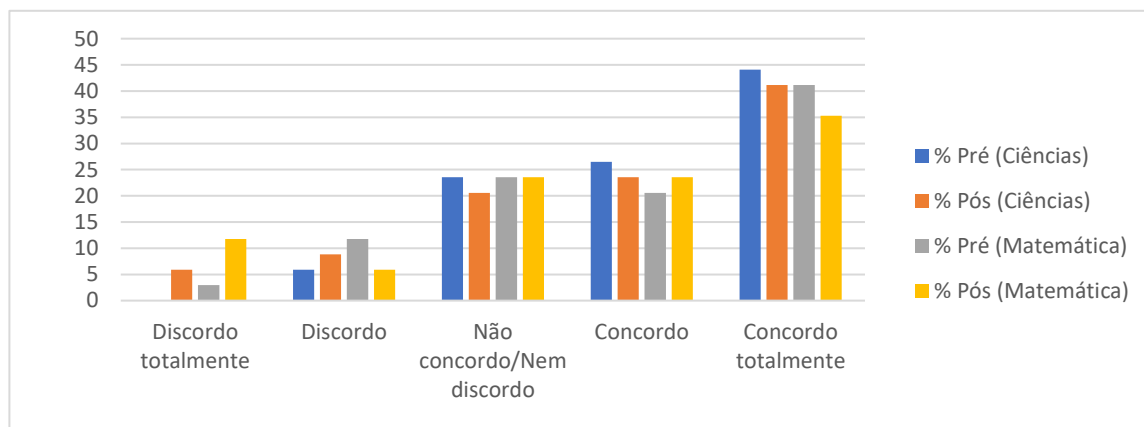
*Eu consigo ter boas notas a: ciências; matemática (Questão1).*



De acordo com a figura 2, observa-se que a perceção dos alunos em relação à importância das ciências e da matemática, desceu ligeiramente após a atividade. Antes 71% dos alunos, a ciências, e 62%, a matemática, tinham a perceção da importância destas disciplinas, após a atividade desceu para 65% a ciências e 59% a matemática.

**Figura 2**

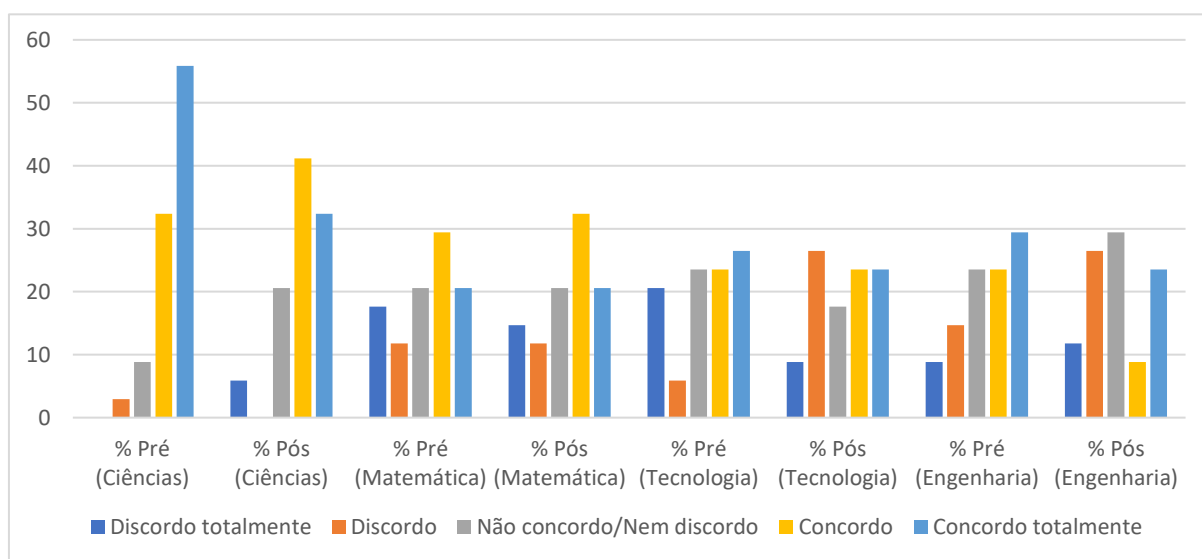
*Ter sucesso nas seguintes disciplinas irá ajudar-me na minha carreira futura: ciências; matemática (Questão 5).*



Pela figura 3, verifica-se que antes da atividade 88% dos alunos interessavam-se por ciências, 50% por matemática e 53% por tecnologia e engenharia. Após a atividade 74% interessavam-se por ciências, 53% por matemática, 47% por tecnologias e 32% por engenharia. O seu interesse desceu a todas as áreas exceto a matemática, que teve um ligeiro aumento. O interesse por engenharia foi o que registou uma maior diminuição. Verifica-se um aumento de alunos indecisos, que responderam não concordo/nem discordo, em ciências de 133% e na engenharia de 25%.

**Figura 3**

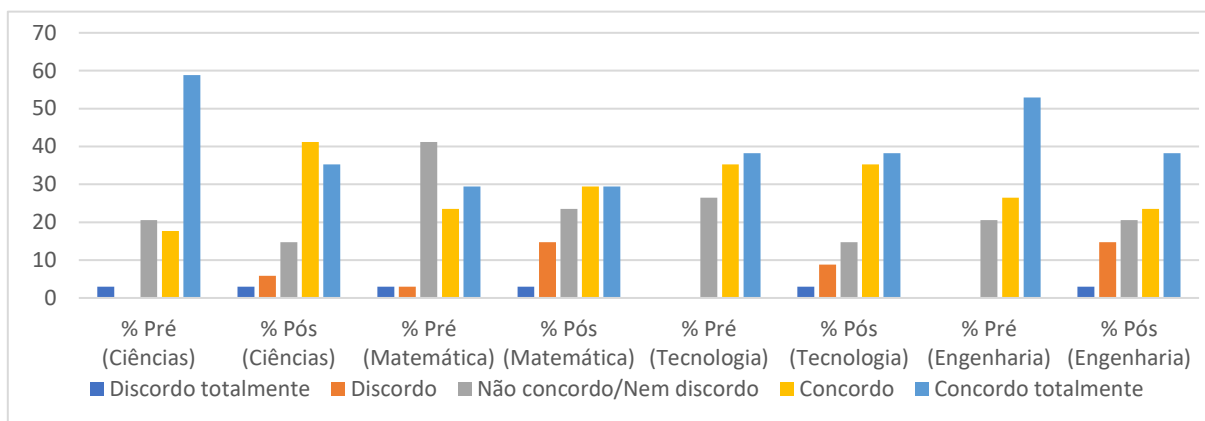
*Eu interesso-me por carreiras na área de: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 7).*



De acordo com a figura 4, os alunos referem, antes da atividade, que têm mais saídas profissionais nas áreas das ciências (76%), da matemática (53%), nas tecnologias (74%) e nas engenharias (79%). Após a atividade, os alunos mantiveram a opinião em relação às ciências e à tecnologia, mas desceram ligeiramente na matemática (59%) e mais acentuadamente na engenharia (62%).

**Figura 4**

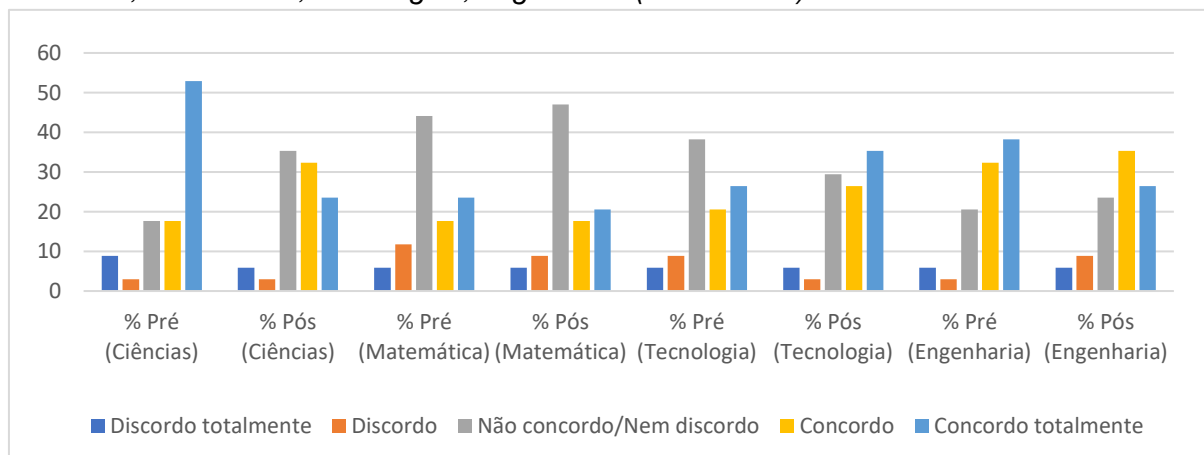
*Eu vou ter mais saídas profissionais se seguir uma área relacionada com: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 13).*



Pela análise da figura 5, os alunos consideraram, antes da atividade, que serão reconhecidos pelo seu trabalho nas áreas das ciências (71%), da matemática (42%), da tecnologia (47%) e da engenharia (70%). Após a atividade a sua percepção do reconhecimento, desceu acentuadamente na área das ciências (56%), e ligeiramente nas áreas da matemática (38%) e das engenharias (61%). Contrariamente, na área da tecnologia registou-se um aumento após a atividade, passou de 47% para 61%.

**Figura 5**

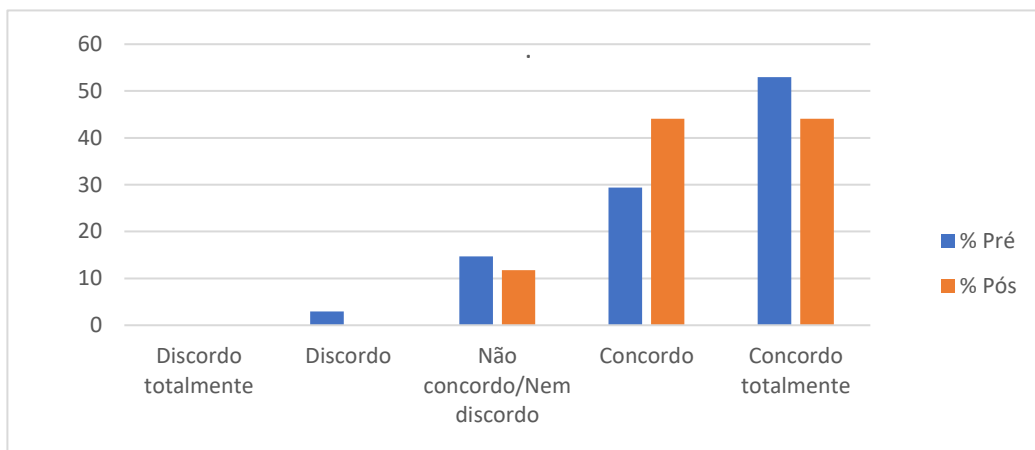
*Se eu seguir uma carreira nesta área, vou ser mais reconhecido(a) pelo meu trabalho: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 14).*



A figura 6 demonstra a evolução na percepção que os alunos têm sobre se conseguem aprender a trabalhar com as tecnologias, de 82% antes para 88% após a atividade.

**Figura 6**

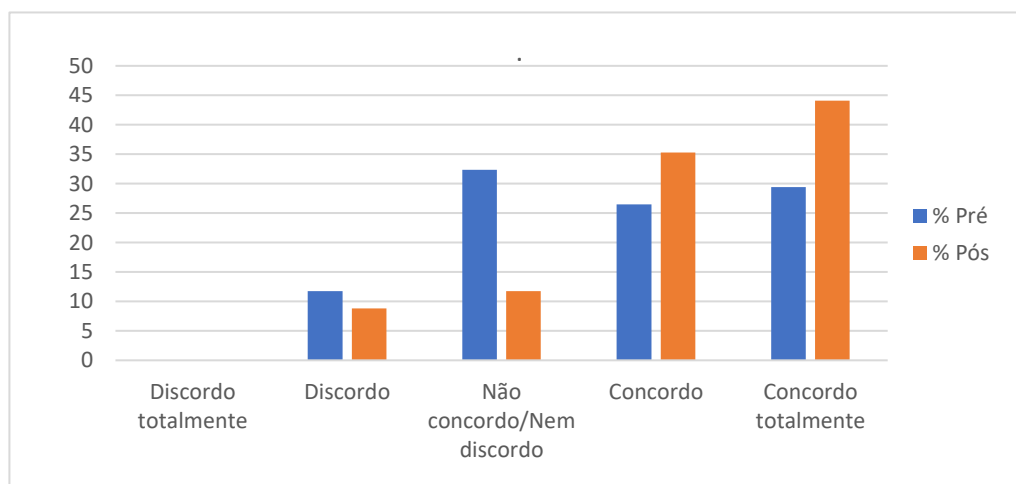
*Eu consigo aprender a trabalhar com Tecnologias (Questão 17).*



A intenção dos alunos usarem tecnologias numa carreira futura aumentou de 56%, antes da atividade, para 79% após a atividade (Figura 7).

**Figura 7**

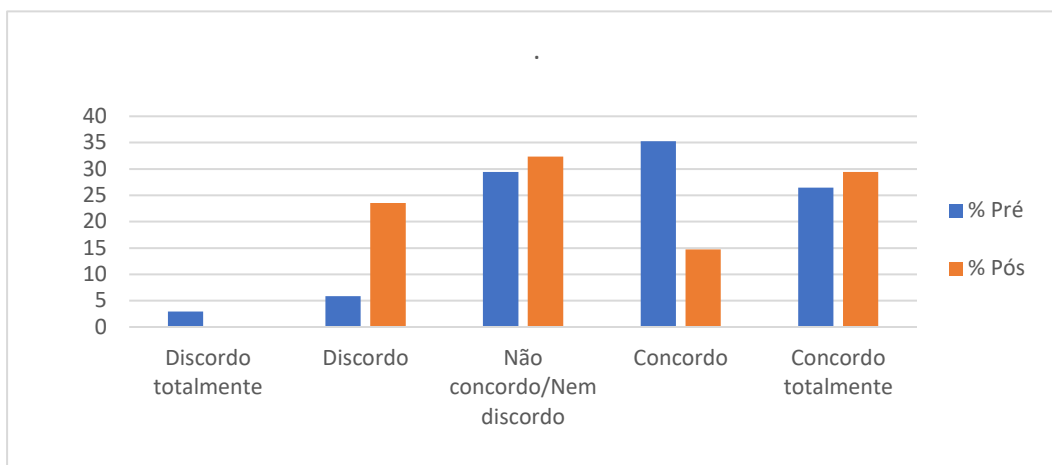
*Eu espero usar Tecnologias na minha carreira futura (Questão 18).*



Registou-se uma diminuição da percepção que os alunos têm sobre o seu desempenho nas atividades que envolvam engenharia, de 62% antes para 42% após a atividade (Figura 8).

**Figura 8**

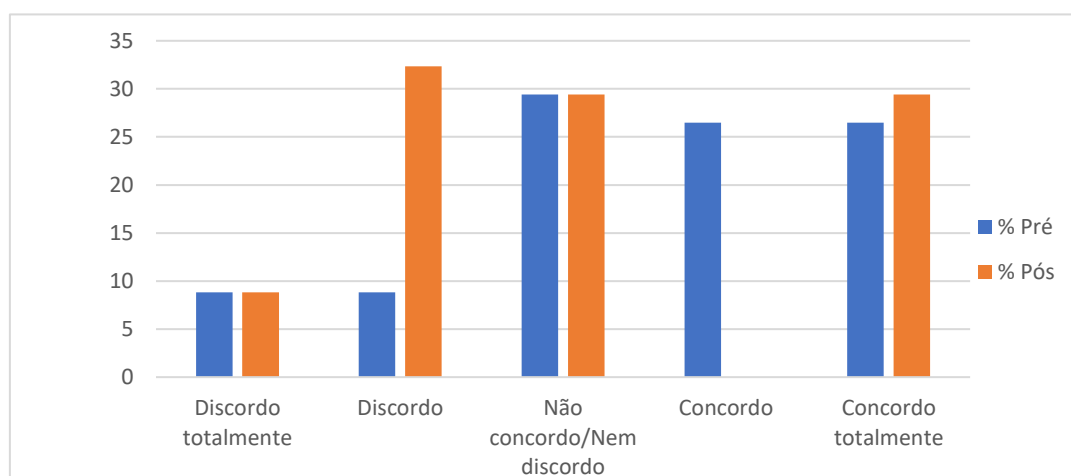
*Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Engenharia (Questão 21).*



Após a atividade registou-se uma grande diminuição do uso de conhecimentos de engenharia numa carreira futura, de 53%, antes da atividade, para 29% (Figura 9).

**Figura 9**

*Eu espero usar conhecimentos de Engenharia na minha carreira futura (Questão23).*

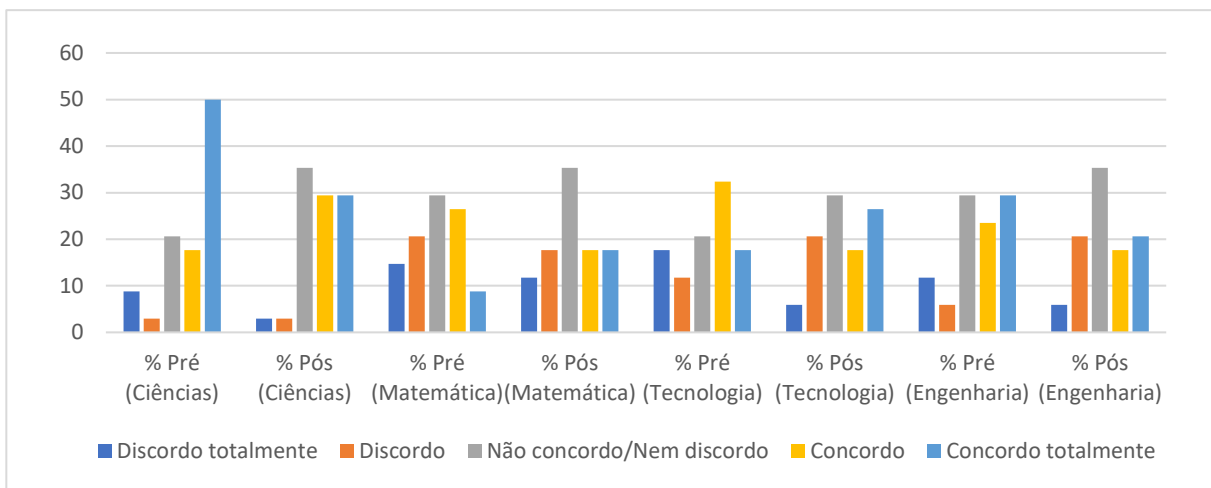


Ao analisar a figura 10, constata-se que a opinião dos alunos em seguirem uma carreira nas áreas das ciências, matemática, tecnologia e engenharia desceu após a realização da atividade. Verificou-se um aumento dos alunos indecisos que responderam não concordo/nem discordo. Antes da atividade 68% dos alunos pretendiam seguir ciências e após 59%, na matemática manteve-se nos 35%, antes e após a atividade, na tecnologia passou de 50% para 44% e na engenharia passou de 53% para 38%.

Nos indecisos houve um aumento de 42% nas ciências, 20% na matemática, 43% na tecnologia e 20% na engenharia.

**Figura 10**

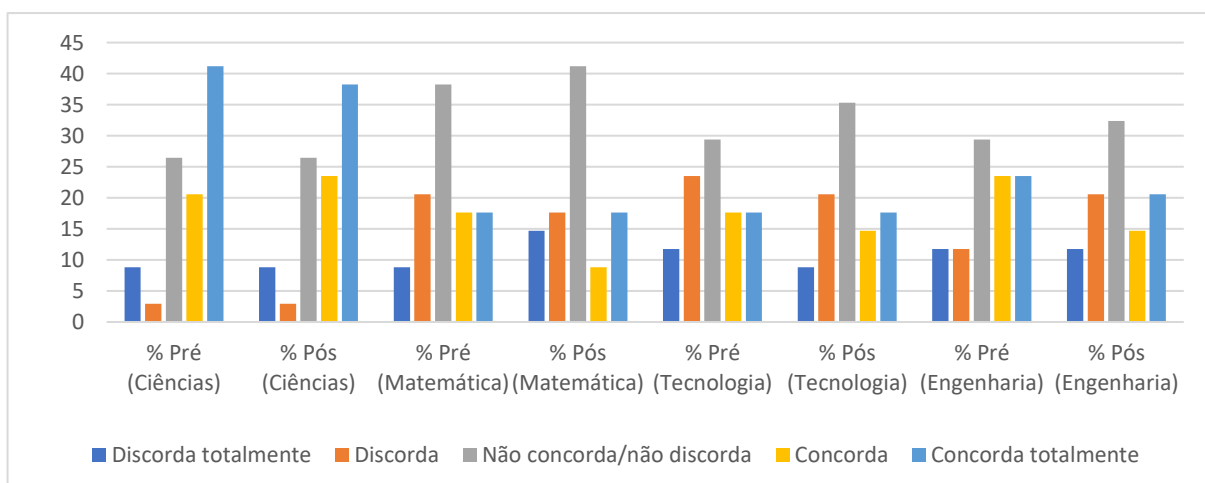
*Eu quero seguir uma carreira numa área relacionada com: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 26).*



A figura 11 permite-nos observar que a opinião dos alunos em tirarem um curso superior nas áreas das ciências, matemática, tecnologia e engenharia desceu ligeiramente após a realização da atividade. Antes da atividade 62% dos alunos pretendiam seguir um curso superior na área das ciências e manteve-se após a atividade. Na matemática passou de 35% para 26%, na tecnologia passou de 35% para 32% e na engenharia passou de 47% para 35%.

**Figura 11**

*Eu irei tirar um curso universitário numa área de: ciências; matemática; tecnologias; engenharia (Questão 30).*

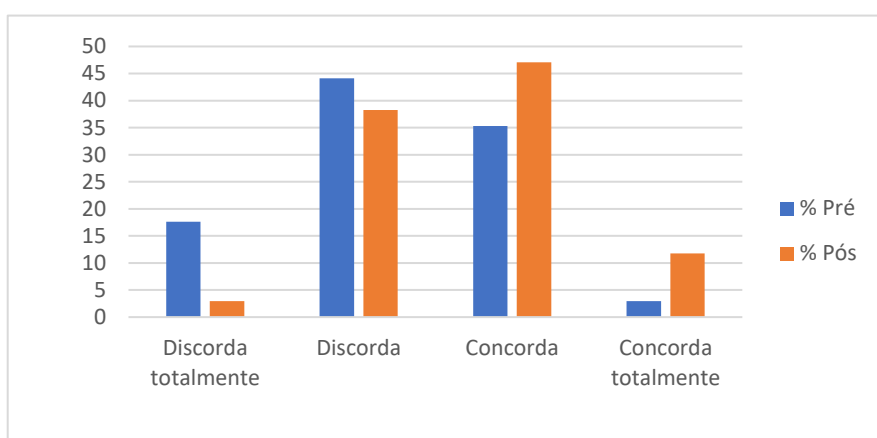


De seguida foram analisadas as respostas dadas a algumas questões relacionadas com as atitudes dos alunos face à disciplina de Física e Química A, esta análise foi dividida em sucesso, utilidade e interesse. Relativamente ao sucesso dos alunos relativamente à disciplina de Física e Química A, foram escolhidas três questões.

Antes da atividade 38% dos alunos responderam compreender facilmente o que era explicado a Física e Química A, após a atividade o número de respostas aumentou consideravelmente (59%), como se pode observar na figura 12.

**Figura 12**

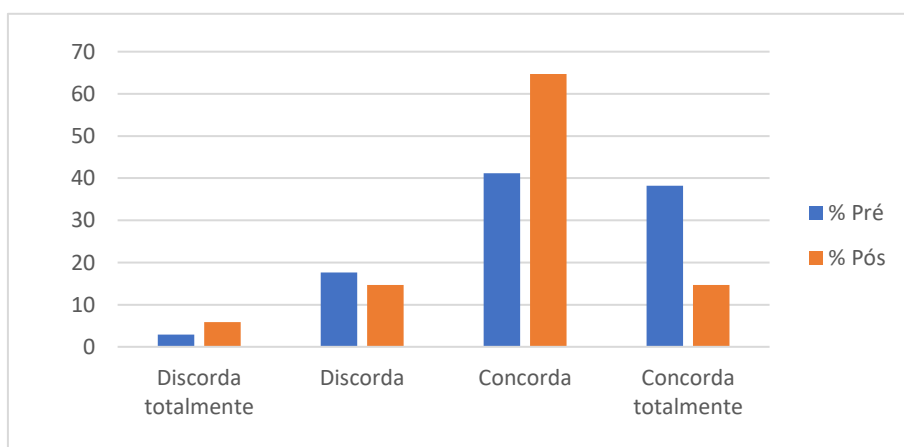
*Compreendo facilmente o que é explicado em Física e Química A (Questão 2).*



Para mais de metade dos alunos (79%) Física e Química A era uma disciplina difícil, uma tendência que não se alterou significativamente após atividade (80%) (figura 13).

**Figura 13**

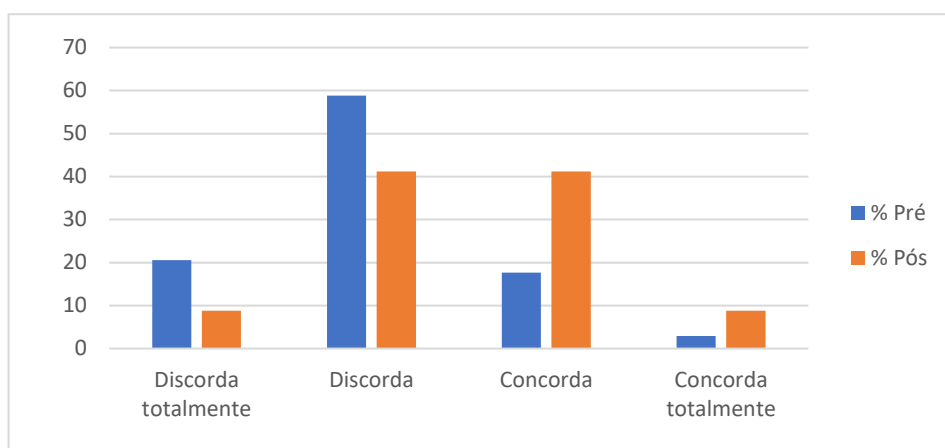
*Para mim, Física e Química A é uma disciplina difícil (Questão 6).*



Antes da realização da atividade, 21% dos alunos considerava ter facilidade em realizar atividades de física e química. Após a realização, registou-se um aumento para 50% (figura 14).

**Figura 14**

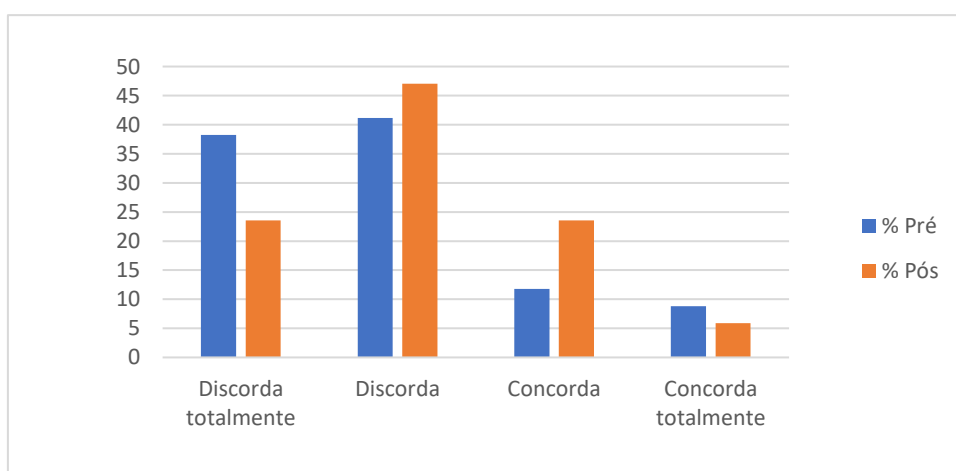
*Realizo as atividades de física e química com facilidade (Questão 21).*



Em relação à utilidade da disciplina de Física e Química A, também foram escolhidas outras três questões. Para a maioria dos alunos (79%) estudar física e química não era perda de tempo. Após a realização da atividade houve uma ligeira diminuição, sendo então que 71% dos alunos não consideraram que estudar física e química fosse uma perda de tempo (figura 15).

**Figura 15**

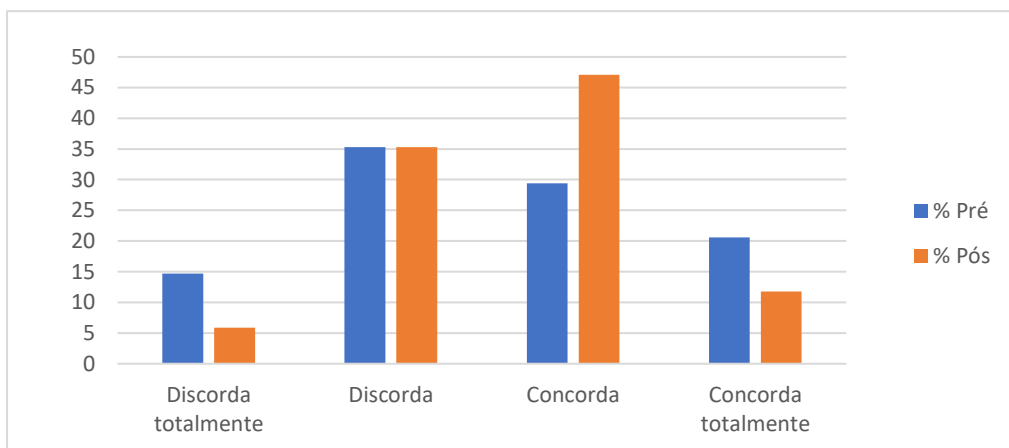
*Acho que estudar física e química é perda de tempo (Questão 9).*



Quando questionados sobre a utilidade da física e da química para as suas vidas (figura 16), 50% dos alunos consideravam que seria útil. Após a atividade verificou-se um aumento, sendo que para 59% dos alunos a física e a química serão úteis para a sua vida.

**Figura 16**

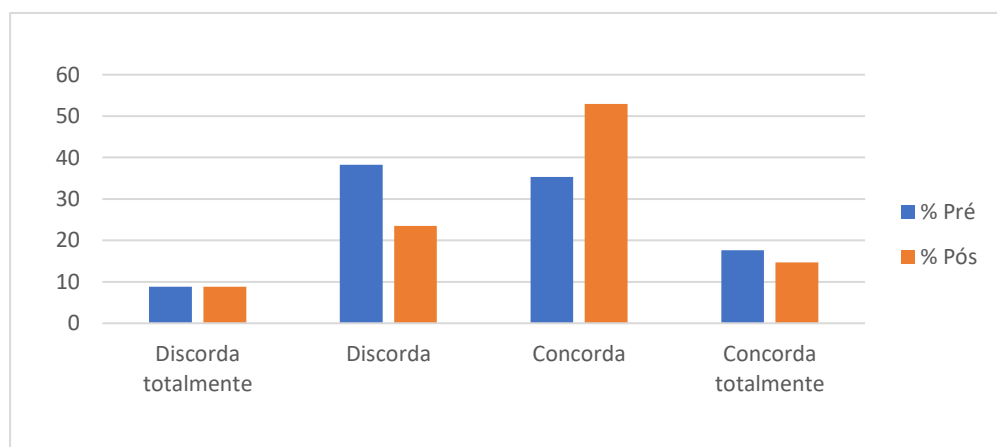
*Sinto que resolver as atividades de física e química é útil para a vida (Questão 14).*



A maioria dos alunos (53%) considerou antes da realização da atividade, que a física e a química lhes dava competências. Após a realização da atividade, verificou-se um aumento considerável de 15%, para um total de 68% dos alunos (figura 17).

**Figura 17**

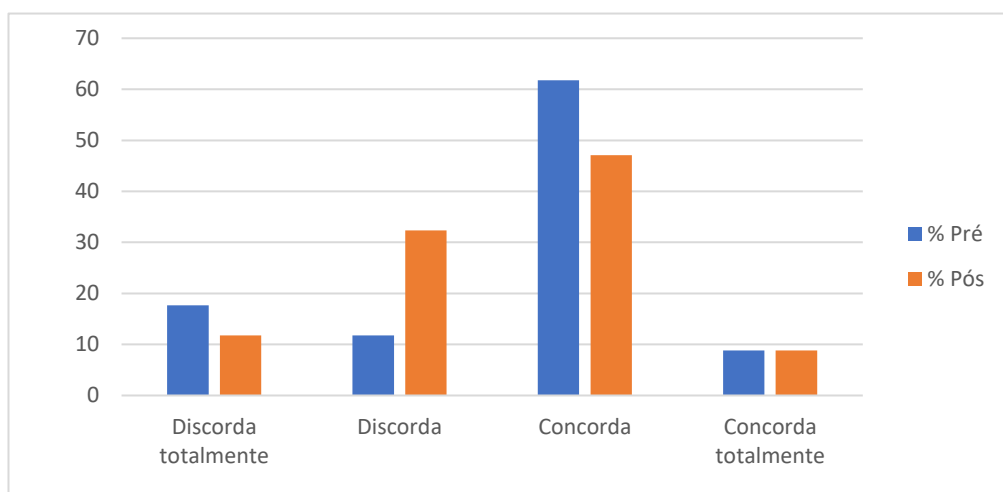
*Estudar física e química dá-me competência (Questão 25).*



Relativamente ao interesse que os alunos demonstram pela disciplina de Física e Química A, foram também selecionadas três questões. Inicialmente 71% dos alunos considerou agradável ir às aulas de Física e Química A, o que diminuiu para 56% após a atividade (figura 18).

**Figura 18**

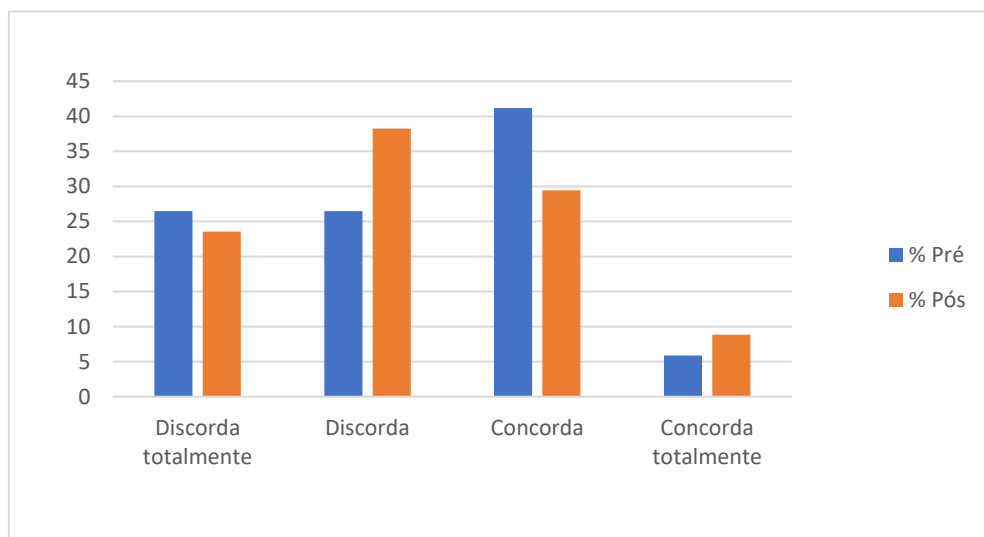
*Ir para as aulas de Física e Química A é agradável (Questão 12).*



Antes da implementação da atividade, 47% dos alunos manifestou gostar de estudar física e química, tendo diminuído para 38% após a intervenção (figura 19).

**Figura 19**

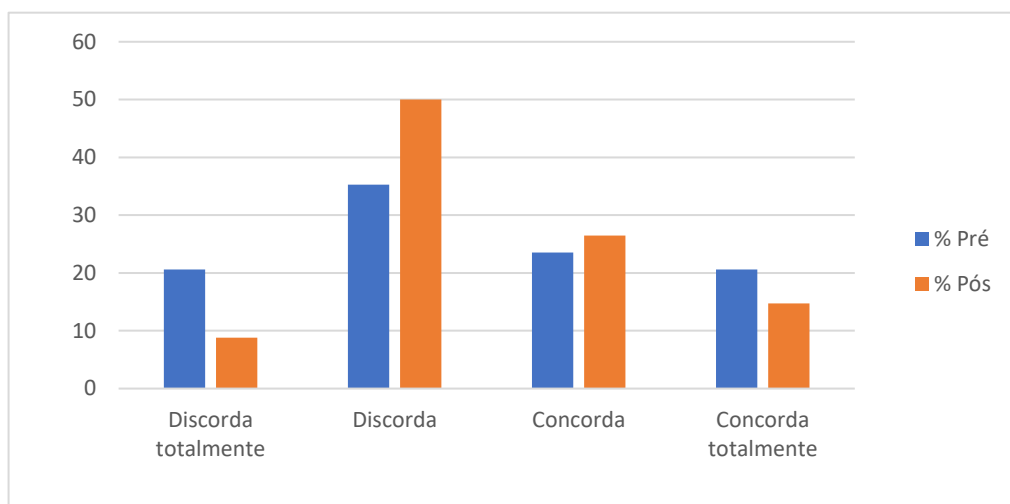
*Gosto de estudar física e química (Questão 16).*



Antes da realização da atividade, 56% dos alunos considerou que o seu interesse por física e química aumentava ao longo do tempo de escola, uma tendência que aumentou ligeiramente após a atividade (59%), como se pode constatar na figura 20.

**Figura 20**

*O meu interesse por física e química vai diminuindo ao longo do tempo de escola (Questão 20).*



## **Capítulo IV - Discussão dos resultados e conclusões**

### **4.1 Discussão dos resultados**

Da análise dos dados recolhidos a partir dos testes WAT antes do início da lecionação do tópico da solubilidade, pôde-se observar que as concepções alternativas, ou seja, as ideias prévias dos alunos, originadas das suas experiências quotidianas, estão fortemente presentes. Uma vez que eles recorrem à sua linguagem informal e a representações simbólicas, mentais e visuais, que compõem a sua estrutura cognitiva atual, para interpretar os conceitos propostos. Este resultado está alinhado com o que é descrito por Adadan (2014), Blanco e Prieto (2007), Çalik e Ayas (2005), Pinarbaşı et al. (2006), e Uzuntiryaki e Geban (2005). As conexões apresentadas nos mapas conceituais, elaborados a partir do teste WAT pré-atividade, representadas por setas e sua espessura, bem como as frases simples, curtas e pouco estruturadas que associam a palavra estímulo a uma palavra relacionada, dão-nos uma visão da estrutura de conhecimento (estrutura cognitiva) dos alunos. Essa estrutura é bastante básica e baseada em conhecimentos prévios adquiridos através da aprendizagem não formal. Esse facto está em consonância com estudos anteriores realizados por Baptista e Martins (2023), Derman e Eilks (2016), Nakiboglu (2008), e Schizas et al. (2013). Outra informação fornecida pela análise do teste WAT pré-atividade, está relacionada com as situações em que os alunos não encontram um significado para a palavra estímulo no contexto solicitado. Nestes casos, eles atribuem um significado com base numa representação que lhes é conhecida, mesmo que essa representação não se ajuste ao tema da solubilidade. Quando a ideia prévia não encontra um significado no contexto solicitado, os alunos associam-na ao contexto armazenado na sua estrutura cognitiva (por exemplo, associando “temperatura” a temperatura atmosférica). As frases escritas também confirmam as concepções iniciais dos alunos e o facto de estarem fortemente ligadas aos seus pré-conceitos sobre solubilidade.

Os resultados do teste WAT após a atividade mostram uma evolução das concepções iniciais e, conseqüentemente, uma alteração na estrutura cognitiva. Os mapas conceituais apresentam associações entre palavras estímulo, ainda bastante simples, o que sugere que os conceitos ainda não estão completamente consolidados em relação à sua interligação, mas há uma contextualização com o tema da solubilidade. Após as intervenções em sala de aula, são poucos os alunos que associam palavras não relacionadas à solubilidade às palavras estímulo, o que indica que seus esquemas mentais foram reorganizados, permitindo novos tipos de associações e, portanto, houve desenvolvimento das suas estruturas cognitivas, o que está em concordância com estudos anteriores realizados por Baptista e Martins (2023), Derman e Eilks (2016), Nakiboglu (2008) e Schizas et al. (2013). As associações feitas entre

palavras (resposta e estímulo) demonstram o uso de termos utilizados durante as intervenções, e as frases escritas pelos alunos são estruturalmente mais complexas e estabelecem relações entre outras palavras estímulo, mesmo que essas não tenham sido mencionadas na lista de palavras associadas à palavra estímulo. Embora não haja uma maior complexidade nas conexões estabelecidas nos mapas conceptuais (setas e sua orientação), como era esperado e como mencionado por Nakiboglu, (2008) essa complexidade é evidente ao analisar as frases, sugerindo que o ensino desse conteúdo resultou numa organização de ideias e numa evolução das estruturas cognitivas dos alunos, resultando na aprendizagem conceptual do conteúdo, embora ainda não esteja completamente consolidado. Estas aprendizagens são baseadas em estruturas cognitivas enraizadas em experiências anteriores, que continuam bastante presentes e manifestam-se através de uma linguagem pouco estruturada e não científica, onde ainda predominam termos do uso quotidiano.

Analisando os resultados acerca das atitudes e motivação dos alunos em relação às ciências, resultantes da proposta STEM, podemos constatar que se registou um aumento significativo no número de alunos que referiram ter boas notas em ciências e matemática após a atividade STEM. Isso sugere que a abordagem STEM pode ter um impacto positivo na perceção que os alunos têm em relação ao seu desempenho académico nestas disciplinas, tal como Kurt e Benzer (2020) referem no seu estudo. Contudo, verificou-se uma ligeira diminuição na apreciação dos alunos em relação à importância das ciências e da matemática após a atividade STEM, o que pode indicar que, embora os alunos tenham melhorado os seus desempenhos nessas disciplinas, a sua perceção da importância delas pode ter sido influenciada por outros fatores ou aspetos abordados na atividade.

Registou-se também uma diminuição geral no interesse dos alunos por ciências, tecnologia e engenharia após a atividade STEM, exceto pela matemática, que apresentou um ligeiro aumento. Esse resultado pode indicar que a abordagem STEM não despertou o mesmo nível de interesse em todas as áreas, especialmente em tecnologia e engenharia. Estudos conduzidos por Ergun (2019) revelaram igualmente uma menor propensão para as engenharias, mas verificaram-se interesses mais acentuados nas noutras áreas. A investigação de Kurt e Benzer (2020) aponta que o interesse pela tecnologia permaneceu estável, enquanto se verificou um aumento do interesse noutras áreas das STEM. Por sua vez, os estudos conduzidos por Julià e Antolí (2019) concluem que a motivação dos alunos do ensino secundário para as áreas das STEM se apresenta como um desafio mais complexo, visto que a captação da sua atenção e o despertar da sua curiosidade revelam-se tarefas mais árduas junto destes alunos.

A perceção dos alunos em relação às saídas profissionais nas áreas das ciências e tecnologia manteve-se, enquanto houve uma diminuição na matemática e engenharia após a

atividade STEM. Da mesma forma, o reconhecimento pelo trabalho nas áreas das ciências e matemática também diminuiu, enquanto aumentou na área da tecnologia. O estudo realizado por Chen e Chang (2018) revelou que a abordagem STEM integrada pode melhorar significativamente a orientação profissional dos estudantes em relação a estas áreas.

A maioria dos alunos sentiu que conseguia aprender a trabalhar com tecnologias, o que sugere que a atividade STEM pode ter tido um impacto positivo na confiança dos alunos em relação ao uso da tecnologia.

A opinião dos alunos em relação a seguir uma carreira nas áreas das ciências, matemática, tecnologia e engenharia diminuiu após a atividade STEM. Isso pode ser atribuído ao facto da experiência proporcionada pela atividade ter dado aos alunos uma melhor compreensão dessas áreas e as suas preferências podem ter mudado como resultado. O aumento no número de alunos indecisos também pode indicar uma maior reflexão sobre suas escolhas futuras. As investigações realizadas por Kam (2021) e Dönmez et al. (2022) indicaram que as atividades STEM não acarretaram alterações significativas nas intenções de carreira dos alunos do ensino secundário nestas áreas. Dönmez et al. (2022) salientam, ainda, que a diminuição das orientações dos alunos em relação às carreiras STEM, à medida que avançam nos níveis escolares, pode ser atribuída à natureza do sistema educativo orientado por exames, não atendendo aos interesses e necessidades dos alunos. No entanto, os estudos de Ergun (2019) e Mullen (2019) demonstraram um aumento do interesse nas carreiras STEM após a realização de atividades em alunos de níveis escolares mais baixos, ou seja, no ensino básico.

Registou-se uma diminuição ligeira na intenção dos alunos em seguir um curso superior nas áreas de matemática, tecnologia e engenharia após a atividade STEM, enquanto a intenção nas ciências se manteve. Isso pode refletir uma mudança de perspetiva em relação às áreas STEM, influenciada pela atividade.

Após a participação nas atividades STEM, verificou-se um aumento significativo no número de alunos que compreenderam o que foi explicado e que se sentiam à vontade para realizar atividades de física e química. No seu estudo, Kurt e Benzer (2020) referiram que houve um impacto positivo no desempenho académico dos alunos. No entanto, no estudo realizado por Kam (2021), os alunos mencionaram que as atividades STEM poderiam enriquecer a sua experiência de aprendizagem, mas afirmaram também que essa experiência não teria um efeito tão positivo nas suas notas, a menos que estudassem Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

## **4.2 Conclusão**

Este trabalho de projeto, que adotou uma abordagem STEM, propiciou a obtenção de conclusões sobre o desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos, das suas concretizações de aprendizagem e as dificuldades enfrentadas por eles. Adicionalmente, analisou-se a evolução nas suas perspetivas sobre as áreas e carreiras STEM.

As atividades de natureza STEM fomentam uma modalidade de aprendizagem centrada no aluno, permitindo que eles construam seu próprio conhecimento, desempenhando o professor o papel orientador (Lovato et al., 2018). Os alunos, ao participarem destas experiências pedagógicas que os instigam a solucionar problemas reais, sentem-se mais motivados, visto que tais tarefas se coadunam com os seus interesses (Martín-Páez et al., 2019). Além disso, a natureza interdisciplinar e experimental destas tarefas proporciona uma apreensão mais aprofundada dos conteúdos (Aguilera et al., 2021).

Esta abordagem possibilitou, igualmente, a consolidação do trabalho colaborativo entre os alunos que, habitualmente, já cooperavam em equipa. A interação com os colegas e a partilha de ideias viabilizaram não só a superação de desafios por parte dos alunos com maiores dificuldades na resolução dos problemas, mas também mantiveram esses alunos motivados e interessados no processo de aprendizagem. Adicionalmente, os alunos desenvolveram competências de escuta ativa e respeito pelas opiniões dos colegas. Estas competências no âmbito das relações interpessoais constituem elementos fundamentais no perfil do estudante do século XXI (Martins et al., 2017).

Os dados obtidos do inquérito revelaram o impacto de uma atividade STEM na atitude e motivação dos alunos em relação às ciências, matemática, tecnologia e engenharia. Os resultados mostraram que a atividade STEM melhorou a perceção do desempenho académico dos alunos em ciências e matemática, mas não aumentou o seu interesse ou perceção da importância dessas áreas. A atividade também influenciou as expectativas futuras dos alunos em relação às saídas profissionais e ao reconhecimento pelo trabalho nas áreas das ciências e tecnologia. A atividade STEM aumentou a confiança dos alunos no uso da tecnologia. Também influenciou a opinião e a intenção dos alunos sobre as áreas STEM. Alguns alunos ficaram mais indecisos ou compreensivos em seguir carreiras nestas áreas. Por fim, a atividade pode ter ajudado os alunos a conhecer melhor as áreas STEM e a refletir sobre suas escolhas.

Todavia, é pertinente destacar que, de acordo com Mullen (2019) a investigação tem apontado para uma lacuna na disponibilidade de estudos conclusivos acerca do impacto de estratégias ou experiências específicas em STEM que estimulem o prosseguimento de carreiras nestas áreas. Portanto, ainda há necessidade de se aprofundar as investigações a

fim de compreender quais as abordagens que poderão influenciar positivamente os estudantes a seguirem carreiras STEM.

Em suma, investigações realizadas anteriormente (Ergun, 2019; Kurt & Benzer, 2020; Mullen, 2019) indicam que o interesse dos alunos em carreiras STEM pode ser impulsionado pela adoção de uma abordagem interdisciplinar. No entanto, para promover uma compreensão mais completa dessa influência e estabelecer estratégias eficazes, é necessário continuar a investigação nesta área, tendo em conta as particularidades relacionadas ao género e ao nível escolar dos alunos (Ergun, 2019; Julià & Antolí, 2019; Mullen, 2019).

Os testes WAT identificaram diferenças significativas nos mapas das estruturas cognitivas. Embora não muito complexos em termos de associações e relações estabelecidas pelos alunos, observou-se uma mudança no mapa após a atividade, com palavras associadas ao vocabulário utilizado durante a aprendizagem, às vezes misturado com conceções anteriores. Este facto sugere que os conceitos podem não ter sido bem consolidados. A natureza abstrata dos conceitos relacionados à solubilidade e uma estrutura cognitiva ainda pouco desenvolvida, incapaz de criar redes complexas de relações entre os conceitos, podem ser a causa da falta de consolidação das aprendizagens. No entanto, algumas aprendizagens essenciais definidas nos documentos curriculares foram alcançadas por alguns alunos, embora necessitem de uma consolidação mais aprofundada. As dificuldades encontradas, além da falta de compreensão de alguns conceitos, como dissolução e solubilidade, estão relacionadas principalmente a dificuldades processuais.

Pode-se concluir, contudo, que se verificaram modificações nas estruturas cognitivas dos alunos, o que também foi observado em estudos anteriores (Baptista & Martins, 2023; Derman & Eilks, 2016; Nakiboglu, 2008; Schizas et al., 2013).

Os alunos revelaram ainda, dificuldade em organizar os dados, representar e comunicar as suas ideias e argumentar de forma adequada em linguagem científica, tanto oralmente quanto por escrito. Estas competências devem, por isso, ser mais trabalhadas, reforçando as tarefas nesse aspeto. Assim, a abordagem STEM como metodologia de ensino pode auxiliar neste processo, pois incentiva a exploração, recolha de dados, análise, discussão, justificação de resultados e argumentação, além de promover a interdisciplinaridade e o trabalho colaborativo, competências essenciais para os alunos do século XXI. A implementação da abordagem STEM favorece o desenvolvimento das competências delineadas no PASEO. Estas competências abrangem a habilidade em solucionar desafios complexos, o estímulo à criatividade e ao pensamento crítico, bem como o aperfeiçoamento das relações interpessoais (Martins et al., 2017).

Refletindo acerca dos resultados, torna-se pertinente que os professores adquiram um profundo conhecimento acerca das estruturas cognitivas dos seus alunos antes de iniciarem

a abordagem de um determinado conteúdo. Tal abordagem possibilitará aos professores ajustar o processo de ensino, com vista à construção de um conhecimento cientificamente sólido por parte do aluno (Derman & Eilks, 2016). A identificação do conhecimento prévio dos alunos pode, igualmente, auxiliar os docentes na orientação dos alunos durante as mudanças conceptuais e no estímulo ao desenvolvimento do conhecimento (Nakiboglu, 2008). Os docentes podem aplicar testes WAT para determinar o conhecimento pré-existente, as concepções alternativas e as estruturas cognitivas dos seus alunos, permitindo-lhes planear o seu método de ensino de forma mais eficaz (Nakiboglu, 2008).

Em relação ao currículo, é necessário transformar um conjunto de conceitos desconexos e irrelevantes, que são comumente ensinados de forma isolada, em situações que possam oferecer relevância e significado. A ênfase excessiva em questões cognitivas de baixo nível na avaliação, com foco excessivo na memorização de factos, leva os professores a adotarem uma pedagogia que enfatiza a aprendizagem mecânica, o que pode diminuir o interesse dos alunos pela ciência (Osborne & Dillon, 2008).

Considerando que o currículo atual enfatiza a interdisciplinaridade, conforme estabelecido no Decreto Lei nº 55/2018 de 6 de Julho (2018), seria de grande relevância conduzir uma pesquisa que explore a implementação da abordagem STEM, com a colaboração conjunta de diversas disciplinas. Esta abordagem de aprendizagem interdisciplinar requer a cooperação entre professores das diferentes áreas STEM (Gago et al., 2004).

Durante a realização deste projeto, constatei que a maioria dos professores com os quais trabalho não está ciente das pesquisas científicas realizadas na área da educação e que, de certa forma, isso impede a integração de novas metodologias de aprendizagem nas escolas. Este trabalho reforçou a ideia de que os professores devem procurar um processo contínuo de formação ao longo da vida, que atenda às reais necessidades das escolas, dos alunos e dos profissionais da educação, a fim de desenvolver as habilidades necessárias para enfrentar os desafios do século XXI.

No contexto de uma abordagem STEM, considero que as tarefas propostas foram congruentes com os interesses e motivações dos alunos. A conceção geral desta tarefa demonstrou ser bem-sucedida na consecução dos objetivos estabelecidos. Algumas concepções foram modificadas e as dificuldades foram superadas. No entanto, existem pontos passíveis de serem aprimorados e/ou corrigidos. Dessa forma, cabe-me refletir sobre os aspetos menos bem-sucedidos e repensar, corrigir ou aprimorar as minhas abordagens e métodos de ensino. Essa tarefa exige que esteja em constante processo de aprendizagem, procurando novos conhecimentos, metodologias e estratégias que conduzam os meus alunos ao sucesso. Considero que esta abordagem, conhecida como STEM, requer uma revisão na

estrutura de funcionamento das várias disciplinas e na alocação de horários, de forma que os alunos possam dedicar-se aos seus projetos e aprender no seu próprio ritmo. Além disso, é fundamental que as escolas disponham de recursos materiais para que os alunos possam realizar as atividades.

Também é necessário pensar a implementação deste tipo de atividades, no ensino secundário, onde a pressão para cumprir o programa é grande e conseqüentemente, os professores têm dificuldade em incorporar novas práticas de ensino, uma vez que geralmente precisam de todas as aulas para concluir o currículo tradicional a tempo.

O presente estudo apresenta resultados que, apesar de relevantes, requerem consideração das suas limitações. Uma das principais limitações reside no tamanho da amostra, composta por apenas 35 alunos. Adicionalmente, não foi viável aplicar o estudo em dois grupos distintos: um grupo de controlo com abordagem tradicional e um grupo experimental com abordagem STEM. Apesar do estudo ter sido aplicado a duas turmas era difícil equiparar as turmas em termos de aprendizagem o que representava desafios para a obtenção de conclusões sólidas.

Para aprimorar a consistência dos resultados e obter uma visão mais abrangente, sugere-se replicar este estudo com uma amostra mais ampla de alunos e durante um período prolongado. Esse esforço permitiria compreender melhor como diferentes fatores e experiências iniciais influenciam as escolhas dos alunos no contexto de estudos futuros e como enfrentam desafios ao se envolverem em abordagens pedagógicas integradas STEM. Uma abordagem adequada e desafiadora seria a realização de um estudo longitudinal, acompanhando o mesmo grupo de alunos até à conclusão do ensino secundário, para analisar se o interesse em STEM se mantém e se eles optam por prosseguir estudos superiores nas áreas STEM. Essa abordagem forneceria *insights* valiosos sobre as trajetórias dos alunos e os fatores que influenciam suas decisões.

A condução deste estudo num ambiente escolar diferente também se mostra relevante para verificar a consistência dos resultados e ampliar a compreensão das relações entre as variáveis estudadas. Além disso, considerando a importância da equidade de género e inclusão de minorias em carreiras STEM, a inclusão de grupos de participantes mais diversos em futuras pesquisas traria contributos importantes sobre a abordagem STEM.

Em suma, reconhecendo as limitações dos resultados, o alargamento do estudo a uma amostra mais representativa, com um desenho longitudinal e em diferentes contextos educativos, bem como a inclusão de grupos mais diversos, permitiria obter conclusões mais robustas e pertinentes para o conhecimento sobre o impacto da abordagem STEM no interesse dos alunos por estas áreas.

Ao longo desta experiência, desfrutei da oportunidade de desenvolver diversas competências fundamentais como professora. Esse trabalho propiciou-me o desenvolvimento de competências reflexivas, aprimorou a minha comunicação, impulsionou o meu pensamento crítico e criativo, além de permitir um aprofundamento significativo em metodologias ativas centradas no aluno, em especial a abordagem de integração STEM.

Finalizo destacando que sempre me esforcei ao máximo em prol da aprendizagem dos alunos, procurando melhorar a cada intervenção e utilizando os momentos menos bem-sucedidos como estímulo para aperfeiçoar as estratégias nas intervenções subsequentes. Espero poder aplicar as lições aprendidas neste momento na minha vida profissional, melhorando a cada dia e reforçando constantemente as minhas competências por meio de formação sempre que possível, a fim de manter-me atualizada. Ser professor não se resume apenas a ensinar, mas também a aprender para poder ensinar.

## Referências bibliográficas

- Adadan, E. (2014). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(2), 219–238. <https://doi.org/10.1039/C4RP00002A>
- Adadan, E., & Savasci, F. (2012). An analysis of 16-17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513–544. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.636084>
- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez-González, J. M., & Perales-Palacios, F. J. (2021). In search of a long-awaited consensus on disciplinary integration in stem education. *Mathematics*, 9(6), 1–10. <https://doi.org/10.3390/math9060597>
- Alves, J. M. (2017). Autonomia e flexibilidade: pensar e praticar outros modos de gestão curricular e organizacional. *E-Book, novembro*, 6–14. <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/25162>
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
- Baptista, M., & Martins, I. (2023). Effect of a STEM approach on students' cognitive structures about electrical circuits. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/S40594-022-00393-5/TABLES/6>
- Blanco, A., & Prieto, T. (2007). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: a cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education*, 19(3), 303–315. <https://doi.org/10.1080/0950069970190304>
- Braguez, F., & Pita, E. (2022). *Caderno de Apoio ao Professor, 11Q, Fíca e Química A, Química -11ºAno (1ª ed.)*. Texto Editores.
- Çalik, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638–667. <https://doi.org/10.1002/TEA.20076>
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). Metodologia da investigação : guia para auto-aprendizagem. In *Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem (2ª ed.)*. Universidade Aberta.
- Chen, Y., & Chang, C. C. (2018). The Impact of an Integrated Robotics STEM Course with a Sailboat Topic on High School Students' Perceptions of Integrative STEM, Interest, and Career Orientation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), 19. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/94314>
- Decreto Lei n.º 55/2018 de 6 de julho, Pub. L. No. Diário da República n.º 129/2018, Série I de 2018-07-06, 2928 (2018). <https://files.dre.pt/1s/2018/07/12900/0292802943.pdf>
- Deliberação n.º 453/2016, de 15 de março, Anexo I, Pub. L. No. Diário da República n.º 52/2016, Série II de 2016-03-15, 9153 (2016). <https://dre.pt/dre/detalhe/deliberacao/453-2016-73869762>
- Department of Further and Higher Education, R. I. and S. (2020, July 4). *gov.ie - STEM Education Policy Statement 2017–2026*. <https://www.gov.ie/en/publication/0e94b-stem-education-policy-statement-20172026/>
- Derman, A., & Eilks, I. (2016). Using a word association test for the assessment of high school students' cognitive structures on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 902–913. <https://doi.org/10.1039/C6RP00084C>
- Despacho n.º 6478/2017, de 26 de julho | DRE, Pub. L. No. Diário da República n.º 143/2017, Série II de 2017-07-26, 15484 (2017). <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/6478-2017-107752620>
- Despacho n.º 6605-A/2021, de 6 de julho | DRE, Pub. L. No. Diário da República n.º 129/2021, 1º Suplemento, Série II de 2021-07-06, 2 (2021). <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/6605-a-2021-166512681>
- Dias, M. I. (1994). *O inquérito por questionário : problemas teóricos e metodológicos gerais*. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/104265>

- Direção geral da educação. (2018). *Aprendizagens Essenciais - Ensino Secundário | Direção-Geral da Educação* (pp. 1–16). DGE. <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-secundario>
- Dönmez, I., Idin, S., & Gürbüz, S. (2022). Determining lower-secondary student's STEM motivation: a profile from Turkey. *Journal of Baltic Science Education*, 21(1), 38–51. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.38>
- Ergun, A. (2019). Identification of the interest of Turkish middle-school students in STEM careers: gender and grade level differences. *Journal of Baltic Science Education*, 18(1), 90–104.
- Fachin, O. (2006). *Fundamentos da Metodologia* (5ª ed.). Editora Saraiva.
- Finkler, M., Campogara, S., Schmidt Reibnitz, K., Marli, V., & Backes, S. (2008). Metodologias ativas no processo ensino-aprendizagem: possibilidade para uma prática educativa mais participativa na área da saúde. *Revista Da ABENO*, 8(2), 140–145. <https://doi.org/10.30979/REV.ABENO.V8I2.1357>
- Fiolhais, C., & Trindade, J. (2003). Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3), 259–272. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172003000300002>
- Freiberger, R. M., & Berbel, N. A. N. (2010). A importância da pesquisa como princípio educativo na atuação pedagógica de professores de educação infantil e ensino fundamental. *Cadernos de Educação*, 0(37). <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/1587>
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa* (25ª ed.). Paz e Terra.
- Gago, J. M., Zimam, J., Caro, P., Constantinou, C., Davies, G., Parchmann, I., Rannikmäe, M., & Sjøberg, S. (2004). *Europe Needs More Scientists*. European Commission. [https://www.researchgate.net/publication/259705752\\_Europe\\_Needs\\_More\\_Scientists\\_Report\\_by\\_the\\_High\\_Level\\_Group\\_on\\_Increasing\\_Human\\_Resources\\_for\\_Science\\_and\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/259705752_Europe_Needs_More_Scientists_Report_by_the_High_Level_Group_on_Increasing_Human_Resources_for_Science_and_Technology)
- Guedes, G. (2019). *O uso do Arduino como ferramenta avaliativa no ensino de cinemática* [Dissertação de Mestrado. UNIRIO]. [http://www.unirio.br/mnpef/dissertacoes/copy14\\_of\\_o-uso-do-arduino-e-do-processing-no-ensino-de-fisica](http://www.unirio.br/mnpef/dissertacoes/copy14_of_o-uso-do-arduino-e-do-processing-no-ensino-de-fisica)
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), 2. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 303–327. <https://doi.org/10.1007/S10798-018-9441-8/METRICS>
- Kam, H. W. (2021). *Investigating the relationship between students' experiencing STEM education and their career intents at Hong Kong senior secondary schools*. <https://repository.eduhk.hk/en/publications/investigating-the-relationship-between-students-experiencing-stem>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2013). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44, 461–481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Kostova, Z., & Radoynovska, B. (2008). Word Association test for studying conceptual structures of teachers and students. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 2(2), 209–231.
- Kurt, M., & Benzer, S. (2020). An Investigation on the Effect of STEM Practices on Sixth Grade Students' Academic Achievement, Problem Solving Skills, and Attitudes towards STEM. *Journal of Science Learning*, 3(2), 79–88. <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i2.21419>
- Lovato, F. L., Michelotti, A., & Da Silva Loreto, E. L. (2018). Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. *Acta Scientiae*, 20(2). <https://doi.org/10.17648/ACTA.SCIENTIAE.V20ISS2ID3690>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

- Martins, G., Gomes, C., Bocardo, J., Pedroso, J., Carrilho, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória* (J. V. Pedroso (ed.)). Ministério da Educação-DGS. [https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto\\_Autonomia\\_e\\_Flexibilidade/perfil\\_dos\\_alunos.pdf](https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf)
- Martins, I., Baptista, M., & Reis, P. (2021). Students' images of STEM professionals: a study in the Portuguese context. *Education 3-13*, 51(1), 121–141. <https://doi.org/10.1080/03004279.2021.1955945>
- Mattar, J., & Ramos, D. (2021). *Metodologia da pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas, Quantitativas e mistas* (1ª ed., Vol. 1). Almedina Brasil.
- McRoberts, M. (2015). *Arduino Básico* (2ª ed., Vol. 1). www.novatec.com.br
- Mendes, D. M. (2007). *Solubilidade e dissolução: actividades experimentais*. [Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro]. <https://core.ac.uk/download/pdf/15561524.pdf>
- Mendes, R. (coord), Fernandes, J., & Correia, M. (n.d.). Guia prático para a elaboração de inquéritos por questionário. In *Suporte à Elaboração de Inquéritos*. Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. <https://aepq.tecnico.ulisboa.pt/sei/>
- Morán, J. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. In C. A. Souza & O. E. Morales (Eds.), *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens.: Vol. II* (2nd ed., pp. 15–33). Mídias Contemporâneas.
- Mullen, M. (2019). Developing an Interest in STEM Careers Through Integrated STEM Experiences [Dissertação de mestrado. University of Nebraska-Lincoln]. In *Digitalcommons@University of Nebraska-Lincoln*. <https://digitalcommons.unl.edu/teachlearnstudent/100>
- 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>
- Nakiboglu, C. (2008). Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *The Royal Society of Chemistry*, 9, 309–322. <https://doi.org/10.1039/b818466f>
- Oliveira, L. R., Cavalcante, L. E., Silva, A. S. R. da, & Rolim, R. de M. (2015). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem e suas convergências com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. In *Desafios e oportunidades para a formação e atuação do profissional da informação na era digital* (1ª ed., Vol. 1, pp. 1–13). Universidad Complutense de Madrid.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: critical reflections. *Nuffield Foundation*, 13, 1–32. [http://efepereh.wdfiles.com/local--files/science-education/Sci\\_Ed\\_in\\_Europe\\_Report\\_Final.pdf](http://efepereh.wdfiles.com/local--files/science-education/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf)
- Peterman, K., Kermish-Allen, R., Knezek, G., Chistensen, R., & Tyler-Wood, T. (2016). Measuring Student Career Interest within the Context of Technology-Enhanced STEM Projects: A Cross-Project Comparison Study Based on the Career Interest Questionnaire. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 833–845. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9617-5>
- Pinarbaşı, T., Canpolat, N., Bayrakçeken, S., & Geban, Ö. (2006). An investigation of effectiveness of conceptual change text-oriented instruction on students' understanding of solution concepts. *Research in Science Education*, 36(4), 313–335. <https://doi.org/10.1007/S11165-005-9003-4/METRICS>
- Pinto, J. (2003). *Psicologia da Aprendizagem, Concepções, Teorias e Processos* (4ª ed.). Instituto do Emprego e Formação Profissional. [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/6827/1/Psicologia da aprendizagem - concepções....pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/6827/1/Psicologia_da_aprendizagem_-_concepções....pdf)
- Portaria nº 226-A/2018, de 7 de agosto, Anexo II DRE, Pub. L. No. Diário da República n.º 151/2018, 1º Suplemento, Série I de 2018-08-07, 3950(2) (2018). <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/226-a-2018-115941646>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 20–26.
- Santos, C. P. dos, & Soares, S. R. (2011). Aprendizagem e relação professor-aluno na universidade: duas faces da mesma moeda. *Estudos Em Avaliação Educacional*, 22(49), 353.

<https://doi.org/10.18222/EAE224920111980>

- Santos, J. R., & Henriques, S. (2021). *Inquérito por questionário: contributos de conceção e utilização em contextos educativos*. Universidade Aberta. <https://doi.org/10.34627/3s9s-k971>
- Schizas, D., Katrana, E., & Stamou, G. (2013). Introducing network analysis into science education: Methodological research examining secondary school students' understanding of "decomposition." *International Journal of Environmental & Science Education*, 3, 175–198. <http://www.ijese.com/>
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Mohamad Arsad, N. (2018). Students' interest towards STEM: a longitudinal study. *Research in Science & Technological Education*, 37(1), 71–89. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1489789>
- Silva, C. S., & Cunha, C. (2022). *Química em reação 11 - Atividades práticas (1ª ed.)*. Porto Editora.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. (2011). Impressions of a Middle Grades STEM Integration Program: Educators Share Lessons Learned from the Implementation of a Middle Grades STEM Curriculum Model. *Article in Middle School Journal*, 32–40. <https://doi.org/10.2307/23047642>
- Subramaniam, K., & Harrell, P. (2017). Framing Prospective Elementary Teachers' Conceptions of Dissolving as a Ladder of Explanations. [Http://Dx.Doi.Org/10.1007/S10972-013-9356-X](http://Dx.Doi.Org/10.1007/S10972-013-9356-X), 24(7), 1177–1199. <https://doi.org/10.1007/S10972-013-9356-X>
- Teones, A., Santana, L., Ribeiro Da Silva, R., Leal Do Prado, J., & Fortes Quintino, J. (2020). Inovação no ensino: a aplicação da metodologia STEM no IFS. *Anais Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)*, 2(1), 725–730. <https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/SNCT/article/view/1070>
- 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), 1–13. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Tuckman, B. W., & Harper, B. E. (2012). *Conducting Educational Research* (6th ed.). Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Uzuntiryaki, E., & Geban, Ö. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. *Instructional Science*, 33(4), 311–339. <https://doi.org/10.1007/S11251-005-2812-Z/METRICS>
- Yin, R. K. (1994). *Pesquisa Estudo de Caso - Desenho e Métodos (2ª ed.)*. Bookman.

## Anexos

### Anexo A: Pedido de autorização aos EE.



### Aos Encarregados de Educação dos alunos das turmas 11ºA e 11ºB

**Assunto:** Pedido de autorização para realização um inquérito de opinião sobre um trabalho de projeto a desenvolver no âmbito do Mestrado em Ciências da Educação – Recursos Digitais no Ensino, da Escola Superior de Educação de Santarém.

Carla Alexandra Quintão Gomes, estudante do 2º ano do referido Mestrado, venho por este meio solicitar autorização aos encarregados de educação, para a realização de inquérito de opinião aos seus educandos, de modo a dar cumprimento aos objetivos do projeto sobre **“A abordagem STEM no estudo da solubilidade: uma experiência no 11º ano”** (título provisório).

O inquérito que se pretende efetuar é confidencial e anónimo e tem como objetivo central conhecer a opinião dos alunos em relação às áreas:

- das ciências, que representa as áreas que se centram no estudo do mundo natural. Incluem disciplinas como Biologia, Geologia, Ciências Naturais, Física e Química, etc.;
- da matemática, que representa a área que estuda quantidades, medidas, espaços, estatísticas, etc.;
- da engenharia, que representa as áreas que aplicam o conhecimento científico com o objetivo de inventar, desenhar, construir, manter e melhorar estruturas, máquinas, aparelhos, etc.;
- da tecnologia, que representa as áreas relacionadas com a informática e eletrónica, como por exemplo, computadores, telemóveis, internet, dispositivos portáteis, etc.

---

#### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, \_\_\_\_\_, encarregado/a de educação de \_\_\_\_\_ da turma 11º \_\_\_\_\_ declaro que autorizo/ não autorizo a professora Carla Gomes a realizar o inquérito de opinião, com vista a dar cumprimento ao seu projeto no âmbito do Mestrado em Ciências de Educação.

Encarregado de Educação

**Anexo B: Protocolo para a elaboração da atividade laboratorial.**



## Protocolo para a elaboração da AL 5: Temperatura e solubilidade de um soluto sólido em água

### Questões-problema:

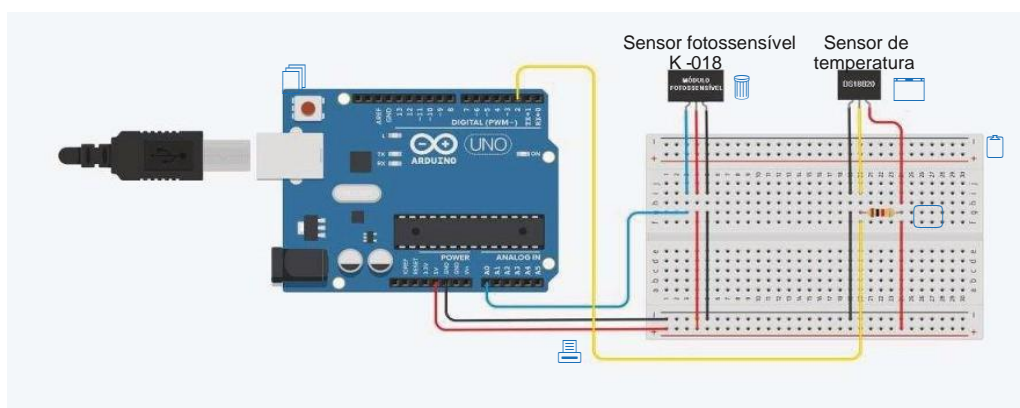
- 1) Como determinar experimentalmente a solubilidade de um sal a diferentes temperaturas?
- 2) Como varia a solubilidade do nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) com o aumento da temperatura?

### Montagem do circuito para exploração da AL

#### 1. MATERIAL A UTILIZAR

- o Placa Arduino Uno ①
- o Breadboard ②
- o Módulo sensor fotossensível KY-018 ③
- o Sensor de temperatura DS18B20 (à prova de água) ④
- o Resistência 4,7 k $\Omega$  ⑤
- o Fios de ligação ⑥
- o Folha Excel para visualização de resultados
- o Software de comunicação entre a IDE do Arduino e a folha de cálculo Excel (que faz a transposição dos valores lidos para uma tabela da folha de cálculo)

#### 2. ESQUEMA DE MONTAGEM DO CIRCUITO



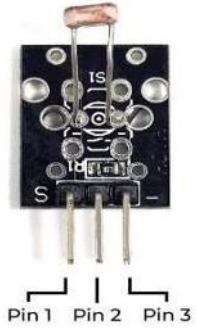
**Nota:**

Ligações comuns aos sensores utilizados:


V<sub>CC</sub> – energia (polo positivo) – fios de ligação vermelha

GND – terra (polo negativo) – fios de ligação preta

## 2.1. MÓDULO SENSOR FOTOSSENSÍVEL KY-018

	<p>Este módulo consiste num fotorresistor e numa resistência em linha de 10 kΩ. A resistência do fotorresistor diminuirá na presença de luz e aumentará na ausência desta. A saída é analógica e determina a intensidade da luz.</p> <p>De acordo com o esquema de montagem, a ligação do sensor faz-se da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pino 1 (S) – liga-se ao fio azul do esquema.</li><li>• Pino 2 (V<sub>CC</sub>) – liga-se ao fio vermelho do esquema.</li><li>• Pino 3 (GND) – liga-se ao fio preto do esquema.</li></ul>
---	---

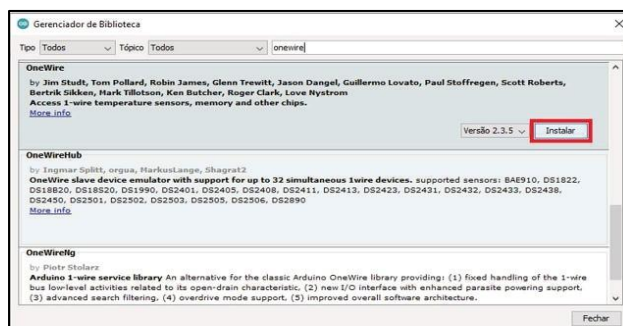
## 2.2. SENSOR DE TEMPERATURA DS18B20 (À PROVA DE ÁGUA)

	<p>Este sensor é encapsulado, à prova de água, possibilitando a medição de forma mais segura. Conforme o esquema de montagem do circuito, a ligação do sensor faz-se da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• O fio vermelho (V<sub>CC</sub>) liga-se ao fio vermelho do esquema.</li><li>• O fio amarelo (Data) liga-se ao fio amarelo do esquema.</li><li>• O fio preto (GND) liga-se ao fio preto do esquema.</li></ul>
--	--

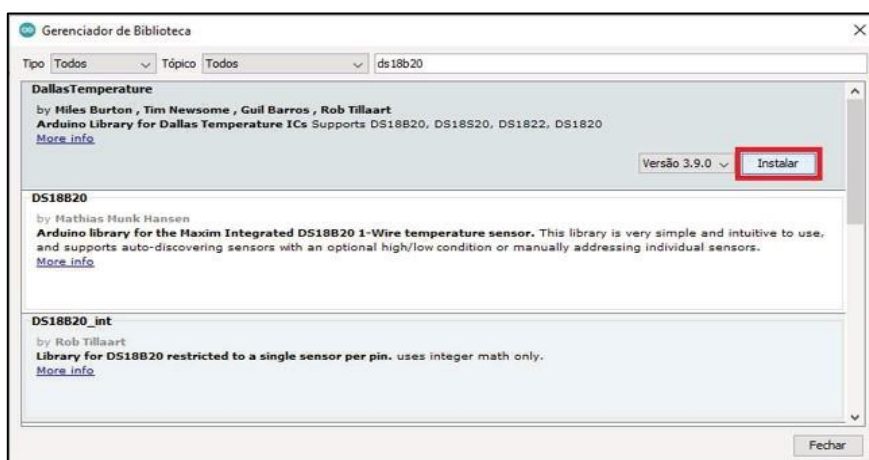
## 3. BIBLIOTECAS A INSTALAR

A configuração dos sensores implica a utilização de *bibliotecas*, a descarregar a partir do menu: Rascunho -> Incluir Biblioteca -> Gerenciador de Biblioteca.

- Módulo sensor fotossensível KY-018 – pesquisar a biblioteca OneWire e instalar.



- ii. Sensor de temperatura DS18B20 – pesquisar a biblioteca DallasTemperature e instalar.



#### 4. MONTAGEM DO CIRCUITO

1. Efetuar a ligação do sensor de temperatura à *Breadboard* e ao Arduino®, de acordo com o esquema de montagem do circuito.
2. Ligar a placa Arduino ao computador.
3. Instalar as bibliotecas necessárias, caso ainda não tenha sido feito.
4. Escrever o código no Arduino IDE (copiar as linhas de código fornecidas pela professora).
5. Compilar (verificar) o código para a deteção de erros de sintaxe (se existirem erros, devem ser corrigidos antes de avançar para o passo seguinte).



6. Enviar o código para a placa Arduino®.



7. Abrir a folha de cálculo Microsoft Excel® para recolha e tratamento de dados.

## 5. CÓDIGO ARDUINO A UTILIZAR NA ATIVIDADE

O código seguinte permite recolher os dados obtidos pelos dois sensores (temperatura e luz) e proceder ao seu tratamento, na folha de cálculo Excel concebida para o efeito.

```
//Adicionar funções disponíveis nas bibliotecas adicionadas (para trabalhar com os sensores)
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include "Limits.h"

//definir o pino 2 como a ligação do sensor de temperatura
OneWire pino(2);
DallasTemperature barramento(&pino);
DeviceAddress sensor;

//definir o pino A0 como ligação do sensor de luz
int ldr = A0;

//inicializar o valor lido do sensor de luz
int valorldr = 0;

//Preparação/inicialização
void setup()
{
//iniciar a comunicação em série a 9600 (valor a ser utilizado na configuração da aplicação que
importa os
valores lidos na folha de
cálculo
Serial.begin(9600);

//definir o pino do sensor de luz como entrada
pinMode(ldr, INPUT);

//iniciar a leitura de valores
barramento.begin();
barramento.getAddress(sensor, 0);

//mostrar no monitor série os valores lidos, que serão exportados para a folha de cálculo
Serial.println("CLEARDATA");
Serial.println("LABEL, CLOCK, TEMPERATUTE, LIGHT");
}

//execução em ciclo das instruções (leitura de valores
void loop()
{
```

```
//leitura do sensor de luz
valorldr = 1024 - analogRead(ldr);

//leitura do sensor de temperatura
barramento.requestTemperatures();
float temperatura = barramento.getTempC(sensor);

//Mostra dos valores lidos pelos sensores
Serial.print("DATA, TIME,");
Serial.print(temperatura);
Serial.print(" , ");
Serial.print(valorldr);
Serial.println("");

//estabelece uma leitura por segundo
delay(1000);
}
```

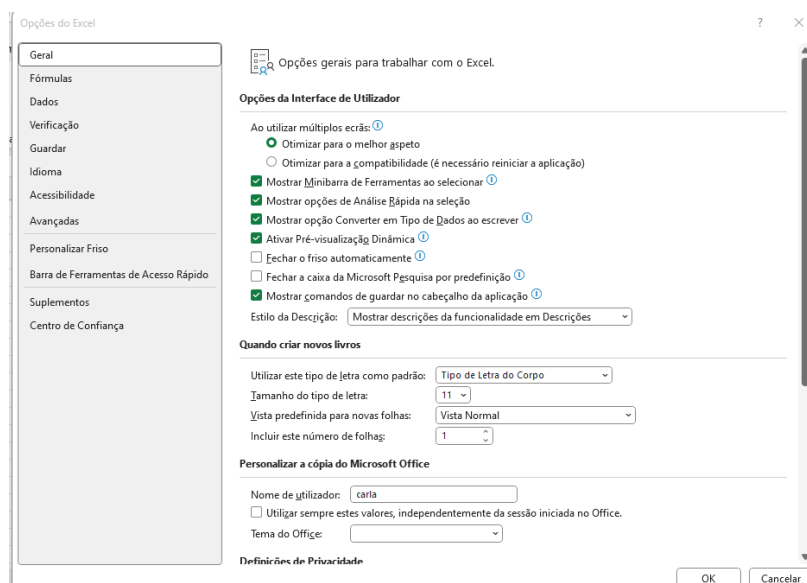
Copiar o código apresentado e colar no Arduino IDE. Verificar o código e enviar para o Arduino.

**Nota:** Certificar-se de que o Arduino está conectado ao computador e selecionar a porta correta a que está ligado (menu **Ferramentas -> Porta** e selecione o Arduino, por exemplo, **Porta: "COM4 (Arduino Uno)"**).

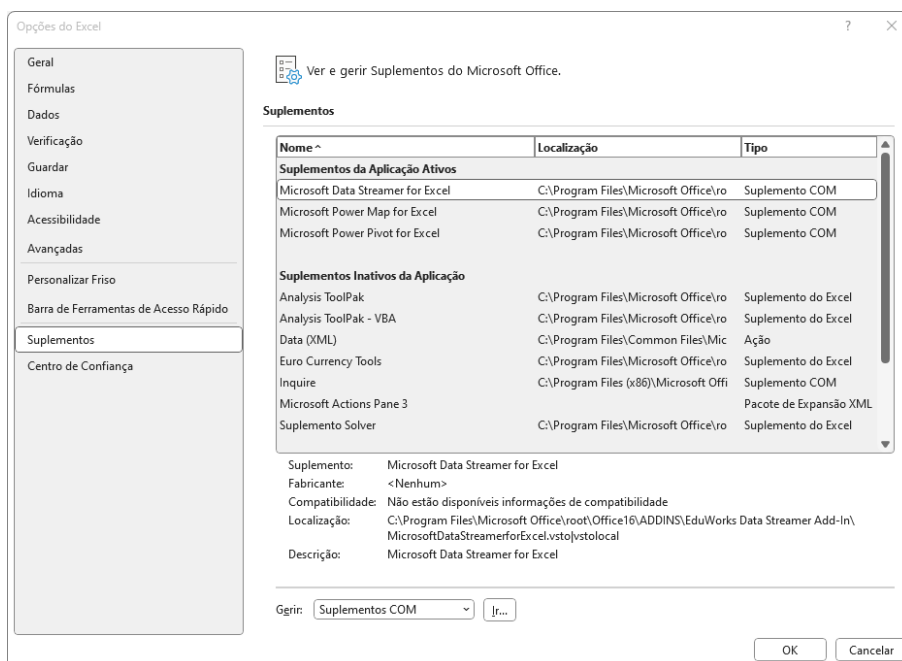
## 6. FOLHA DE CÁLCULO EXCEL

Para recolher os valores numa folha de cálculo do Microsoft Excel®, basta abrir um documento e:

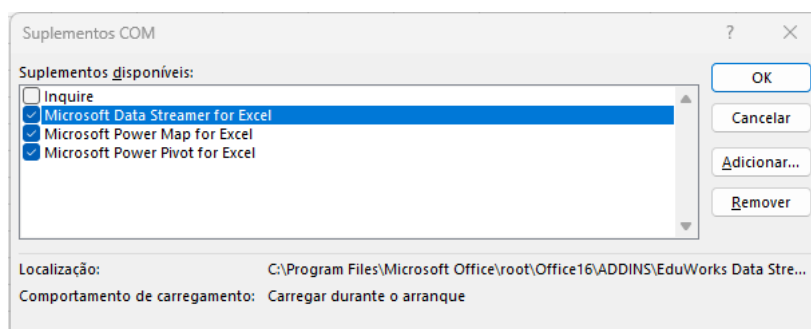
1. Clicar em **transmissão de dados**.
2. Ir a **Ficheiros**, depois clicar em **opções** para abrir a seguinte janela:



**3. Clicar em suplementos, depois gerir e clicar em suplementos COM:**

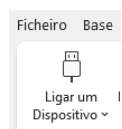


**4. Clicar no botão ir e seleccionar:**

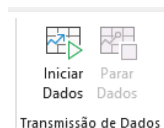


e depois clicar em OK:

5. Clicar **ligar um dispositivo**:



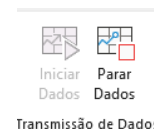
6. Clicar em **Iniciar dados**, para recolher os dados:




7. No instante em que se observa o início da formação de precipitado, clicar em **Parar dados**:

Retirar o último valor lido e apontar na tabela.

Repete o procedimento para todas as massas de  $\text{KNO}_3$ .



## Anexo C: Guião para a elaboração do relatório da atividade laboratorial

	<b>Relatório da atividade laboratorial 5 - química</b>
Grupo: _____ Ano: _____ Turma: _____	Data: ____/____/____
Nome: _____ N.º: _____	Nome: _____ N.º: _____
Nome: _____ N.º: _____	Nome: _____ N.º: _____
Nome: _____ N.º: _____	Nome: _____ N.º: _____
Classificação: _____	Professor: _____ Enc. de Educação: _____

## Temperatura e solubilidade de um soluto sólido em água

### Objetivo:

### Questões pré-laboratoriais:

- 1- Será o efeito da temperatura na solubilidade de um soluto sólido em água sempre igual, independentemente do soluto?
- 2- Que variáveis devem ser controladas para investigar o efeito da temperatura na solubilidade de um soluto sólido em água?
- 3- Que cuidados se deve ter no manuseamento dos reagentes a utilizar?
- 4- Atendendo a que o sal em estudo é usado em quantidade apreciável, que cuidado se deve ter no final da atividade?
- 5- Faça previsões sobre a resposta à segunda questão-problema.
- 6- Elabore uma proposta de trabalho que lhe permita responder às questões-problema formuladas para esta atividade.

### Material de laboratório:

### Reagentes:

### Procedimento experimental:

### Reflexões durante o procedimento:

1. Faz-se a medição da quantidade de água em volumes (mL), no entanto no cálculo da solubilidade do sal em água usa-se esse mesmo valor, mas em massa (g). Por que razão?
2. Porque é importante usar sempre o mesmo volume de água?

## Registo de resultados

**Tabela I** – Incertezas de leitura.

Instrumento de medida	Grandeza medida	Incerteza absoluta de leitura

**Tabela II** – Efeito da temperatura na solubilidade do nitrato de potássio em água.

Massa de sal / g	Temperatura / °C

## Tratamento de resultados

### Parte I

**Tabela III** – Efeito da temperatura na solubilidade do nitrato de potássio em água.

Solubilidade / g de sal em 100 g de água	Temperatura / °C

### Gráfico I:

Desenha o gráfico obtido no programa Exel.

### Parte II

Pede os dados das temperaturas obtidas aos outros grupos e completa a tabela IV

**Tabela IV** – Efeito da temperatura na solubilidade do nitrato de potássio em água.

Solubilidade / g de sal em 100 g de água	T / °C G 1	T / °C G 2	T / °C G 3	T / °C G 4	T / °C média

### Gráfico II:

Com recurso à calculadora gráfica, traça a curva que traduz a solubilidade do  $\text{KNO}_3$  em água, expressa em massa de sal, em gramas (g) por 100 g de água, em função da temperatura.

### Conclusões

Elabore as conclusões a extrair da realização desta AL, entre outras não esquecer:

- Dar respostas às questões problema.
- Analisar a curva de solubilidade e indicar o efeito da temperatura na solubilidade do nitrato de potássio em água.
- Comparar as curvas de solubilidade obtidas para o nitrato de potássio com a que é descrita na literatura científica.

### Reflexões

- Confronte as suas previsões com as conclusões a que chegou com a execução da AL
- Identifique eventuais erros que possam ter influenciado a precisão e a exatidão dos resultados.
- Sugira propostas fundamentadas de melhoria/alteração do protocolo que lhe permitiriam obter resultados mais próximos dos verdadeiros/teóricos.

### Comunicação de conclusões/reflexões

Apresente as suas conclusões e reflexões à turma.

### Questões pós-laboratorial:

Resolve as questões do manual pág. 206 e 207.

**Anexo D: Testes WAT**



Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Solvente**.

Solvente		Solvente	
Solvente		Solvente	
Solvente		Solvente	
Solvente		Solvente	
Solvente		Solvente	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Solvente**.

Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Soluto**.

Soluto		Soluto	
Soluto		Soluto	
Soluto		Soluto	
Soluto		Soluto	
Soluto		Soluto	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Soluto**.

Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Solução**.

Solução		Solução	
Solução		Solução	
Solução		Solução	
Solução		Solução	
Solução		Solução	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Solução**.

Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Concentração**.

Concentração		Concentração	
Concentração		Concentração	
Concentração		Concentração	
Concentração		Concentração	
Concentração		Concentração	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Concentração**.

Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Dissolução**.

Dissolução		Dissolução	
Dissolução		Dissolução	
Dissolução		Dissolução	
Dissolução		Dissolução	
Dissolução		Dissolução	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Dissolução**.

Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Solubilidade**.

Solubilidade		Solubilidade	
Solubilidade		Solubilidade	
Solubilidade		Solubilidade	
Solubilidade		Solubilidade	
Solubilidade		Solubilidade	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Solubilidade**.

Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Temperatura**.

Temperatura		Temperatura	
Temperatura		Temperatura	
Temperatura		Temperatura	
Temperatura		Temperatura	
Temperatura		Temperatura	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Temperatura**.

Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Saturação**.

Saturação		Saturação	
Saturação		Saturação	
Saturação		Saturação	
Saturação		Saturação	
Saturação		Saturação	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Saturação**.

## Anexo E: Questionário

### Questionário sobre carreiras, interesse e motivação dos alunos em relação a áreas STEM Ensino Secundário

CÓDIGO \_\_\_\_\_

Caro aluno,

Atualmente, há uma grande curiosidade em conhecer qual a motivação e interesse dos alunos sobre áreas relacionadas com as Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologias. É precisamente isso que pretendemos conhecer através deste questionário. Garantimos que as suas respostas serão lidas com muita atenção e todas as respostas são importantes. Por favor, leia com atenção todas as questões que se seguem e responda de acordo com o que sente em relação a cada afirmação.

Não há respostas certas nem respostas erradas e, certamente, estará de acordo com algumas afirmações e em desacordo com outras. Por favor, responda com descontração e sinceridade. Se aparecer alguma palavra menos adequada, procure entender a frase no conjunto e dê a sua melhor resposta.

As tuas respostas são completamente confidenciais e anónimas. O código no canto superior direito desta página serve apenas para associar este questionário a outro, a que irá responder daqui a alguns meses.

Muito obrigado pela colaboração e bom ano letivo!

### INSTRUÇÕES DO CÓDIGO

- 1- O código que lhe foi fornecido é completamente aleatório e é composto por uma letra e quatro algarismos.
- 2- Quando responder ao segundo questionário, daqui a alguns meses, vai precisar desse código novamente, por isso, é muito importante que o escreva no seu caderno.

## PARTE I

Para efeitos de caracterização sociodemográfica, por favor indique:

1. **Ano de escolaridade:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_ **Sexo:**  Feminino  Masculino

2. **Indique a sua nota no final do ano letivo anterior nas disciplinas de:**

Física e Química: \_\_\_\_ Biologia e Geologia: \_\_\_\_ Matemática: \_\_\_\_

3. **Já reprovou alguma vez?**

Sim  Não Quantas vezes? \_\_\_\_\_

4. **Qual a escolaridade dos seus pais? (assinale com uma cruz a opção correta)**

Mãe		Pai	
Sem instrução	<input type="checkbox"/>	Sem instrução	<input type="checkbox"/>
Ensino Básico (1º, 2º ou 3º Ciclo)	<input type="checkbox"/>	Ensino Básico (1º, 2º ou 3º Ciclo)	<input type="checkbox"/>
Ensino Secundário (até 12º ano)	<input type="checkbox"/>	Ensino Secundário (até 12º ano)	<input type="checkbox"/>
Ensino Superior (Licenciatura)	<input type="checkbox"/>	Ensino Superior (Licenciatura)	<input type="checkbox"/>
Pós-graduação	<input type="checkbox"/>	Pós-graduação	<input type="checkbox"/>

5. **Como considera o seu nível geral como aluno?**

1  2  3  4  5

6. **Pretende prosseguir os seus estudos no Ensino Superior?**  Sim  Não

7. **Se respondeu “Sim” na questão anterior, ordene, de acordo com a sua preferência, o curso que quer frequentar no Ensino Superior:**

Ordem de preferência	Curso
1	
2	
3	
4	

## PARTE II

8. Indique até CINCO palavras ou ideias que lhe vêm à mente quando pensa em:

CIÊNCIA	TECNOLOGIA	ENGENHARIA	MATEMÁTICA

## PARTE III- Percurso

- 1- Pedimos a sua posição em cada uma das afirmações numa escala, desde 1 (Discordo Totalmente) até 5 (Concordo Totalmente).
- 2- Responda a todas as questões embora algumas possam parecer semelhantes. **À frente de cada frase, faça uma cruz no número que traduz o que sente.**

### DEFINIÇÕES

**Ciências-** representa as áreas que se centram no estudo do mundo natural. As Ciências incluem disciplinas como Biologia, Geologia, Ciências Naturais, Física e Química, etc.

**Matemática-** representa a área que estuda quantidades, medidas, espaços, estatísticas, etc.

**Engenharia-** representa as áreas que aplicam o conhecimento científico com o objetivo de inventar, desenhar, construir, manter e melhorar estruturas, máquinas, aparelhos, etc.

**Tecnologias-** representa as áreas relacionadas com a informática e eletrónica, como por exemplo, computadores, telemóveis, internet, dispositivos portáteis, etc.

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
<b>1. Eu consigo ter boas notas a:</b> ----- -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>2. Eu consigo fazer os trabalhos de casa de:</b> ----- -----					

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>3. Eu vou usar o que aprendo nas seguintes disciplinas na minha futura carreira: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>4. Eu tento dar o meu melhor nas aulas de: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>5. Ter sucesso nas seguintes disciplinas irá ajudar-me na minha carreira futura: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>6. A minha família gostaria que eu escolhesse uma carreira relacionada com: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>7. Eu interesso-me por carreiras na área de: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>8. Eu gosto das minhas aulas de: -----</b> -----					

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>9. Eu admiro alguém que trabalha na área de: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>10. Eu sentir-me-ia à vontade em falar com alguém que trabalha nas áreas de: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>11. Na minha família há alguém que tem uma profissão na área de: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>12. Se eu seguir uma carreira numa das áreas que se seguem, vou ganhar bastante dinheiro: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
<b>13. Eu vou ter mais saídas profissionais se seguir uma área relacionada com: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>14. Se eu seguir uma carreira nesta área, vou ser mais reconhecido(a) pelo meu trabalho: -----</b> -----					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>15. As profissões relacionadas com línguas e humanidades não são reconhecidas no nosso país.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>16. Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Tecnologias.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>17. Eu consigo aprender a trabalhar com Tecnologias.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>18. Eu espero usar Tecnologias na minha carreira futura.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>19. Eu aplico-me nas Tecnologias quando estas são úteis para a escola.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>20. Eu gosto de usar Tecnologias nas minhas aulas.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>21. Eu tenho um bom desempenho nas atividades que envolvem Engenharia.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>22. Eu sei que consigo realizar tarefas que envolvem Engenharia.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>23. Eu espero usar conhecimentos de Engenharia na minha carreira futura.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>24. Eu empenho-me nas atividades que envolvem Engenharia.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>25. Eu gosto de atividades que envolvam Engenharia.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>26. Eu quero seguir uma carreira numa área relacionada com: -----</b> -----					

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>27. A minha família interessa-se pelas minhas aulas de Ciências.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>28. A minha família encoraja-me para estudar Ciências.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>29. Eu vou conseguir entrar numa boa universidade, num curso na área de:----- -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>30. Eu irei tirar um curso universitário numa área de: ----- -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>31. Eu irei ter uma carreira profissional de sucesso, com contributos importantes para a Ciência.</b>	①	②	③	④	⑤

<b>32. Eu irei ter uma profissão relacionada com: ----- -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
Engenharia	①	②	③	④	⑤
33. Uma carreira na área das Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa.	①	②	③	④	⑤
34. Os cientistas fazem uma grande diferença na nossa sociedade.	①	②	③	④	⑤
35. Ter uma carreira científica seria desafiante.	①	②	③	④	⑤
36. Eu gostava de trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas.	①	②	③	④	⑤

### PARTE IV- Atitudes






- 1- Pedimos a sua posição em cada uma das afirmações numa escala, desde 1 (Discordo Totalmente) até 4 (Concordo Totalmente).
- 2- Responda a todas as questões embora algumas possam parecer semelhantes. **À frente de cada frase, faça uma cruz no número que traduz o que sente.**

	Discordo Totalmente	Discordo	Concordo	Concordo Totalmente
1. Divirto-me a estudar Físico-química	①	②	③	④
2. Compreendo facilmente o que é explicado em Físico-química	①	②	③	④
3. Consigo ter bons resultados sem dificuldade a Físico-química	①	②	③	④
4. Nos dias em que há Físico-química tenho mais vontade de ir à Escola	①	②	③	④
5. Penso que a disciplina de Físico-química devia ser obrigatória para todos os cursos	①	②	③	④
6. Para mim Físico-química-química é uma disciplina difícil	①	②	③	④
7. Estudar Físico-química dá-me alegria	①	②	③	④
8. A disciplina de Físico-química é importante para a minha vida	①	②	③	④
9. Acho que estudar Físico-química é perda de tempo	①	②	③	④
10. A expressão "Físico-química" provoca-me uma sensação desagradável	①	②	③	④
11. Percebo a aplicação pratica da Físico-química	①	②	③	④

	Discordo Totalmente	Discordo	Concordo	Concordo Totalmente
12. Ir para as aulas de Físico-química é agradável	①	②	③	④
13. Para mim é fácil ser bom/a aluno/a Físico-química	①	②	③	④
14. Sinto que resolver as atividades de Físico-química é útil para a vida	①	②	③	④
15. Quando me aparece um problema de Físico-química tenho vontade de desistir	①	②	③	④
16. Gosto de estudar Físico-química	①	②	③	④
17. Penso que a Físico-química é útil no dia-a-dia	①	②	③	④
18. Tenho boas notas a esta disciplina facilmente	①	②	③	④
19. Para mim é fácil resolver problemas de Físico-química	①	②	③	④
20. O meu interesse por Físico-química vai diminuindo ao longo do tempo de escola	①	②	③	④
21. Realizo as atividades de Físico-química com facilidade	①	②	③	④
22. Seria bom deixar de estudar Físico-química	①	②	③	④
23. Resolver problemas de Físico-química desanima-me	①	②	③	④
24. A disciplina de Físico-química irrita-me	①	②	③	④
25. Estudar Físico-química dá-me competência	①	②	③	④
26. Estudar Físico-química tranquiliza-me	①	②	③	④

## PARTE V

Para quem considera a disciplina de **Físico-química** mais adequada? (assinale com uma X)

				
Só para rapaz	Mais para rapaz do que para rapariga	Para rapaz e rapariga, de igual forma	Mais para rapariga do que para rapaz	Só para rapariga