

**CREATIVELAB\_SCI&MATH | UM ESTUDO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES  
SOBRE ESTATÍSTICAS DO TEMPO DE REAÇÃO À QUEDA DE UM OBJETO**

CREATIVELAB\_SCI&MATH | A STUDY IN A TEACHER EDUCATION PROGRAM ABOUT STATISTICS ON  
REACTION TIME TO A FALLING OBJECT

CREATIVELAB\_SCI&MATH | UN STUDIO EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO SOBRE  
ESTADÍSTICAS SOBRE EL TIEMPO DE REACCIÓN ANTE LA CAÍDA DE UN OBJETO

**Bento Cavadas<sup>1,2</sup> & Raquel Santos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

<sup>2</sup>Universidade Lusófona, CeIED - Centro de Estudos Interdisciplinares em Educação e Desenvolvimento,  
Portugal

bento.cavadas1@gmail.com

**RESUMO** | A atividade “CreativeLab\_Sci&Math: Estatísticas do tempo de reação à queda de um objeto” consiste numa investigação estatística sobre a reação do corpo humano à queda de uma régua, através da avaliação do tempo de reação, tendo em conta diferentes variáveis. A reação consistiu em segurar a régua com dois dedos, após a queda. Os participantes foram 48 estudantes em formação inicial de professores, organizados em 11 grupos de trabalho. Tiveram de criar uma questão de investigação, identificar variáveis que pudessem interferir no tempo de reação, introduzir dados no software CODAP® e analisá-los de modo a dar resposta à questão de investigação. Realizaram tarefas que implicaram o trabalho colaborativo, a pares e em grupos de 3 a 5 elementos, assim como o envolvimento de toda a turma. Os resultados mostram que alguns grupos realizaram adequadamente todo o processo de investigação estatística, mas outros tiveram dificuldade em identificar as variáveis mobilizadas no procedimento ou as suas relações estatísticas. Desta implementação surgem diferentes aspetos a serem enfatizados na formação inicial de professores, assim como alterações a realizar numa futura implementação da atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ato voluntário; Biologia humana; Estatística; Formação inicial de professores; Interdisciplinaridade; Sistema nervoso.

**ABSTRACT** | The activity “CreativeLab\_Sci&Math: Statistics on reaction time to a falling object” consists in a statistical investigation on the human body’s reaction to the fall of a ruler, through the evaluation of the reaction time, considering different variables. The reaction consisted of holding the ruler with two fingers after it fell. Participants were 48 students from a teacher education program, organized into 11 groups. They had to create a research question, identify variables that could interfere on the reaction time, enter data into the CODAP® software and analyze it to answer the question. They carried out tasks that implied collaborative work, in pairs and in groups of 3 to 5 elements, as well as the whole class. The results show that some groups adequately performed the entire statistical investigation process, but also suggest that some students had difficulty identifying the variables mobilized during the procedure or their statistical relation. From this implementation arise different aspects to be emphasized in the teacher education program, as well as changes to be made in a future implementation of the activity.

**KEYWORDS:** Human biology; Initial teacher education; Interdisciplinary; Nervous system; Statistics; Voluntary act.

**RESUMEN** | La actividad “CreativeLab\_Sci&Math: Estadísticas sobre el tiempo de reacción ante la caída de un objeto” contempla una investigación estadística sobre la reacción del cuerpo humano ante la caída de una regla, a través de la evaluación del tiempo de reacción, teniendo en cuenta diferentes variables. La reacción consistió en sujetar la regla con dos dedos después de que cayera. Los participantes fueron 48 estudiantes en formación inicial de profesores, organizados en 11 grupos de trabajo. Tuvieron que crear una pregunta de investigación, identificar variables que podrían interferir con el tiempo de reacción, ingresar datos al software CODAP® y analizarlos para dar respuesta a la pregunta de investigación. Realizaron tareas que implicaron trabajo colaborativo, en parejas y en grupos de 3 a 5 elementos, así como la implicación de toda la clase. Los resultados muestran que algunos grupos realizaron adecuadamente todo el proceso de investigación estadística, pero también sugieren que algunos grupos tienen dificultad para identificar las variables movilizadas en el procedimiento o las relaciones estadísticas entre ellas. De esta implementación surgen diferentes aspectos a enfatizar en la formación inicial de profesores, así como cambios a realizar en una futura implementación de la actividad.

**PALABRAS CLAVE:** Biología humana; Estadística; Formación inicial de profesores; Interdisciplinariedad.

## 1. INTRODUÇÃO

A proposta de trabalho interdisciplinar “CreativeLab\_Sci&Math: Estatísticas do tempo de reação à queda de um objeto” foi desenvolvida por docentes de ciências e de matemática no enquadramento do projeto CreativeLab\_Sci&Math (Cavadas *et al.*, 2019). As unidades curriculares que contribuíram para o contexto interdisciplinar da atividade foram Biologia Humana e Saúde (BHS) e Estatística e Probabilidades (EP), ambas lecionadas no 2.º ano/1.º semestre do curso de Educação Básica do Instituto Politécnico de Santarém/Escola Superior de Educação.

Este trabalho interdisciplinar surge na sequência de outros publicados nesta revista (Cavadas *et al.*, 2020, Cavadas & Santos, 2022) e na linha da literatura que sugere a importância das práticas interdisciplinares serem experienciadas desde a formação inicial de professores (p.e. Koirala & Bowman, 2003; McHugh *et al.*, 2018). Salienta-se, ainda, que as práticas interdisciplinares e a colaboração entre professores são orientações do Decreto-Lei n.º 55/2018.

Na presente proposta de trabalho interdisciplinar, os estudantes concretizaram as fases uma investigação estatística propostas em Franklin *et al.* (2007), usando como contexto o tempo de reação do corpo humano associado à queda de um objeto. O tempo de reação é o intervalo de tempo que decorre entre a receção do estímulo e uma ação motora. A ação motora consistiu em segurar uma régua em queda, com dois dedos. Neste relato apresentam-se os resultados correspondentes ao trabalho realizado pelos estudantes no ano letivo 2022/23.

Os objetivos de aprendizagem que guiaram a proposta de trabalho foram, no caso de BHS: i) distinguir ato voluntário de ato reflexo, relacionando-os com o papel do sistema nervoso na regulação homeostática; e ii) explicar fisiologicamente os processos inerentes a um ato voluntário. No caso de EP, os objetivos de aprendizagem foram: i) elaborar uma questão de investigação para orientar a investigação estatística; ii) planejar a investigação estatística, determinando as variáveis envolvidas; iii) comparar e analisar distribuições com os dados recolhidos; iv) estabelecer relações entre diferentes variáveis envolvidas; v) desenvolver competências de utilização do software CODAP® na análise dinâmica de dados; e vi) apresentar as conclusões da investigação estatística. A concretização da investigação estatística sobre a experiência da queda de um objeto criou, também, oportunidades para os estudantes mobilizarem as suas competências de raciocínio, resolução de problemas, comunicação, colaboração e criatividade.

Os resultados desta prática interdisciplinar visam contribuir para identificar as potencialidades e os constrangimentos associados ao uso do tempo de reação associado à queda de um objeto, enquanto contexto para a realização de uma investigação estatística. Na avaliação da prática apresenta-se uma análise das questões de investigação criadas pelos diferentes grupos de trabalho, as quais originaram a investigação estatística. Apresentam-se, ainda, lacunas na compreensão dos estudantes sobre determinadas relações estatísticas, cuja abordagem pode ser enfatizada na formação inicial de professores para aumentar a sua literacia estatística.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

### 2.1 Investigações estatísticas e a formação inicial de professores

Numa sociedade cada vez mais baseada em dados, a literacia estatística é uma competência fundamental para que qualquer cidadão seja capaz de tomar decisões conscientes e fundamentadas em dados.

As aprendizagens essenciais da Matemática em Portugal (Canavarro *et al.*, 2021) e as orientações curriculares americanas para a Matemática (*Common Core State Standards for Mathematics*, 2010), reconhecem a importância da abordagem ao processo investigativo em estatística ao longo dos diferentes níveis de ensino. Já o relatório *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education*, elaborado por Franklin *et al.* (2007), tinha estabelecido orientações para a educação estatística desde a creche até ao ensino secundário e atribuído importância ao processo estatístico de resolução de problemas, o qual está associado ao conceito de investigação estatística mobilizado neste trabalho. Segundo Franklin *et al.* (2007), este processo inclui quatro componentes: formulação de questões (clarificando o problema e formulando questões que possam ser respondidas com dados); recolha de dados (através do desenho e da implementação de um procedimento apropriado de recolha de dados); análise de dados (seleccionando e usando representações gráficas e medidas apropriadas para analisar os dados); e interpretação dos resultados (interpretando a análise dos dados e relacionando essa interpretação com as questões iniciais).

Para que os futuros professores sejam capacitados para mobilizar nas suas aulas o processo de investigação estatística referido nos documentos anteriores, é fulcral que a formação inicial de professores os prepare devidamente. Nesse sentido, o relatório de Franklin *et al.* (2015), *Statistical Education of Teachers*, apresenta orientações para a formação inicial de professores dos diferentes níveis de escolaridade, na área da educação estatística. Salienta que os futuros professores precisam de compreender o processo de investigação estatística para que consigam apoiar os alunos a perceber este processo, como uma atividade coerente e refletida (Franklin *et al.*, 2015). Para isso ser possível, este relatório sugere que os futuros professores devem ser envolvidos regularmente em diferentes investigações estatísticas nas unidades curriculares que frequentam na sua formação. Refere, ainda, que os futuros professores devem mostrar perseverança em todo o processo de investigação estatística, adaptando e ajustando cada componente da investigação para alcançar uma proposta de solução que relacione adequadamente a interpretação dos resultados com a questão inicial e o conteúdo investigado.

Existem já vários estudos que comprovam as mais-valias de envolver os alunos em investigações estatísticas em contexto. Por exemplo, Dierdorff *et al.* (2011) apresentam resultados de uma experiência com alunos do ensino secundário, na qual as tarefas exigiam que recolhessem e analisassem dados a partir de práticas reais, evidenciando a potencialidade desta abordagem no aumento da necessidade e do desejo de chegar a uma solução e no desenvolvimento do seu conhecimento. O estudo de Casey *et al.* (2021) mostrou que o envolvimento dos futuros professores na criação de tarefas de investigação estatística foi um contexto que faz emergir as potencialidades dessas tarefas, como uma ligação contínua ao contexto, mas também fragilidades, como a formulação de questões pouco claras.

O recurso a tecnologia para o desenvolvimento de conceitos e análise de dados durante uma investigação estatística é sugerido por diferentes autores (p.e. *American Statistical*

Association, 2005; Franklin *et al.*, 2007; Franklin *et al.*, 2015). De facto, vários estudos apontam os benefícios e as potencialidades do uso de *software* dinâmico de estatística no ensino deste tema (p.e. Watson & Donne, 2009; Frischemeier & Schnell, 2023). Ben-Zvi (2000) discute o modo como o recurso a tecnologia pode contribuir para os alunos atingirem níveis cognitivos mais elevados, dar acesso a diferentes representações gráficas e mudar o foco das atividades para a transformação e análise de representações. Tendo em conta as orientações anteriores, o recurso selecionado para esta tarefa interdisciplinar, CODAP®, é um *software* gratuito de análise dinâmica de dados desenhado para ser utilizado por alunos desde o 2.º ciclo de escolaridade (*The Concord Consortium*, s.d.).

## 2.2 As neurociências e a formação inicial de professores

A abordagem às neurociências ainda é escassa na formação inicial de professores. A esse respeito, Ching *et al.* (2020) afirmam que o conhecimento das neurociências pode proteger os professores em formação inicial da aquisição de neuromitos e, por essa razão, o ensino das neurociências deve estar presente na sua formação. Na mesma linha de pensamento, outros investigadores já tinham reforçado a necessidade da aplicação dos resultados de estudos sobre o cérebro na formação de professores (p.e. Alvarenga & Domingos, 2021; Silva & Morino, 2012)

No enquadramento da neuroeducação, investigadores, como Rodriguez (2013), propõem utilizar o sistema nervoso humano como um quadro conceptual para explorar os componentes, funções e interações daquilo que designou por *teaching brain* - cérebro que ensina -, no contexto mais amplo do ensino como um sistema. Por exemplo, com o intuito de dar resposta às necessidades específicas de cada aluno, de acordo o sistema de ensino proposto por Rodriguez (2013), o *teaching brain* dos professores deve dedicar-se ao processamento centrado no aluno, o que produz respostas de ensino centradas no aluno.

Outros investigadores têm dedicado atenção ao estudo do efeito de diferentes recursos educativos na aprendizagem do sistema nervoso. Por exemplo, Damopolii *et al.* (2023) estudou o uso de bandas desenhadas do sistema nervoso, como recurso para a aprendizagem *online* dessa temática, concluindo que se obteve uma melhoria na aprendizagem dos alunos. Por seu lado, Simões (2018) avaliou as potencialidades da utilização de vídeos, cartazes e apresentações digitais para a aprendizagem dos alunos de ciências naturais do 9.º ano do ensino básico, no estudo do sistema neuro-hormonal, tendo aferido que essa estratégia promoveu a aquisição de conhecimentos significativos sobre esse sistema, e contribuiu para a educação para a saúde.

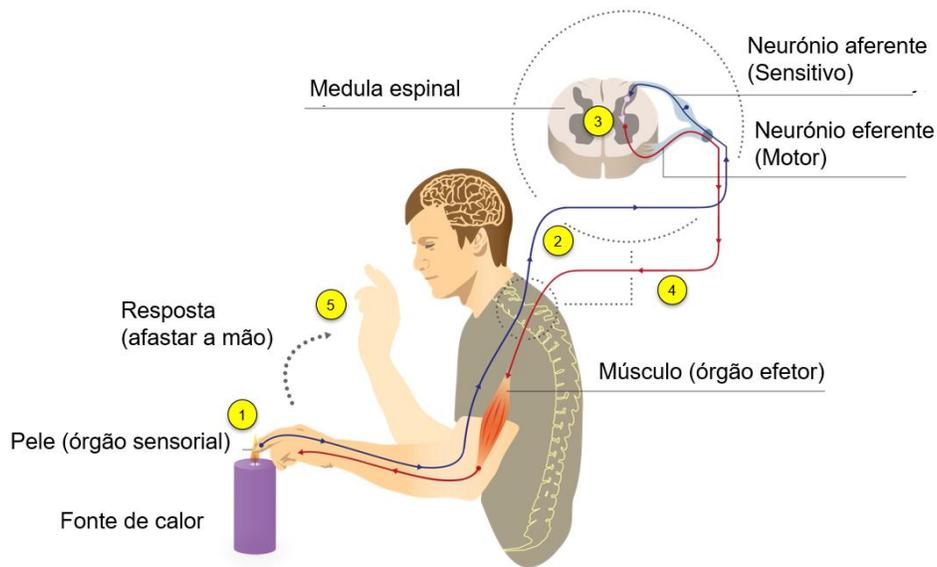
Uma pesquisa realizada no portal RCAAP (Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal), em setembro de 2023, não devolveu nenhum documento que mobilizasse o estudo do sistema nervoso como contexto para a realização de investigações estatísticas. Na ausência de estudos sobre esta temática, os autores deste trabalho partem da premissa que a realização de investigações estatísticas, baseadas em dados recolhidos sobre o funcionamento voluntário do sistema nervoso, contribui para o conhecimento dos futuros professores sobre o funcionamento do sistema nervoso e do processo de investigação estatística.

## 2.3 Ato voluntário e ato reflexo

A coordenação do organismo é realizada com o contributo de ações autónomas, realizadas pelo sistema nervoso, e decisões conscientes. As reações do corpo inconscientes,

automáticas e habitualmente rápidas, em resposta a um estímulo externo ou interno, designam-se por atos reflexos ou atos involuntários. Por exemplo, quando uma pessoa sofre uma picada na mão, ocorre uma reação muscular imediata, que causa o afastamento da mão do objeto que causou a picada, sem a intervenção da vontade do indivíduo. Esta rapidez decorre da grande maioria dos atos reflexos ter como origem um estímulo enviado à medula espinal, ou ao tronco cerebral, e de uma resposta produzida imediatamente por estes órgãos (Clark *et al.*, 2020).

A maioria dos atos reflexos contribui para regular a homeostasia do corpo humano, isto é, para manter um ambiente interno estável e equilibrado, possibilitando que as funções do organismo ocorram normalmente. Por exemplo, quando a temperatura exterior está muito alta ou baixa em relação à temperatura corporal, o sistema nervoso autónomo atua através de atos reflexos para auxiliar a manter a temperatura corporal estável. A produção de um ato reflexo decorre de um mecanismo denominado de arco reflexo, apresentado de forma simplificada na figura 1 (números 1 a 5) e descrita em pormenor na tabela 1.



**Figura 1** A aplicação de calor numa mão origina um arco reflexo que resulta num ato reflexo: afastamento da mão relativamente ao calor (Adaptado de Aguayo, 2014; CC BY-SA 3.0).

**Tabela 1-** Ações do organismo associadas a um ato reflexo

Órgãos	Ações
<b>1 Órgãos recetores</b>	As células sensoriais da pele (órgão sensorial) do dedo sentem um estímulo externo (neste caso, uma queimadura provocada pelo calor emanado de uma vela acesa).
<b>2 Neurónio sensitivo</b>	O estímulo origina impulsos nervosos que são transmitidos ao longo de um neurónio sensitivo (aferente), de um nervo raquidiano, até à medula espinal.
<b>3 Medula espinal</b>	A medula espinal recebe os impulsos nervosos gerados pelo estímulo, processa-os e origina novos impulsos nervosos que vão causar uma resposta.
<b>4 Neurónio motor</b>	Os impulsos nervosos são transmitidos ao longo de um neurónio motor (eferente), de um nervo raquidiano, até aos músculos do braço e da mão. Ao mesmo tempo, a medula espinal conduz impulsos nervosos até ao cérebro.
<b>5 Órgãos efetores</b>	Os órgãos efetores, neste caso os músculos do braço e da mão, reagem aos impulsos nervosos enviados pela medula espinal, contraem-se e originam uma resposta: afastar a mão rapidamente da fonte de calor que originou o estímulo.

Alguns momentos depois, o cérebro recebe e analisa os impulsos nervosos, que lhe foram enviados a partir da medula espinal, e a pessoa toma consciência do estímulo e da resposta dada a esse estímulo.

No entanto, nem todas as respostas do corpo humano são voluntárias. Muitas ações realizadas pelo corpo humano decorrem de decisões conscientes tomadas pelo indivíduo. Essas decisões conscientes correspondem a atos voluntários controlados pelo sistema nervoso. Por exemplo, quando uma pessoa decide ingerir alimentos, conduzir um carro, escrever um texto, fazer um lançamento com uma bola ou segurar um objeto, está a praticar um ato voluntário.

### 3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A proposta de trabalho “CreativeLab\_Sci&Math: Estatísticas do tempo de reação à queda de um objeto” foi criada colaborativamente pelos docentes de BHS e EP num trabalho interdisciplinar. Tal como em propostas de trabalho anteriores sobre as estatísticas da frequência cardíaca (Cavadas *et al.*, 2020) e as estatísticas da alimentação (Cavadas & Santos, 2022), foi criado um guião para estruturar a sequência didática da atividade, apresentar aos estudantes as tarefas a realizar, servir de suporte ao seu trabalho autónomo e como instrumento de recolha de dados das suas produções. A sequência didática do guião foi organizada em conformidade com alguns dos momentos do modelo de ensino dos 7E (*Engage, Explain, Explore, Elaborate, Evaluate e Exchange*), explicado em detalhe em Cavadas e Santos (2022) e descrito sucintamente de seguida.

No momento *Engage* (Envolver) pretende-se introduzir brevemente aos alunos, através de uma tarefa, o contexto do problema ou situação a estudar e causar-lhes um desconforto cognitivo que os leve a querer saber mais sobre o problema ou situação (Bybee *et al.*, 2006). No momento *Explore* (Explorar), os alunos devem ser envolvidos em tarefas *hands-on* e *minds-on* que os auxiliem a gerar novas ideias, explorar problemas e hipóteses, criar uma metodologia adequada para uma investigação e concretizar essa investigação (Bybee *et al.*, 2006). O momento *Explain* (Explicar) é usado para focar a atenção dos alunos em aspetos gerais ou determinados detalhes de um conceito ou processo científico, através de explicações diretas proporcionadas pelo professor, ou redirecionando-os para mais pesquisas sobre o assunto (Bybee *et al.*, 2006). No momento *Elaborate* (Elaborar), os alunos devem aplicar os conhecimentos que adquiriram a novas situações, embora relacionadas com as anteriores (Bybee *et al.*, 2006). No momento *Evaluate* (Avaliar) devem ser proporcionadas oportunidades para avaliarem a sua aprendizagem e aferirem o nível em que se encontram quanto ao desenvolvimento das suas competências (Bybee *et al.*, 2006). O momento *Exchange* (Partilhar) inclui a apresentação pelos alunos, individualmente ou em grupo, do que foi aprendido (Kähkönen, 2016). O momento de *Empowerment* (Ativismo) pretende envolvê-los numa ação coletiva, fundamentada em pesquisa e investigação, tendo em vista a resolução de problemas sociocientíficos sobre problemáticas atuais, com transferência desse conhecimento para a comunidade (Reis & Marques, 2016).

A proposta de trabalho teve a duração de quatro horas e foi implementada num ambiente educativo inovador, designado CreativeLab\_Sci&Math. Os docentes de BHS e EP dinamizaram essa aula em codocência, na modalidade que Friend *et al.* (2010) designaram por ensino em equipa.

Os 48 estudantes participantes autorizaram a recolha e utilização das suas produções e de outros dados para efeitos de investigação em educação. Quanto aos recursos, para além do guião, usaram o *software* CODAP® para análise dinâmica de dados e a plataforma Moodle para partilha de documentos. As secções seguintes apresentam a descrição da concretização dos diferentes momentos da proposta de trabalho.

### 3.1 Engage: O papel do sistema nervoso na homeostasia

O envolvimento na temática do papel do sistema nervoso na homeostasia do organismo foi concretizado através do questionamento aos estudantes, no início da aula, sobre o significado de ato reflexo e ato voluntário e a partilha de exemplos específicos desses processos.

### 3.2 Explain: A diferença entre o ato voluntário e o ato reflexo

Neste momento o docente de BHS apresentou as características do ato voluntário e do ato reflexo, salientando as principais diferenças no seu mecanismo de funcionamento.

### 3.3 Evaluate: A diferença entre o ato voluntário e o ato reflexo

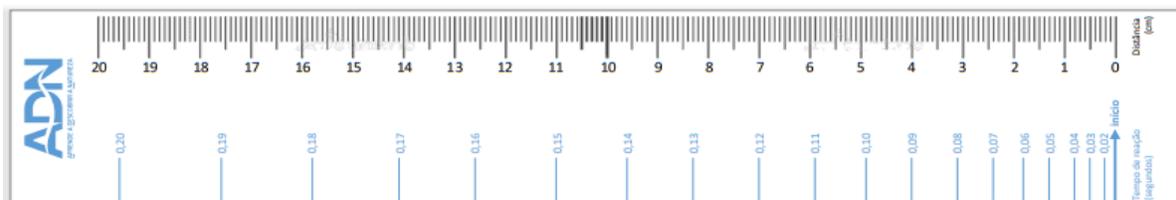
Nesta fase foi solicitado aos estudantes que realizassem exercícios breves de aplicação dos seus conhecimentos sobre o ato voluntário.

### 3.4 Explore 1: Recolher dados sobre um ato voluntário \_ Reação à queda de um objeto

O início da investigação estatística propriamente dita ocorreu neste momento. As secções seguintes descrevem as tarefas concretizadas pelos estudantes.

#### 3.4.1 Realização do processo de recolha de dados

A recolha de dados sobre a reação à queda de um objeto foi concretizada com uma tarefa prática. Solicitou-se aos estudantes que realizassem medições, em trabalho de pares, sobre o tempo de reação dos elementos do grupo à queda de uma régua. A régua apresentava duas escalas, uma escala numérica com 20 cm, e uma escala com os correspondentes tempos de reação, em segundos (Figura 2).



**Figura 2** Régua com duas escalas usada no procedimento de medição do tempo de reação à queda de um objeto (Créditos: Bento Cavadas, Nuno Ribeiro e Bruno Sousa).

Para determinar o tempo de reação à queda da régua, os estudantes seguiram o procedimento descrito na tabela 2.

**Tabela 2- Procedimento para avaliação do tempo de reação à queda da régua**

1. Um dos participantes segura a régua com uma mão e posiciona-a acima da mão do outro participante (fig. A).
2. O participante que tem a mão em baixo deve posicionar a marca de 0 cm da régua, entre os dedos indicador e polegar, sem tocar com estes dedos na régua (fig. A).
3. O participante que tem a mão em cima larga a régua. Imediatamente, o participante que tem a mão em baixo pressiona os dedos indicador e polegar, o mais rapidamente possível, de modo a segurar a régua (fig. B).
4. Registrar a marca da régua, em centímetros, que ficou mais perto dos dedos do participante que a segurou (fig. B). Identificar, com o auxílio da escala da régua, o tempo de reação correspondente, em segundos.
5. De seguida, os participantes devem trocar as funções e realizar novamente o procedimento.



### 3.4.2 Elaboração de uma questão de investigação

Nesta tarefa, foram constituídos 11 grupos de trabalho, identificados de G1 a G11, com 3 a 5 estudantes. Neste momento, os elementos de cada grupo criaram colaborativamente uma questão de investigação sobre o tempo de reação à queda de um objeto, para orientar a investigação estatística. Na criação dessa questão, tiveram de contemplar o uso dos dados do tempo de reação recolhidos por todos os colegas da turma para a variável independente que definiram, e não apenas pelo seu grupo. A definição da questão de investigação foi realizada livremente pelos grupos, mas apoiada pelos docentes sempre que solicitado. Nesse momento, o papel dos docentes foi promover a reflexão do grupo, quando identificaram uma questão cuja investigação não seria exequível no tempo ou com os recursos destinados para o efeito, ou quando propuseram uma questão previamente determinada por outro grupo. À medida que os grupos iam definindo as questões de investigação, partilharam-nas num quadro físico existente no CreativeLab\_Sci&Math, para não haver repetições. A tabela 3 apresenta as questões de investigação finais definidas pelos grupos.

**Tabela 3- Questões de investigação elaboradas pelos diferentes grupos.**

Grupo	Questões de investigação
G1	Será que o número de olhos que observam o objeto influencia a capacidade de reação?
G2	Será que o sexo influencia o tempo de reação?
G3	A posição do braço (fletido ou estendido) influencia o tempo de reação?
G4	A mão dominante influencia o tempo de reação?
G5	Será que o tempo de reação de uma pessoa que se avalia como nervosa é superior ao de uma pessoa que se avalia como calma?
G6	O comprimento dos dedos polegar e indicador influencia o tempo de reação?
G7	Será que a altura da pessoa que agarra a régua influencia o tempo de reação?
G8	Será que a altura da mão do lançador ao chão influencia o tempo de reação?
G9	A idade influencia o tempo de reação?
G10	Será que o tempo de reação é influenciado pela miopia e/ou pelo astigmatismo?
G11	Avisar que se vai deixar cair o objeto, influencia o tempo de reação?

### 3.4.3 Planificação da investigação estatística

De seguida, cada grupo de trabalho planificou a investigação estatística para dar resposta à questão de investigação que identificaram anteriormente. Neste momento, uma das tarefas principais foi a identificação das variáveis a recolher. Por exemplo, para dar resposta à questão de investigação “Será que o sexo influencia o tempo de reação” (G2), o grupo teve de identificar o sexo de todos os elementos da turma (variável independente), para além do tempo de reação de cada estudante à queda da régua (variável dependente). As variáveis de todos os grupos foram colocadas num mesmo ficheiro CODAP® (figura 3), no qual a docente de EP teve, muitas vezes, de discutir com os elementos dos grupos os dados introduzidos para clarificar a variável a inserir no ficheiro para que os outros grupos entendessem como a preencher. Por exemplo, para recolher dados para dar resposta à questão “O comprimento dos dedos polegar e indicador influenciará o tempo de reação?” (G6), houve a necessidade de discutir o pretendido pelo grupo e identificar as variáveis “comprimento do indicador” e “comprimento do polegar” de modo a que o *software* CODAP calculasse (automaticamente) o comprimento dos dois dedos, facilitando a interpretação dos outros grupos. Nesse ficheiro não se identificou cada estudante em particular.



New Dataset											
Cases (0 dados)											
Índice	Idade	Miopia/Astigmatismo (s/n)	Comprimento do indicador	Comprimento do polegar	Soma ... dedos	Altura	Sexo (f/m)	Calma/Nervosa	Altura da mão do lançador ao chão	Aviso (s/n)	Mão do-...nte (s/n)

Figura 3 Parte do ficheiro CODAP® com variáveis criadas por diferentes grupos (Créditos: Cavadas & Santos).

### 3.5 Exchange 1: Partilha dos dados

A partilha dos dados pelos estudantes, quer os resultantes da recolha do tempo de reação à queda da régua, quer os relacionados com as outras variáveis que identificaram nas questões de investigação, seguiu as próximas etapas:

- Abrir o *link* do ficheiro CODAP® com as variáveis de todos os grupos, disponibilizado na plataforma Moodle de EP. De seguida, cada elemento do grupo recolheu e preencheu os seus dados para todas as variáveis que foram determinadas pelos diferentes grupos.
- Partilha, por email e por cada grupo, do *link* do ficheiro CODAP® anterior, preenchido por todos os participantes, para a docente de EP.
- Agregação dos dados de todos os grupos e correção, pela docente de EP, de algumas introduções incorretas de dados. Essas correções prenderam-se sobretudo com o uso de diferentes unidades de medida (por exemplo, a introdução da altura em metros ou em centímetros), tendo sido discutido em grande grupo as alterações a realizar.
- Abrir novo *link* do ficheiro CODAP®, disponibilizado no Moodle de EP, com os dados de toda a turma para análise estatística.

### 3.6 Explore 2: Análise dos dados recolhidos e resposta à questão de investigação

Nesta parte da aula, cada grupo analisou os dados de toda a turma, estabelecendo relações entre as variáveis que determinaram como necessárias para concretizar a investigação estatística. Os grupos não se focaram na análise de diferenças de resultados entre grupos, por não ser esse o objetivo das suas investigações estatísticas. Para analisar a relação entre as

variáveis identificadas, cada grupo criou um gráfico no *software* CODAP®. A resposta à questão de investigação resultou de uma discussão entre os diferentes elementos do grupo, suportada pela análise do gráfico.

### **3.7 Exchange 2: Partilha da investigação estatística**

Numa última etapa, cada grupo colocou, num póster colaborativo partilhado *online*, uma síntese da investigação estatística realizada, que incluía a questão de investigação, a apresentação e a análise dos resultados e a resposta sucinta à questão de investigação. Desse modo, todos os grupos puderam consultar e dar *feedback* ao trabalho realizado pelos outros grupos, num momento dedicado à análise das investigações.

## **4. IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS**

Nesta secção apresenta-se uma análise das produções dos estudantes, salientando-se as utilizações corretas e incorretas da informação estatística, utilizando o *software* CODAP®, e os resultados do seu desempenho nas respostas às questões de investigação. Esta secção organiza-se nas diferentes componentes de uma investigação estatística (conforme Franklin *et al.*, 2007). Apresentam-se, também, algumas ilações dos professores que resultaram de uma análise do processo anterior, realizada após a concretização da aula.

Sobre a lecionação em codocência, os docentes consideraram que foi uma mais-valia, tal como constatado em experiências de codocência anteriores, porque cada professor se ocupou de diferentes tarefas, como o esclarecimento de dúvidas aos futuros professores ou a organização de documentos *online* partilhados, o que tornou a aula mais fluída e evitou que os estudantes ficassem muito tempo à espera do apoio de um dos docentes.

### **4.1 Formulação de questões e recolha de dados**

A análise das questões de investigação colocadas pelos diferentes grupos (Tabela 3) evidencia algumas oportunidades de melhoria, quanto à identificação da variável independente, identificação dos participantes e condições de realização da experiência. Embora cada grupo tivesse recebido *feedback*, por parte de um dos docentes, sobre a sua questão de investigação, a reflexão realizada pelos docentes sobre a concretização da aula evidenciou a necessidade de contemplar um momento, em grande turma, para todos os grupos discutirem a sua questão de investigação. Desse modo poderão receber *feedback* dos professores e restantes colegas, antes de avançarem para as restantes etapas da investigação estatística.

#### *4.1.1 Identificação da variável independente*

Neste estudo, em todas as questões de investigação a variável dependente era o tempo de reação à queda da régua, mas a variável independente foi definida livremente e identificada por cada grupo, conforme indicado na Tabela 4. De realçar, ainda, que sete grupos optaram por uma variável qualitativa e quatro grupos utilizaram uma variável quantitativa (G6, G7, G8 e G9).

**Tabela 4 - Variáveis independentes identificadas pelos grupos de estudantes (G1 a G11).**

<b>Grupo</b>	<b>Variáveis independentes</b>
G1	Número de olhos
G2	Variável do sexo feminino e variável do sexo masculino
G3	Posição do braço (esticado ou fletido)
G4	Mão dominante (esquerda ou direita)
G5	Calma/nervosa
G6	Comprimento dos dedos
G7	Altura
G8	Altura da mão do lançador ao chão
G9	Idade
G10	Ter ou não astigmatismo/miopia
G11	Avisar/não avisar

Quanto à identificação da variável independente, nove dos 11 grupos (82%) mostraram algumas falhas nesse sentido. A maioria das falhas foi falta de clareza ou especificação na definição da variável independente, como o caso da variável “número de olhos” indicada na questão de investigação apresentada pelo G1, “Será que o número de olhos que observam o objeto influencia a capacidade de reação?”. No entanto, os estudantes, na explicação do procedimento a executar, apresentaram com mais clareza as suas ideias:

Para responder à nossa questão de investigação, necessitamos de recolher os dados referentes a um lançamento da régua, na qual o participante, que vai apanhá-la, tenha os dois olhos abertos; um segundo lançamento com o olho direito tapado e um terceiro lançamento com o olho esquerdo tapado. (G1)

O G2 mostrou alguma confusão ao confundir o conceito de variável com o conceito de categoria. Concretamente, identificaram “sexo masculino” e “sexo feminino” como variáveis, quando são categorias diferentes da variável “sexo”.

A questão criada pelo G8, “Será que a altura da mão do lançador ao chão influencia o tempo de reação?”, também tem oportunidades de melhoria quanto à identificação da variável independente. A variável “altura da mão do lançador ao chão” não deve ser avaliada isoladamente porque o seu efeito (tempo de reação) pode depender também da altura da pessoa que segura a régua em queda. Por essa razão, o estudo da influência da diferença entre a altura do lançador e da pessoa que segura a régua, sobre o tempo de reação, configura-se como mais adequado.

#### *4.1.2 Identificação dos participantes*

Uma questão em que há oportunidades de melhoria na identificação dos participantes, foi a colocada pelo G3: “A posição do braço (fletido ou estendido) influencia o tempo de reação?”. Essa questão carece da identificação do(s) participante(s) que fletem ou estendem o braço, não sendo evidente se é quem larga a régua, quem segura a régua ou ambos.

Na questão colocada pelo G4, “A mão dominante influência o tempo de reação?”, poderia ter sido indicado que o que se pretende avaliar é o efeito do uso da mão dominante do participante que segura a régua em queda, como foi indicado por este grupo no procedimento.

#### 4.1.3 Condições de realização da experiência

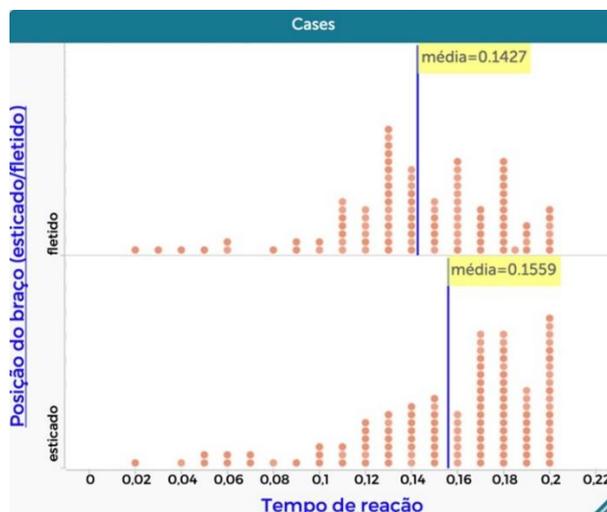
Adicionalmente, a análise do trabalho do G10, com a questão “Será que o tempo de reação é influenciado pela miopia e/ou pelo astigmatismo?”, mostra que, apesar da boa formulação da questão, não identificaram no procedimento se a pessoa com problemas de visão que segura a régua depois de lançada, o faz, ou não, com os óculos ou lentes colocadas, o que certamente pode influenciar os dados recolhidos.

## 4.2 Análise de dados

Tendo em conta que a análise realizada depende do tipo de variável explorada pelos estudantes, de seguida apresenta-se uma análise dos resultados que tem em consideração o tipo de variável independente identificada pelos grupos. Assim, começa-se por discutir os resultados dos grupos que escolheram uma variável independente qualitativa, tendo de estabelecer uma relação entre uma variável qualitativa e uma variável quantitativa (tempo de reação à queda da régua). Posteriormente são analisados os resultados dos grupos que identificaram uma variável independente quantitativa, tendo de estabelecer uma relação entre duas variáveis quantitativas.

### 4.2.1 Análise da relação entre uma variável qualitativa e uma variável quantitativa

Todos os grupos que escolheram uma variável qualitativa optaram por representar os dados através de um gráfico de pontos para cada uma das categorias da variável. Apresenta-se, na figura 6, um exemplo desse tipo de gráficos, realizado pelo G3.



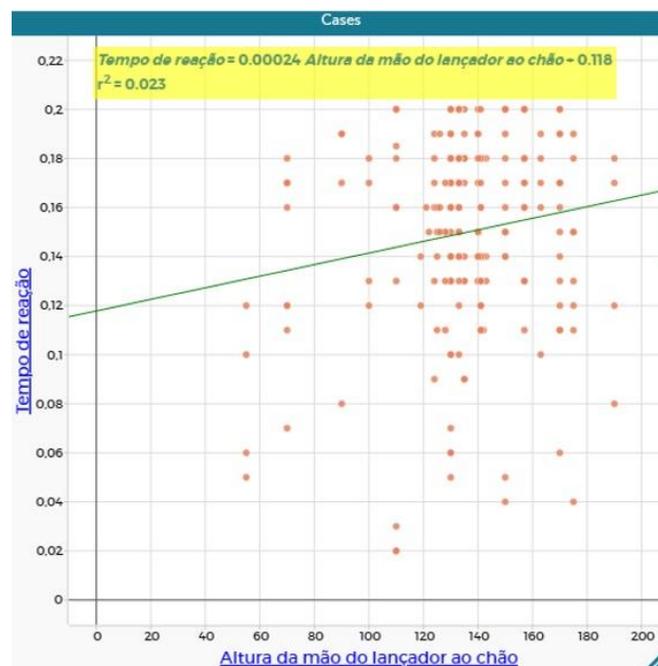
**Figura 6** Gráfico representado pelo G3 (Créditos: Cavadas & Santos).

Esses grupos utilizaram a medida estatística da média aritmética para comparar as diferentes categorias da variável. Apenas um grupo também representou a medida estatística da mediana na sua representação gráfica, mas na análise dos dados que realizou apenas se baseou na média como medida de comparação:

(...) verificamos, à primeira vista, que os três ensaios possuem uma média semelhante. (...) Ao comparar os olhos direito e esquerdo verificamos que a capacidade de reação é melhor no direito, sendo que a medida [média] é 0,1459. Uma vez que a média do olho esquerdo é 0,1532 podemos afirmar que a diferença entre ambos é de 0,0073. (G1)

#### 4.2.2 Análise da relação entre duas variáveis quantitativas

Todos os grupos que optaram por uma variável quantitativa recorreram a um diagrama de dispersão para representar os seus dados. No entanto, apenas dois grupos (G6 e G8) utilizaram medidas para fundamentar a existência ou não de relação entre as duas variáveis, como o coeficiente de Pearson ( $r$ ). A esse respeito, apresenta-se um exemplo na figura 7, no qual o G8 apresentou a reta de regressão e o quadrado do coeficiente de Pearson, analisando os dados com base nos valores resultantes: “conferimos que a correlação tem o valor de 0,15 e, por isso, verificamos que o gráfico apresenta uma correlação fraca”. Como o quadrado do coeficiente de Pearson é 0,023, este grupo calculou a raiz quadrada deste valor, obtendo o valor de 0,15. Tendo em conta que esse valor está mais perto de 0 do que de 1, o grupo concluiu corretamente que a relação entre as duas variáveis é fraca.



**Figura 7** Gráfico representado pelo G8 (Créditos: Cavadas & Santos).

Os outros grupos que selecionaram uma variável independente quantitativa fizeram uma análise sem recurso a qualquer medida estatística e sem fundamentação da conclusão: “Com a ajuda do gráfico conseguimos perceber que a altura de uma pessoa não está ligada ao tempo de

reação que esta possui” (G7). Provavelmente esses grupos fizeram uma análise simples dos pontos nos diagramas de dispersão, concluindo que não existia uma relação entre as duas variáveis por considerarem que os pontos do diagrama estariam muito dispersos. Constata-se, assim, que alguns grupos não sentiram a necessidade de utilizar medidas para fundamentarem as suas conclusões, fazendo uma análise dos dados mais superficial.

### 4.3 Interpretação dos resultados

Os estudantes tinham de concluir a investigação estatística apresentando uma resposta à questão inicial que definiram. Cinco dos grupos (45%) revelaram dificuldades na elaboração de uma resposta concreta. Por exemplo, o G10 admitiu que não é possível uma resposta à questão que colocaram porque o procedimento usado na recolha de dados podia ter falhas: “concluimos assim que podem existir pessoas que não tem conhecimento de possuir esta problemática ou que não utilizam lentes ou óculos de forma a corrigir este problema, podendo tornar os resultados pouco fiáveis”. Este grupo não refletiu que, quando um estudante tem miopia ou astigmatismo, mas usa lentes que corrigem esse problema de visão, passa a estar, supostamente, no grupo de estudantes que concretizam o procedimento sem esse problema.

O G9 foi outro grupo que também concluiu ter existido lacunas na escolha da questão de investigação e no procedimento de recolha de dados, o que comprometeu a análise e a conclusão realizada. Este grupo mencionou que:

Acreditamos que as conclusões desta amostra não são 100% viáveis tendo em conta que não existe uma grande variedade de idade. Para este estudo ser mais credível, as idades deviam ser mais abrangentes como por exemplo, ter uma escala dos 6 aos 80 anos. (G9)

A afirmação anterior permite constatar que esse grupo reconheceu que a amostra, por conveniência, na qual foram recolhidos os dados, não foi a mais adequada para obter uma resposta à sua questão de investigação.

Outro exemplo foi o caso do G1 que não se comprometeu com uma resposta sobre a relação entre as duas variáveis em estudo, justificando a sua opção por não existir o mesmo número de dados nas diferentes categorias: “verificámos que não temos os dados suficientes para chegar a uma conclusão concreta, dado que o número de experiências com os dois olhos abertos e um tapado não coincidem”. Para apresentar essa resposta, este grupo focou-se no facto de numa categoria (“dois olhos abertos”) existir 40% dos dados e nas outras duas (“olho direito aberto” e “olho esquerdo tapado”) apenas 30% em cada.

Adicionalmente, o G4 mencionou que as duas variáveis estão relacionadas, mas não explicou a relação que encontram: “A utilização da mão dominante influencia o tempo de reação”. Não ficou, assim, evidente o tipo de relação que o grupo encontrou. Há ainda o caso do G7 que referiu existir uma relação entre as duas variáveis, mas não se conseguiu discernir como os estudantes chegaram a essa conclusão através da análise dos dados que apresentaram, porque não a fundamentaram com o observado na representação gráfica ou com medidas estatísticas.

Apesar de nenhum grupo ter identificado este problema, alerta-se, ainda, para uma oportunidade de melhoria no procedimento de recolha de dados. O facto da turma ser constituída por 48 estudantes fez com o que o procedimento de recolha de dados fosse demorado porque todos tinham de executar o procedimento descrito na tabela 2, de modo a produzirem-se dados para todas as variáveis indicadas na tabela 4. Esse número elevado de estudantes também levou

a que algumas variáveis de controlo não fossem mantidas constantes durante as experiências, o que pode ter influenciado os dados. Por exemplo, estudantes com diferentes alturas avaliaram o tempo de reação da mão dominante/ não dominante. Por essa razão, e após reflexão, numa nova aplicação da proposta de trabalho será sugerido aos estudantes que a recolha de dados seja realizada apenas intra-grupo, mas com um número mais elevado de ensaios por pessoa.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Neste trabalho, os estudantes em formação inicial de professores realizaram uma investigação estatística sobre a reação do corpo humano à queda de uma régua, através da avaliação do tempo de reação, tendo em conta diferentes variáveis. O contexto dos atos voluntários do sistema nervoso revelou-se favorável para a identificação de questões de investigação, como fica evidenciado pelas 11 questões de colocadas pelos diferentes grupos de trabalho (tabela 3). Também facilitou a identificação de variáveis que permitiram mobilizar o conhecimento dos futuros professores em estatística (tabela 4), com o apoio da representação de dados através do *software* CODAP®. As questões de investigação sobre a reação do organismo à queda de uma régua (tabela 3) podem eventualmente servir de inspiração para outros professores que pretendam mobilizar esta proposta de trabalho.

O envolvimento dos futuros professores numa investigação estatística com um contexto das ciências naturais proporcionou que reconhecessem com maior facilidade os obstáculos e as dificuldades da análise de dados e da resposta à questão de investigação, inerentes a este processo. Isso foi evidente quando iniciaram o processo de recolha de dados num documento partilhado porque perceberam que era necessária uma maior clarificação de algumas variáveis independentes para que todos os estudantes as interpretassem da mesma forma. Alguns grupos também reconheceram que os dados recolhidos podiam estar enviesados devido a incorreções no procedimento realizado. A experiência que estes estudantes tiveram na concretização das fases de uma investigação estatística pode ter contribuído para a sua compreensão do processo estatístico, o que os poderá auxiliar a apoiar e a orientar os seus futuros alunos em processos semelhantes, conforme sugerido por Franklin *et al.* (2015).

Realçam-se, também, as mais-valias do uso do *software* CODAP® em investigações estatísticas. Esse *software* trouxe vantagens por ser de acesso livre e gratuito, facilitar a partilha de ficheiros entre os estudantes e os docentes e poder ser traduzido para português. Adicionalmente, por ser um *software* que os estudantes já tinham experienciado em diferentes aulas de EP, o trabalho de análise dos dados realizado por cada grupo foi mais eficaz, tendo-se notado que criaram os gráficos com facilidade. Isso contribuiu para se focarem na análise dos dados e na procura de relações entre as variáveis, sendo esse o objeto de análise deste relato.

No que diz respeito à definição da questão de investigação, foi dada liberdade aos grupos para a criarem, recebendo apoio dos docentes sempre que o solicitaram. Contudo, algumas questões colocadas evidenciam algumas oportunidades de melhoria, essencialmente na clareza da variável independente, na definição dos participantes ou na concretização do processo de recolha de dados. Nesse sentido, uma implicação que decorre deste trabalho e que será aplicada numa nova concretização do mesmo é a introdução de um momento, com todos os estudantes da turma, em que cada grupo terá de apresentar e discutir a sua questão de investigação. Desse modo, poderão receber *feedback* dos restantes grupos e dos docentes, antes de avançarem para

as restantes etapas da investigação estatística. Essa discussão poderá trazer também benefícios para a identificação clara das variáveis envolvidas.

Os resultados desta implementação sugerem também que alguns futuros professores precisam de mais experiência na aferição da existência, ou não, de relações entre variáveis, principalmente no momento da conclusão de uma investigação estatística a partir dos dados recolhidos. Essas dificuldades poderão eventualmente ser ultrapassadas com outras tarefas de análise de dados, em contextos significativos para os futuros professores.

Quanto à criação da proposta de trabalho interdisciplinar em colaboração, e à sua implementação em codocência, reforça-se a percepção, resultante de propostas de trabalho anteriores (Cavadas *et al.*, 2020; Cavadas & Santos, 2022), que foi uma mais-valia, por várias razões. Uma delas é a discussão interdisciplinar subjacente à organização e criação da proposta de trabalho, que originou um guião com tarefas que concorreram de modo mais eficaz para a consecução dos objetivos de aprendizagem das duas unidades curriculares. Mais uma vez se constatou que a organização de um guião foi fundamental, quer no momento de preparação da proposta de trabalho interdisciplinar, quer na gestão das diferentes tarefas e atividades dos estudantes realizadas presencialmente na aula e em ambiente digital. Outra vantagem resultante da lecionação em codocência foi cada professor ter-se ocupado de diferentes tarefas, o que tornou a aula mais dinâmica e aumentou as oportunidades de *feedback* aos estudantes.

Como limitações refere-se o tempo. É uma atividade demorada, cuja sequência didática necessita de pelo menos quatro horas para ser implementada. A recolha de dados de todos os elementos da turma foi morosa, o que causou a resolução rápida de algumas tarefas que necessitariam de mais tempo para serem concretizadas. Por essa razão, numa próxima aplicação da mesma proposta de trabalho, será experimentada a recolha de dados sobre o tempo de reação apenas intra-grupo, mas com um número de ensaios maior.

## REFERÊNCIAS

- Aguayo, M. (2014, 18 December). Reflex arc demonstrated. In *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Reflex\\_arc#/media/File:Imgnotra%C3%A7at\\_arc\\_reflex\\_eng.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Reflex_arc#/media/File:Imgnotra%C3%A7at_arc_reflex_eng.svg)
- Alvarenga, K.B., & Domingos, A. (2021). Conexões entre neuroeducação e formação de professores. *Revista Internacional de Formação de Professores*, 6, e021018, 1-24. [https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/45005301/conexes\\_entre\\_neuroeducacao\\_e\\_formao\\_de\\_professores\\_2.pdf](https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/45005301/conexes_entre_neuroeducacao_e_formao_de_professores_2.pdf)
- American Statistical Association. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education: College report*. American Statistical Association.
- Ben-Zvi, D. (2000). Toward understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1-2), 127-155.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P.V., Powell, J.C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. A report prepared for the Office of Science Education*, National Institutes of Health. BSCS. [https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs\\_5e\\_full\\_report.pdf](https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf)
- Canavarro, A.P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, M.J., Correia, P., Marques, P.M., & Espadeiro, R.G. (2021). *Aprendizagens Essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 1º ao 9º ano. 1º ao 3º Ciclo do Ensino Básico. Matemática*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

- Casey, S.A., Harrison, T., & Hudson, R. (2021). Characteristics of statistical investigations tasks created by preservice teachers. *Investigations in Mathematics Learning*, 13(4), 303–322. <https://doi.org/10.1080/19477503.2021.1990659>
- Cavadas, B., & Santos, R. (2022). CreativeLab\_Sci&Math | Um estudo na formação inicial de professores sobre estatísticas da alimentação. *APeDuC Revista*, 3(1), 43-62.
- Cavadas, B., Correia, M., Mestrinho, N., & Santos, R. (2019). CreativeLab\_Sci&Math | Work dynamics and pedagogical integration in science and mathematics. *Interações*, 15(50), 6-22. <https://doi.org/10.25755/int.18786>
- Cavadas, B., Santos, R., & Sacramento, S. (2020). CreativeLab\_Sci&Math | Estatísticas da frequência cardíaca. *APeDuC Revista*, 1(2), 159-174
- Ching, F.N.Y., So, W.W.M., Lo, S.K., Wong, S.W.H. (2020). Preservice teachers' neuroscience literacy and perceptions of neuroscience in education: Implications for teacher education. *Trends in Neuroscience and Education*, 21:100144. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2020.100144>
- Clark, M. A., Choi, J., & Douglas, M. (2020). *Biology 2e*. Open Stax. <https://openstax.org/details/books/biology-2e>
- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common Core State Standards for Mathematics. Common Core State Standards (College- and Career-Readiness Standards and K–12 Standards in English Language Arts and Math)*. National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers. [www.corestandards.org](http://www.corestandards.org)
- Damopolii, I., Nunaki, J.H., Wiranto, W., & Paiki, F.F. (2023). The effectiveness of human nervous system comic as an alternative for online learning during Covid-19. *AIP Conference Proceedings*, 2540, 020001. <https://doi.org/10.1063/5.0105777>
- Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho. *Diário da República*, 1.ª série, n.º 129, 6 de julho de 2018, pp. 2828-2943.
- Dierdorp, A., Bakker, A., Eijkelhof, H., & Maanen, J. (2011). Authentic practices as contexts for learning to draw inferences beyond correlated data. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1-2), 132-151. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.538294>
- Franklin, C., Bargagliotti, A., Case, C., Kader, G., Scheaffer, R., & Spangler, D. (2015). *The statistical education of teachers*. American Statistical Association. <https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/EDU-SET.pdf>
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines and Assessment for Instruction in Statistics Education (GAISE) Report: A PreK-12 Curriculum Framework*. American Statistical Association. <http://www.amstat.org/%20education/gaise>
- Friend, M., Cook, L., Hurley-Chamberlain, D., & Shamberger, C. (2010). Co-Teaching: An Illustration of the Complexity of Collaboration in Special Education. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 20(1), 9-27. <https://doi/10.1080/10474410903535380>
- Frischemeier, D., & Schnell, S. (2023). Statistical investigations in primary school – the role of contextual expectations for data analysis. *Mathematics Education Research Journal*, 35(1), S217–S242. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00396-5>
- Kähkönen, A.L. (2016). *Models of inquiry and the irresistible 6E model*. <http://www.irresistible-project.eu/index.php/pt/blog-pt/168-models-of-inquiry-and-the-irresistible-6e-model>
- Koirala, H.P., & Bowman, J.K. (2003). Preparing middle level preservice teachers to integrate mathematics and science: Problems and possibilities. *School, Science and Mathematics*, 103(3), 145-154. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2003.tb18231.x>
- McHugh, L., Kelly, A.M., & Burghardt, M.D. (2018). Professional development for a middle school mathematics-infused science curriculum. *Journal of Science Teacher Education*, 29(8), 804-828. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1514825>
- Reis, P., & Marques, A.R. (2016). *Investigação e inovação responsáveis em sala de aula. Módulos de ensino IRRESISTIBLE*. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/25812>

- Rodriguez, V. (2013). The human nervous system: A framework for teaching and the teaching brain. *Mind, Brain, and Education*, 7, 2-12. <https://doi.org/10.1111/mbe.12000>
- Silva, F., & Morino, C.R.I. (2012). A importância das neurociências na formação de professores. *Momento*, 21(1), 29-50. <https://periodicos.furg.br/momento/article/download/2478/2195/10314>
- Simões, R.M.A.R. (2018). *As potencialidades da utilização de vídeos, cartazes e apresentações digitais para a aprendizagem dos alunos de ciências naturais do 9º ano do ensino básico, no estudo do sistema neuro-hormonal* [Relatório da Prática de Ensino Supervisionada do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia]. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. <http://hdl.handle.net/10451/35084>
- The Concord Consortium. (s.d.). *Common Online Data Analysis Platform (CODAP)*. <https://codap.concord.org/>
- Watson, J., & Donne, J. (2009). TinkerPlots as a research tool to explore student understanding. *Technology Innovations in Statistics Education*, 3(1). <https://doi.org/10.5070/T531000034>