

CREATIVELAB_SCI&MATH | ESTATÍSTICAS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

CREATIVELAB_SCI&MATH | HEART RATE STATISTICS

CREATIVELAB_SCI&MATH | ESTADÍSTICAS DE LA FRECUENCIA CARDIACA

Bento Cavadas^{1,2}, Raquel Santos¹ & Sara Sacramento^{1,3}

¹ Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

² CeIED / Universidade Lusófona, Portugal

³ Escola Secundária Dr. Augusto César da Silva Ferreira, Portugal

bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt

RESUMO | A atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” foi implementada num contexto interdisciplinar entre as unidades curriculares de Biologia Humana e Saúde e Estatística e Probabilidades do curso de licenciatura em Educação Básica. Participaram nove estudantes, dois docentes da área das Ciências e uma docente da área da Matemática. Este relato apresenta os resultados obtidos pelos estudantes na realização de um conjunto de tarefas interdisciplinares, focadas em análises estatísticas da relação entre diferentes tipos de atividade física com a frequência cardíaca. O feedback da implementação da atividade por parte das estudantes salienta a necessidade de repensar a gestão do tempo, no entanto, os resultados dão ênfase à importância de abordagens interdisciplinares na formação inicial de professores.

PALAVRAS-CHAVE: Biologia humana, Estatística, Formação inicial de professores, Frequência cardíaca, Interdisciplinaridade.

ABSTRACT | The “CreativeLab_Sci&Math: Heart rate statistics” activity was implemented in an interdisciplinary context between the course of Human Biology and Health and Statistics and Probabilities of a teacher education program. Nine students two professors from sciences and one from mathematics, participated in the activity. This report presents the results obtained by students in carrying out a set of interdisciplinary tasks, focused on statistical analysis of the relationship between different types of physical activity with heart rate. The feedback on the implementation of the activity given by the students highlights the need to rethink time management. Nevertheless, results emphasize the importance of interdisciplinary approaches in teacher education programs.

KEYWORDS: Human biology, Statistics, Teacher education programs, Heart rate, Interdisciplinary approach.

RESUMEN | La actividad "CreativeLab_Sci&Math: Estadísticas de la frecuencia cardiaca" se implementó en un contexto interdisciplinar entre las unidades curriculares de Biología Humana y Salud y Estadísticas y Probabilidades del curso de grado de Educación Básica. Participaron nueve estudiantes, dos profesores de Ciencias y un maestro de Matemáticas. Este informe presenta los resultados obtenidos por los estudiantes en la realización de un conjunto de tareas interdisciplinares, centradas en el análisis estadístico de la relación entre los diferentes tipos de actividad física con la frecuencia cardíaca. La evaluación de la implementación de la actividad por parte de los estudiantes resalta la necesidad de repensar la gestión del tiempo; sin embargo, los resultados enfatizan la importancia de los enfoques interdisciplinares en la formación inicial del profesorado.

PALABRAS CLAVE: Biología humana, Estadística, Formación inicial del profesorado, Frecuencia cardiaca, Interdisciplinariedad.

1. INTRODUÇÃO

Esta prática educativa foi desenvolvida no contexto do projeto CreativeLab_Sci&Math, dinamizado pelo Departamento de Matemática e Ciências Naturais da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém (ESE/IPSantarém) (Cavadas & Santos, 2019; Cavadas, Correia et al., 2019). A atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” foi criada por docentes de Ciências e Matemática envolvidos no projeto e implementada no contexto da formação inicial de professores, no 2.º ano do curso de licenciatura em Educação Básica da ESE/IPSantarém. As unidades curriculares (UC) que contribuíram para o contexto interdisciplinar da atividade foram Biologia Humana e Saúde (BHS) e Estatística e Probabilidades (EP). As nove estudantes envolvidas autorizaram a recolha e utilização das suas produções e de outros dados durante a realização da atividade, para efeitos de investigação em educação.

A atividade resulta de um acumular de experiência na sua realização em três anos letivos sucessivos: 2017/18, 2018/19 e 2019/20 (Cavadas & Santos, 2019). Seguindo uma lógica de investigação-ação sobre a própria prática num contexto colaborativo, uma metodologia de melhoria das práticas profissionais já validada em outros estudos (Ponte & Serrazina, 2003; Ponte, 2004), nos anos letivos anteriores os professores aperfeiçoaram a sequência didática, as tarefas e os recursos usados, recolhendo sugestões para a sua melhoria no decorrer da própria implementação, através de notas de campo, do feedback dos estudantes sobre o contributo da atividade para as suas aprendizagens e possíveis aspetos a melhorar. A atividade foi realizada recorrendo à gestão do currículo das duas UC, num contexto de desenvolvimento curricular exercido pelos próprios docentes, uma opção pedagogicamente válida, como defende Roldão (2002, 2005). O Decreto-Lei n.º 55/2018 também traz um grande enfoque nas práticas de trabalho interdisciplinar em diversas secções, o que mostra a relevância da preparação das atuais e futuras gerações de professores quanto a essas dinâmicas de colaboração científica e didática.

O problema que orientou a sequência didática proposta nesta atividade foi o seguinte: “Que relação existe entre a atividade física e a frequência cardíaca?”. Para dar resposta a esse problema, as estudantes realizaram um conjunto de tarefas organizadas de acordo com alguns dos momentos do modelo de ensino dos 7E: Engage, Explain, Explore, Elaborate, Evaluate, Exchange e Empower (Bybee et al., 2014; Kähkönen, 2016; Reis & Marques, 2016). O objetivo da atividade foi fomentar a aprendizagem das estudantes sobre a variação da frequência cardíaca com o tipo de exercício físico, num contexto interdisciplinar, com a Matemática, que envolveu análises estatísticas de dados recolhidos sobre essas duas variáveis.

Através deste trabalho pretende-se, ainda, recolher contributos que permitam sustentar a formação inicial dos professores em contextos interdisciplinares, identificando os benefícios que resultam para a sua aprendizagem da realização de tarefas que integram as Ciências com a Matemática. Por essa razão, no final da atividade as estudantes foram questionadas quanto às perceções do impacto da atividade interdisciplinar na sua aprendizagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

No que diz respeito aos temas específicos abordados na atividade, algumas investigações evidenciaram que há problemas de aprendizagem dos alunos dos níveis iniciais de ensino quanto aos processos fisiológicos do sistema cardiovascular (Galagovsky & Edelsztejn, 2018; Lagarto,

2011). De facto, a experiência de supervisão de estágios em contexto de 2.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) mostra empiricamente que, quanto ao trabalho dos professores estagiários, estruturar tarefas para uma aprendizagem efetiva da anatomia do sistema cardiovascular pelos alunos do ensino básico não traz problemas de maior, mas o mesmo não ocorre quanto às tarefas associadas a processos fisiológicos do sistema cardiovascular. Conscientes desta lacuna, tem sido dada grande atenção na leção da UC de BHS aos processos fisiológicos do sistema cardiovascular, como o ciclo cardíaco e a relação entre a frequência cardíaca e o exercício físico.

Este tema de BHS serviu de contexto à investigação estatística realizada pelas estudantes. Colocar os estudantes a realizar investigações estatísticas completas, nas quais passam pela recolha de dados até alcançarem uma conclusão baseada nos mesmos, é fulcral no ensino da Estatística (Santos, 2014). De acordo com Franklin et al. (2007), através da utilização de dados reais, a interpretação e análise dos dados depende e faz sentido dentro do contexto em que foram recolhidos. Vários autores evidenciam também que a manipulação de dados é uma competência importante para qualquer cidadão, ainda que os alunos apresentem dificuldades (Monteiro et al., 2010). Há recursos digitais, como o software TinkerPlots® elaborados com o intuito de serem ferramentas para os alunos, desde os nove anos de idade, desenvolverem estratégias de recolha e manipulação de dados, de modo interativo e intuitivo (Konold & Miller, 2005). O modo como os gráficos são construídos com esta ferramenta torna menos provável que se desorientem com o aumento de abstração porque podem construir o conhecimento a partir do que já sabem (Konold, 2002). Este software desenvolve, assim, a capacidade de elaborar representações gráficas, o que pode fomentar a capacidade visual, o raciocínio sobre os dados e a compreensão de conceitos estatísticos. Vários estudos com o TinkerPlots® mostram a sua utilidade no desenvolvimento do conhecimento conceptual de alunos de diferentes níveis de ensino (Ben-Zvi, Makar, Bakker & Aridor, 2011; Prodromou, 2011; Watson et al., 2011). O uso desse software com professores e futuros professores trouxe também benefícios notórios para o desenvolvimento do seu conhecimento de conceitos estatísticos (Meletiou-Mavrotheris, Papparistodemou, & Stylianou, 2009; Monteiro, Asseker, Carvalho & Campos, 2010). Assim, na UC de EP tem-se dado destaque às várias etapas da investigação estatística, fazendo recurso de diferentes softwares, como o TinkerPlots®, para possibilitar a compreensão visual e intuitiva de alguns conceitos estatísticos, usando dados reais, em contexto.

Tendo em conta as ideias anteriores, os docentes de BHS e EP criaram e implementaram uma atividade que concorresse para os objetivos de aprendizagem das duas UC. A abordagem que orientou a criação e a implementação da atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” assenta, essencialmente, na sua sequenciação didática em conformidade com seis dos sete momentos do modelo de ensino dos 7E (Engage, Explain, Explore, Elaborate, Evaluate, Exchange) e de acordo com uma estratégia *Problem-Based Learning* (PBL). Enquanto esse modelo de ensino, como o próprio nome indica, apresenta uma abordagem para o professor organizar o seu trabalho, o PBL foca a aprendizagem na ação dos alunos, tornando-os complementares e com benefícios quer para o trabalho dos docentes, quer para o trabalho dos estudantes.

O modelo dos 5E, uma versão simplificada do modelo de ensino dos 7E, foi criado no enquadramento da instituição *Biological Science Curriculum Studies* (Bybee et al., 2006). Posteriormente, um dos seus autores, Bybee (2014), numa reflexão sobre o modelo recomendou que: deve ser aplicado numa sequência de lições com algum prolongamento no tempo, nenhum dos momentos de ensino deve ser omitido, os momentos de ensino não devem sofrer trocas

entre si, mas podem ser repetidos numa sequência didática, o momento de avaliação deve continuar no final da sequência didática, mas podem existir momentos de avaliação contínua durante a mesma. Há, pelo menos, um estudo que mostra a eficácia do modelo de ensino dos 5E para o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos com recurso ao sistema circulatório (Rahayu, Antika & Nizkon, 2019).

Nesta atividade, foi seguida uma abordagem do tipo PBL, caracterizada pelo seguinte princípio principal: “The main principle of PBL is based on maximizing learning through investigation, explanation, and resolution by starting from real and meaningful problems. Therefore, PBL is the art of problem solving” (Oguz-Unver & Arabacioglu, 2014, pp. 121-122). Portanto, o PBL foca-se na construção do conhecimento através da resolução de problemas reais e significativos através de um processo investigativo. Do princípio anterior também decorre que a estratégia PBL pressupõe que o aluno necessita de conhecimento e capacidades prévias para abordar o problema que é colocado. O PBL pressupõe a abordagem a problemas reais, pelo que o aluno precisa de ter uma visão interdisciplinar e recorrer a múltiplas perspetivas para compreender a complexidade do problema de modo a identificar soluções robustas (Oguz-Unver & Arabacioglu, 2014). Devido à abordagem PBL estar associada a um nível mais elevado de complexidade, Oguz-Unver e Arabacioglu (2014) recomendam o PBL para os níveis mais avançados, enquanto referem que o IBL pode ser aplicado em todos os níveis educativos, mas especialmente nos iniciais. Pelas razões anteriores, os autores deste trabalho classificaram a abordagem usada na presente atividade como PBL, na medida em que parte de um problema real, que deve ser resolvido recorrendo a uma sequência investigativa, num contexto de recolha de informação interdisciplinar, em que os estudantes necessitam de conhecimentos científicos e capacidades previamente adquiridas para abordarem o problema.

De facto, um dos aspetos inovadores deste trabalho, é o seu contexto interdisciplinar. As práticas interdisciplinares são vantajosas porque as perspetivas das diferentes disciplinas são integradas de modo a produzir uma compreensão mais aprofundada dos problemas em estudo (Greef, Post, Vink & Wenting, 2017). No entanto, os professores em formação inicial têm poucas experiências interdisciplinares entre a Matemática e as Ciências enquanto estudantes, mas possuem a consciência que este tipo de integração deve ocorrer nas escolas (Frykholm & Glasson, 2005). Por essa razão, atividades como a apresentada neste trabalho são importantes na formação inicial de professores porque, como defendem Koirala e Bowman (2003), é importante que os futuros professores vivenciem essas práticas na sua formação inicial para a integração em Ciências e Matemática ter sucesso, nomeadamente nos níveis intermédios de ensino.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A atividade foi planificada colaborativamente pelos docentes de BHS e EP e organizada num guião, para estruturar a sequência didática e orientar o trabalho autónomo das estudantes. O guião foi também usado como instrumento de recolha de dados das suas produções. Devido a restrições de tempo, foi implementada numa aula de quatro horas e em *co-teaching* pelos docentes de BHS e EP, na modalidade de ensino em equipa (Friend, Cook, Hurley-Chamberlain & Shamberger, 2010). Participaram na atividade nove estudantes do sexo feminino, cujo intervalo de idades variava de 19 a 23 anos. Destas, apenas setes responderam ao questionário de avaliação final (identificadas de A1 a A7). As estudantes foram organizadas em três grupos de trabalho (G1, G2 e G3). Quanto aos recursos, para além do guião, usaram-se *smartphones* com

aplicações com a capacidade de leitura da frequência cardíaca e computadores portáteis com o software TinkerPlots®. A atividade foi implementada num ambiente educativo inovador, o CreativeLab_Sci&Math®.

Os objetivos de aprendizagem estipulados para a atividade foram: a) explicar fisiologicamente a variação da frequência cardíaca com o tipo de exercício físico; b) caracterizar a variação da frequência cardíaca em repouso e em atividade física; c) comparar e analisar distribuições com os dados recolhidos; d) estabelecer relações entre as diferentes variáveis envolvidas; e e) desenvolver competências de utilização do software TinkerPlots® na análise dinâmica de dados. Nas próximas subsecções, apresentam-se as tarefas organizadas de acordo com seis momentos do modelo de ensino dos 7E.

3.1 Engage. A frequência cardíaca

Este momento de envolvimento inicial das estudantes com a atividade iniciou-se com uma explicação sobre a influência dos sistemas nervoso e endócrino sobre a frequência cardíaca, com o apoio de esquemas desses processos. Concluiu-se com a medição da frequência cardíaca em repouso (P0), utilizando diferentes estratégias, no pulso, sobre o coração (a), no pescoço (b) ou com uma aplicação para *smartphone* (c), como por exemplo a *HeartRateFree* (Figura 1).

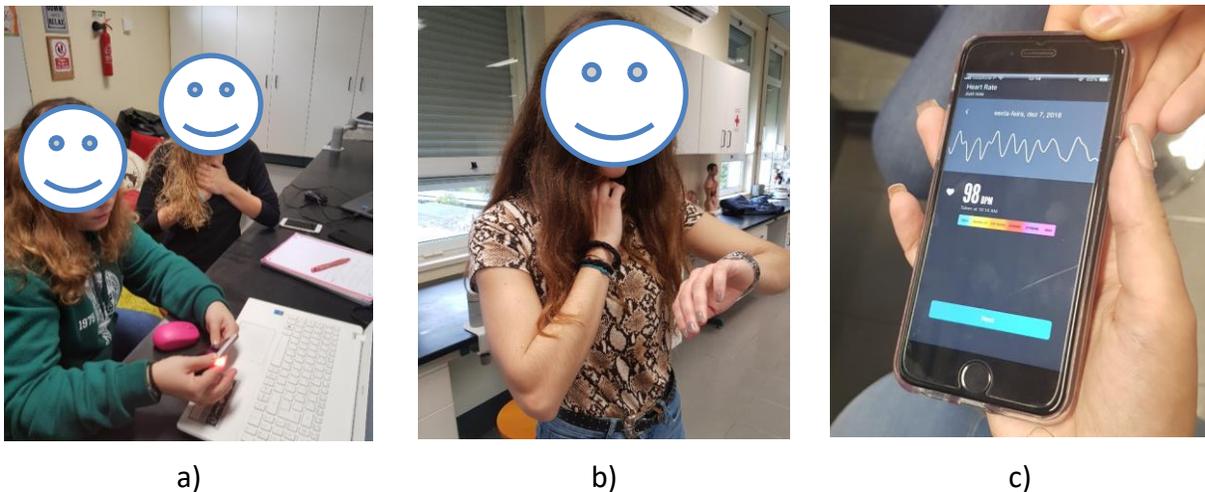


Figura 1 Processos de medição da frequência cardíaca sobre o coração (a), no pescoço (b) e com uma aplicação (c).

3.2 Explore 1. Planificação da investigação

No momento “Explore 1”, através da colocação de diferentes questões, as estudantes refletiram e apresentaram os seus conhecimentos prévios sobre as variáveis que podem influenciar a frequência cardíaca. Conceberam, igualmente, algumas previsões sobre as variáveis que pensavam influenciar a frequência cardíaca e se esta depende do tipo de exercício, do nível de atividade e da idade. Este momento terminou com a planificação de uma investigação estatística de modo a responder às questões colocadas. Nesse processo era importante que planeassem diferentes etapas, desde a definição de uma amostra representativa até à análise de dados para obterem uma resposta às questões colocadas.

3.3 Explain. O teste de Ruffier-Dickson

Este curto momento da atividade consistiu na análise do significado dos índices do teste de Ruffier-Dickson: o índice de Ruffier (R) e o índice de Dickson (D), que estimam a adaptação do coração ao esforço e a sua capacidade de recuperação depois do esforço, respetivamente.

3.4 Explore 2. A realização do teste de Ruffier-Dickson

Neste momento, as estudantes iniciaram a recolha de dados. Para o cálculo dos índices de Ruffier e de Dickson, mediram a frequência cardíaca imediatamente após (P1) e passado um minuto (P2) da realização de agachamentos durante 45 segundos (situação A), polichinelos durante um minuto (situação B) e corrida de 60 metros em sprint (situação C) (Figura 2). A corrida foi realizada num corredor interior contíguo ao CreativeLab_Sci&Math®.



Situação A. Agachamentos.



Situação B. Polichinelos



Situação C. Corrida.

Figura 2 Realização de diferentes tipos de atividade física (agachamentos, polichinelos e corrida em sprint).

As estudantes preencheram um ficheiro Excel® com esses dados e calcularam os índices de Ruffier e de Dickson de acordo com as fórmulas respetivas (Figura 3). Estes índices também são conhecidos por teste de Ruffier-Dickson (Sartor et al., 2016).

$$R = \frac{P_0 + P_1 + P_2 - 200}{10}$$

$$D = \frac{P_1 - 70 + 2(P_2 - P_0)}{10}$$

Figura 3 Fórmulas para o cálculo dos índices de Ruffier (R) e de Dickson (D).

Comparando os valores obtidos com os valores indicados nas tabelas 1 e 2, conseguiram identificar o resultado de cada um dos índices.

Tabela 1- Resultados do índice de Ruffier (Domyos, s.d.)

Valor	Resultado
R < 0	Excelente adaptação do coração ao esforço
0 < R < 5	Boa adaptação do coração ao esforço
5 < R < 10	Média adaptação do coração ao esforço
10 < R < 15	Insuficiente adaptação do coração ao esforço
R > 15	Má adaptação do coração ao esforço

Tabela 2- Resultados do índice de Dickson (Domyos, s.d.)

Valor	Resultado
D < 0	Excelente capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
0 < D < 2	Muito boa capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
2 < D < 4	Boa capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
4 < D < 6	Média capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
6 < D < 8	Fraca capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
8 < D < 10	Muito fraca capacidade de recuperação do coração depois de um esforço
D > 10	Péssima capacidade de recuperação do coração depois de um esforço

Cada um dos grupos juntou, ainda, aos dados recolhidos outras informações para cada uma das estudantes, como: idade, altura, IMC, fumador/não fumador e o tipo de atividade (sedentária, ligeira, moderada ou elevada). O ficheiro de dados contém três entradas diferentes para cada estudante porque cada um realizou três tipos de exercícios distintos (A, B e C - Figura 4). No software TinkerPlots® essa informação traduzia-se em três círculos por estudante (Figura 5).

Idade	Altura	IMC	Fumador(a)	Tipo de atividade	P0 Em repouso	P1 Com exercício	P2 Após exercício	Índice de Ruffier (R)	Análise de R	Índice de Dickson (D)	Análise de D	Situação
20	159	21	Não	Sedentária	84	90	65	4	Boa	-2	Excelente	A
20	163	20	Não	Sedentária	92	85	83	6	Média	-0,3	Excelente	A
19	156	21	Não	Sedentária	83	106	76	6,5	Média	2,2	Boa	A
20	159	21	Não	Sedentária	84	98	75	5,7	Média	1	Muito boa	B
20	163	20	Não	Sedentária	92	121	109	12,2	Insuficiente	8,5	muito fraca	B
19	156	21	Não	Sedentária	83	111	93	8,7	Média	6,1	Fraca	B
20	159	21	Não	Sedentária	84	110	83	7,7	Média	3,8	Boa	C
20	163	20	Não	Sedentária	92	107	98	9,7	Média	4,9	Média	C
19	156	21	Não	Sedentária	83	104	91	7,8	Média	5	Média	C
20	166	20	não	moderada	68	80	68	1,6	boa	1	muito boa	A
20	156	22,6	não	sedentária	106	140	116	16,2	má	9	muito fraca	A
20	161	21,6	sim	sedentária	88	92	88	6,8	média	2,2	boa	A
20	166	20	não	moderada	68	80	68	1,6	boa	1	muito boa	B
20	156	22,6	não	sedentária	106	104	114	12,4	insuficiente	5	média	B
20	161	21,6	sim	sedentária	88	136	92	11,6	insuficiente	7,4	fraca	B
20	166	20	não	moderada	68	146	73	8,7	média	8,6	muito fraca	C
20	156	22,6	não	sedentária	92	126	118	13,6	insuficiente	10,8	péssima	C
20	161	21,6	sim	sedentária	87	128	104	11,9	insuficiente	9,2	muito fraca	C
23	172	29,7	não	sedentária	88	108	99	9,5	Média	6	Média	A
22	156	24,7	não	sedentária	74	142	97	11,3	Insuficiente	11,8	Péssima	A
20	160	20,7	não	sedentária	82	117	82	8,1	Média	4,7	Média	A
23	172	29,7	não	sedentária	88	145	108	14,1	Insuficiente	11,5	Péssima	B
22	156	24,7	não	sedentária	74	143	108	12,5	Insuficiente	14,1	Péssima	B
20	160	20,7	não	sedentária	82	113	91	8,6	Média	6,1	Fraca	B
23	172	29,7	não	sedentária	88	148	101	13,7	Insuficiente	10,4	Péssima	C
22	156	24,7	não	sedentária	74	114	96	8,4	Média	8,8	Muito fraca	C
20	160	20,7	não	sedentária	82	120	93	9,5	Média	7,2	Fraca	C

Figura 4 Ficheiro em Excel® com todos os dados das estudantes.

3.5 Exchange. Partilha de dados do teste de Ruffier-Dicskon

Neste momento de partilha, as estudantes submeteram, na plataforma Moodle da UC de EP, os dados de cada um dos grupos num documento Excel®, que foram compilados num único documento e transferidos para um ficheiro de dados no software TinkerPlots®.

3.6 Explore 3. Diferentes tipos de exercício e o teste de Ruffier-Dickson

Este foi o momento da atividade em que cada um dos grupos realizou análises estatísticas dos resultados globais com o software TinkerPlots® (Figura 5).

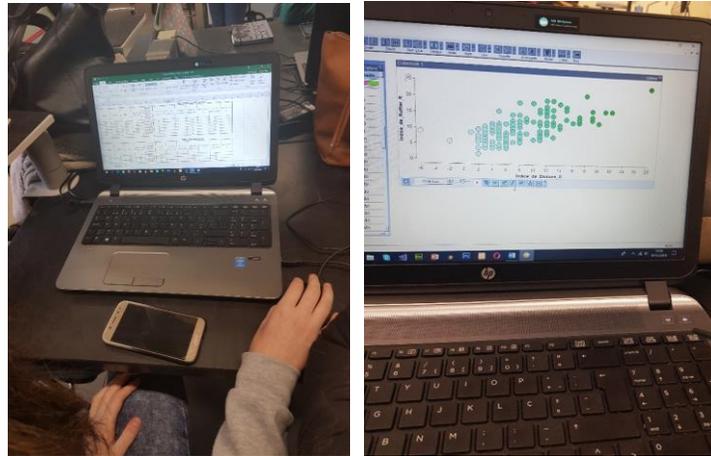


Figura 5 Realização de análise dinâmica de dados com o software TinkerPlots®

Inicialmente, as estudantes foram orientadas para compararem as três frequências cardíacas medidas antes (P0), imediatamente após (P1) e um minuto depois (P2) do exercício. Deviam concluir que, comparando com a frequência em repouso ($P0 \cong 84,4$ batimentos por minuto - bpm), a frequência imediatamente após o exercício (P1) tende a ser 30,89 bpm superior, em média, e a frequência após um minuto do exercício (P2) tende a ser 7,75 bpm superior, em média (Figura 6).

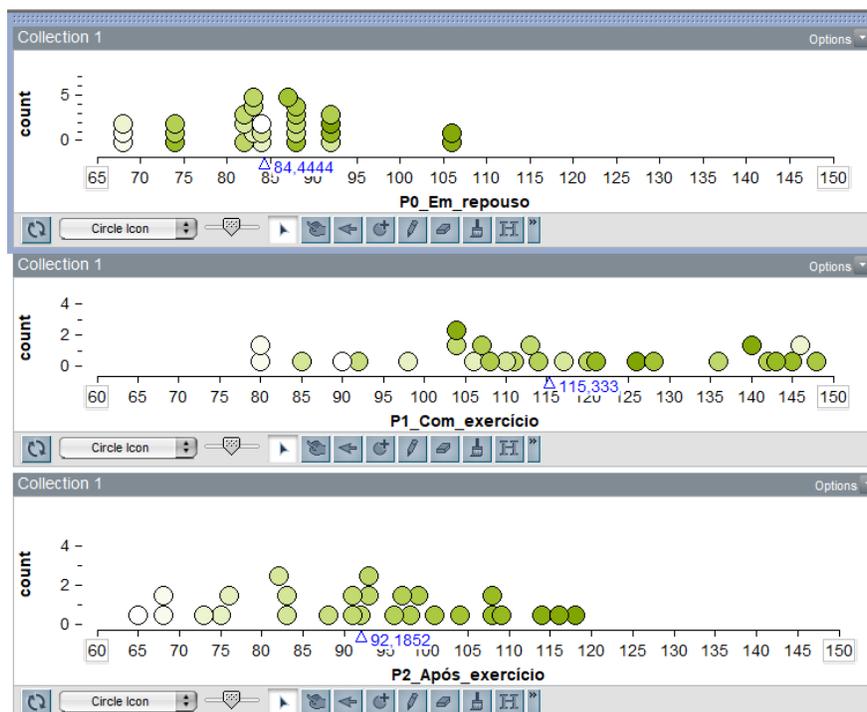


Figura 6 Comparação das três diferentes frequências cardíacas no software TinkerPlots®.

Posteriormente, as estudantes analisaram a influência do tipo de exercício no índice de Ruffier. De acordo com os dados da turma, o tipo de exercício parece influenciar a adaptação do coração ao esforço, sendo que os agachamentos (A; $R \text{ médio} \cong 7,76$) levam a uma melhor adaptação do coração ao esforço do que os polichinelos (B; $R \text{ médio} \cong 9,71$) e a corrida (C; $R \text{ médio} \cong 10,11$) (Figura 7). Estes resultados também foram alcançados por outros grupos de estudantes em aplicações anteriores da atividade (Autores, 2019b). Note-se que, quanto menor o valor de R, melhor é a adaptação do coração ao esforço, portanto, a turma, em geral, tem uma adaptação média do coração ao esforço ($5 < R \text{ médio} \cong 9,2 < 10$).

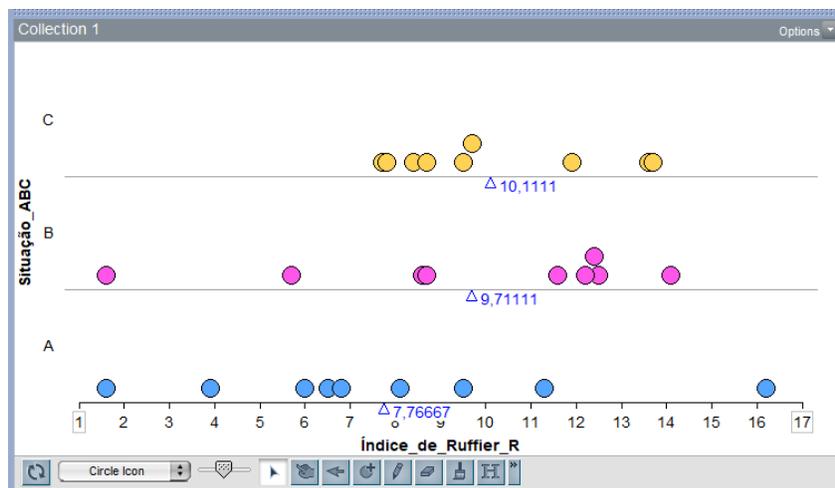


Figura 7 Análise da influência do tipo de exercício no índice de Ruffier no software TinkerPlots®.

De seguida, analisaram a influência do tipo de exercício no índice de Dickson. Nesse caso, o tipo de exercício parece influenciar a recuperação do coração depois de um esforço, sendo que os agachamentos (A; $D \text{ médio} \cong 3,86$) levam a uma melhor recuperação do coração ao esforço do que os polichinelos (B; $D \text{ médio} \cong 6,74$) e a corrida (C; $D \text{ médio} \cong 7,63$) (Figura 8). Como quanto maior o valor D, pior é a recuperação depois de um esforço, pode-se concluir que a turma, em geral, tem uma recuperação fraca do coração depois do esforço ($6 < D \text{ médio} \cong 6,08 < 8$).

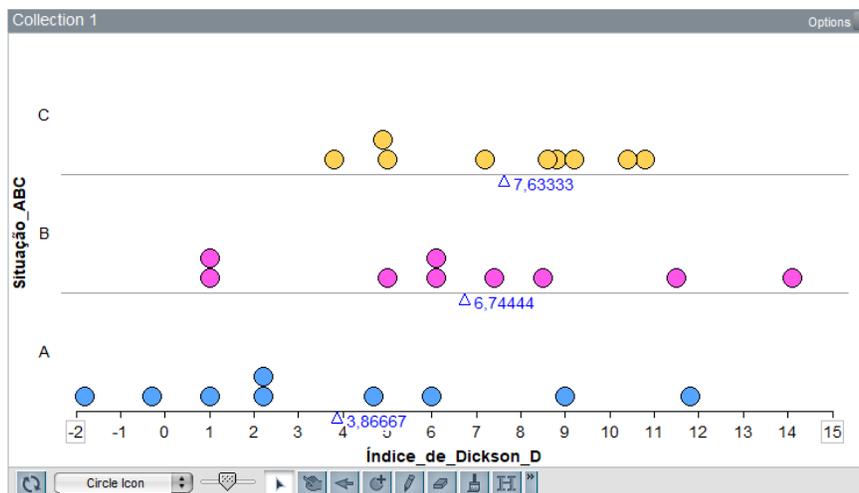


Figura 8 Análise da influência do tipo de exercício no índice de Dickson no software TinkerPlots®.

Nesta fase da atividade, as estudantes investigaram a relação entre os dois índices em estudo. A representação (Figura 9) mostra existir uma relação entre os dois índices, levando à conclusão de que quem tem melhor adaptação do coração ao esforço (R) tende a ter também uma melhor recuperação do coração depois de um esforço (D).

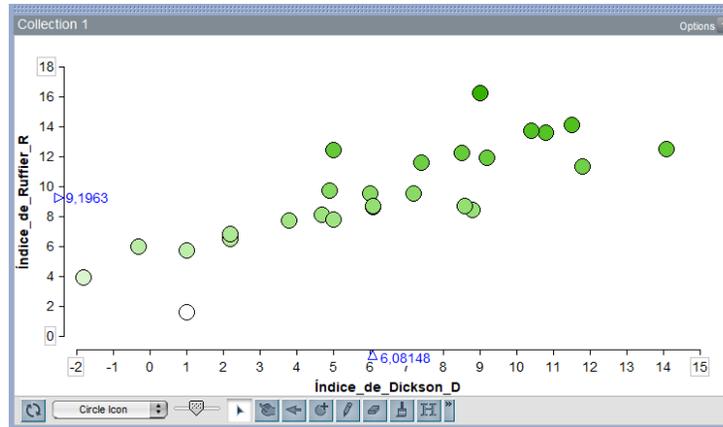
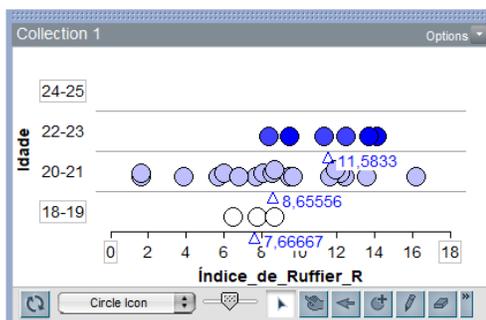


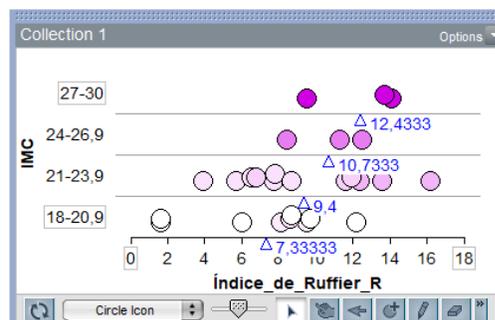
Figura 9 Diagrama de dispersão com os dois índices, de Ruffier e de Dickson no software TinkerPlots®.

Numa última fase da análise estatística dos dados da turma, as estudantes foram orientadas para investigar outras relações entre as suas características e os índices R e D. De seguida, são apresentadas as relações entre os dados, parecendo existir uma influência entre variáveis. Para esta amostra, o índice de Ruffier (R) parece estar relacionado ligeiramente com:

- a idade (pessoas com mais idade tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10a);
- o IMC (pessoas com maior IMC tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10b);
- com o facto de ser fumador (os fumadores tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10c);
- o tipo de atividade (pessoas menos ativas tendem a ter ligeiramente pior adaptação do coração ao esforço) (Figura 10d).



a)



b)



Figura 10 Representações com relações entre o índice de Ruffier e a idade (a), o IMC (b), o facto de ser ou não fumador (c) e o tipo de atividade (d) no software TinkerPlots®.

Quanto ao índice (D), e para esta amostra, parece relacionar-se ligeiramente com:

- a idade (pessoas mais jovens tendem a ter ligeiramente melhor recuperação do coração depois esforço) (Figura 11a);
- a característica de ser fumador (os não fumadores tendem a ter ligeiramente melhor recuperação do coração depois esforço) (Figura 11b);
- o tipo de atividade (pessoas mais ativas tendem a ter ligeiramente melhor recuperação do coração depois esforço) (Figura 11c).

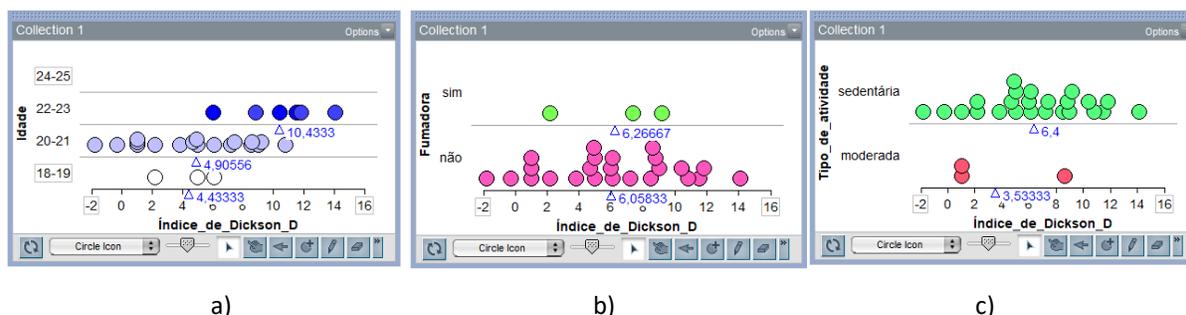


Figura 11 Representações com relações entre o índice de Dickson e a idade (a), o ser ou não fumadora (b) e o tipo de atividade (c) no software TinkerPlots®.

3.7 Evaluate. Comparação com estimativas, conclusão e preenchimento do questionário de avaliação da atividade

O momento “Evaluate” consistiu numa tarefa de comparação das previsões iniciais com os resultados finais. Realizaram, ainda, uma reflexão relativa às aprendizagens que obtiveram acerca da capacidade cardiovascular da turma. Este momento culminou ainda com o preenchimento individual das suas perceções sobre a atividade (grau de satisfação, aprendizagens e aspetos a melhorar), que se apresentam na secção 4.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Nesta secção apresenta-se uma análise das produções das estudantes nas diferentes tarefas da atividade, salientando-se as utilizações corretas e incorretas da informação estatística para formularem conclusões quanto à frequência cardíaca.

Nas previsões que os grupos fizeram quanto às variáveis que influenciam a frequência cardíaca, referiram que a frequência cardíaca pode ser influenciada pelo sistema nervoso (G1), stress (G3), ansiedade (G3), atividade física (G1, G2, G3), idade (G1, G2), peso (G2), altura (G2), sexo (G2), condição física (G2, G3), temperatura (G1), alimentação (G2, G3), consumo de cafeína (G1), consumo de álcool (G3), consumo de tabaco (G3), medicação (G3), doenças pré-existentes (G1, G3) e em situações de perigo (G2, G3). Na comparação das três diferentes frequências cardíacas, todos os grupos compararam corretamente as frequências, utilizando a média de cada como meio de comparação.

Dois grupos (G1 e G2) concluíram que o tipo de exercício parece influenciar a adaptação do coração ao esforço (R) e a sua recuperação depois de um esforço (D), resultados semelhantes aos obtidos na aplicação desta atividade com outros grupos de estudantes (Cavadas & Santos, 2019). Apenas o G2 mencionou que os agachamentos estão associados a índices de Ruffier melhores do que os polichinelos e a corrida. O G1 referiu que, no caso dos agachamentos, a dispersão dos valores desse índice é maior, o que não está diretamente relacionado com melhores valores. Esses dois grupos concluíram ainda sobre o estado geral da turma no caso do índice de Ruffier, ainda que um grupo confunda o termo mediana com média: “Em relação à adaptação do coração ao esforço, a turma apresenta-se com uma adaptação mediana” (G1), focando-se apenas na moda dos valores deste índice. O G3 não identificou uma relação entre o índice de Ruffier e o tipo de exercício, com a argumentação de que os valores são muito dispersos:

O índice de Ruffier não depende do tipo de exercício realizado, mas sim da condição física de cada indivíduo. Através da análise do gráfico, podemos concluir que exceto no exercício C, os valores em A e B do índice de Ruffier encontram-se bastante dispersos, ou seja, no gráfico apresentado observamos resultados desde uma boa adaptação do coração ao esforço, até uma má adaptação do coração ao esforço. (G3)

No caso de índice de Dickson, o G3 adotou a mesma estratégia e não encontrou relação entre esse índice e o tipo de exercício. Já os outros dois grupos mencionaram que os agachamentos estão associados a índices de Dickson melhores do que os polichinelos e a corrida. Todos os grupos afirmaram que quem tem melhor adaptação do coração ao esforço (R) tende a ter uma melhor recuperação do coração depois de um esforço (D).

Relativamente às possíveis relações entre os índices e as características das estudantes, no total das 20 situações apresentadas, existem casos em que o grupo afirmou não existir relação entre duas variáveis, quando parece existir (seis situações no G1, cinco situações no G3), o grupo mencionou existir relação entre duas variáveis, quando esta parece não existir (duas situações no G3) e nos restantes casos o grupo chegou à conclusão correta (duas situações no G1, quatro situações no G2 e uma situação no G3). Relativamente à forma como justificaram a não existência de relações, os grupos tenderam a focar-se em parte dos dados: “Ao observarmos o gráfico do índice de Dickson e do IMC, verificamos que não existe relação entre eles, por exemplo, dois indivíduos com 21 de IMC, um tem -2 de índice de Dickson, e o outro tem 7” (G1).

Em termos de representações utilizadas no software TinkerPlots®, o programa está construído de modo a ser mais intuitiva a construção de gráficos de pontos ou diagramas de dispersão. No entanto, dois dos grupos (G1 e G3) tiveram a tendência de colocar os dados em intervalos, mesmo quando não era necessário, conveniente ou adequado. Por exemplo, um grupo (G1) elaborou gráficos de barras com os dados das três diferentes frequências cardíacas em

intervalos, representação pouco adequada, uma vez que dados em intervalos devem ser apresentados em histogramas (Figura 12).

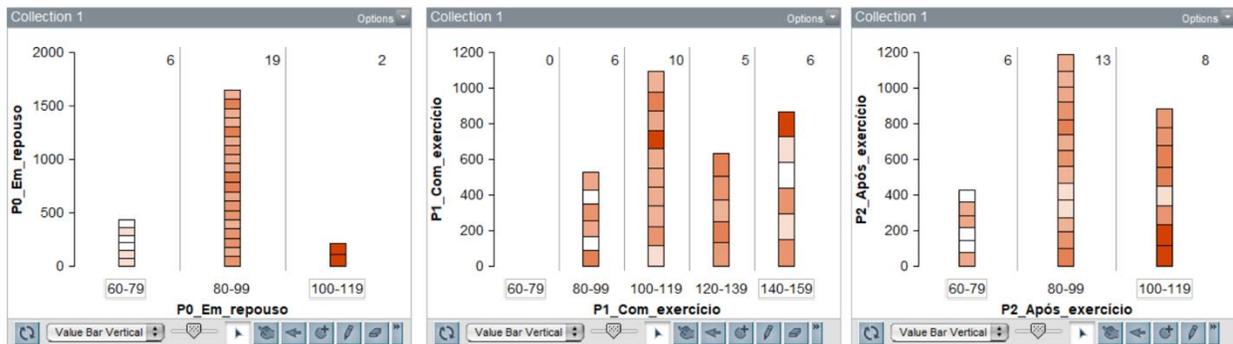


Figura 12 Exemplo de representações realizadas pelo grupo 2 software TinkerPlots®.

No que diz respeito ao estado da saúde cardiovascular da turma, um dos grupos (G1) não apresentou qualquer resposta, um grupo chegou a uma conclusão desadequada: “A maior parte da turma tem um índice de Ruffier e Dickson elevado, ou seja, uma elevada adaptação do coração ao esforço e uma elevada capacidade de recuperação depois de um esforço” (G2), e o outro grupo concluiu corretamente que “a turma apresenta uma capacidade cardiovascular baixa, muito devido ao nosso estilo de vida sedentário” (G3).

Relativamente ao questionário de avaliação que as estudantes preencheram no final da atividade, todas responderam que ficaram “satisfeitas” à questão “Como classifica o seu grau de satisfação em relação à atividade realizada?”. Quanto às suas aprendizagens, evidenciaram que ocorreu uma evolução dos conhecimentos quanto à análise de dados (A2), ao uso do programa TinkerPlots® (A3, A6), às variáveis que influenciam a frequência cardíaca (A1, A2) e ao teste de Ruffier-Dickson (A6). Para isso contribuiu o seu papel ativo (A4), o uso de dados reais (A4) e a integração das duas UC (A5, A6, A7). No que concerne aos aspetos a melhorar, apontaram a gestão de tempo (A2, A3, A5, A6, A7), os métodos de medição de frequência cardíaca (A4) e a inexatidão da recolha de dados (A1).

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

As percepções dos estudantes sobre a sua aprendizagem na atividade “CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca” evidenciam alguns benefícios para os contextos da formação inicial de professores resultantes da integração das Ciências e da Matemática. Um aspeto fulcral da atividade foi o facto de colocar as estudantes com um papel ativo em todas as fases de uma investigação estatística, como preconizado por Santos (2014). Adicionalmente, o uso de dados reais, manipulados e interpretados em contexto, possibilitou às estudantes o desenvolvimento do seu raciocínio estatístico porque os conceitos que trabalharam tinham mais significado. Ainda, nesta atividade, os dados recolhidos foram transformados em gráficos para extrair informação estatística, um uso apropriado da Matemática em contextos de Ciência, de acordo Frykholm e Glasson (2005). No entanto, alguns grupos evidenciaram dificuldades em analisar o conjunto de dados como um todo, focando-se em valores específicos,

em vez de recorrerem a relações estatísticas, uma dificuldade que emergiu também em outros estudantes que aplicaram esta atividade (Cavadas & Santos, 2019).

Quanto às Ciências e ao nível do conhecimento científico, foi evidente que conseguiram caracterizar a variação da frequência cardíaca em repouso e em diferentes tipos de atividade física. Usando os dados recolhidos individualmente e os dados estatísticos coletivos, conseguiram determinar os índices de Ruffier e de Dickson, identificando a forma física individual e coletiva. Esta atividade teve também o benefício de fornecer informação útil para, em outras aulas de BHS, estudarem e compreenderem melhor o processo fisiológico que faz variar a frequência cardíaca com o tipo de exercício físico. Este exercício teve ainda a mais valia de, em alguns casos, alertar para uma má forma física associada a níveis acentuados de sedentarismo.

No que diz respeito ao trabalho dos professores de BHS e EP, esta e outras atividades fomentaram um espírito de colaboração entre docentes de Matemática e de Ciências com o intuito de contribuir para uma melhor formação dos futuros educadores e professores. A conceção da atividade foi demorada, mas os ciclos de investigação sobre a prática realizados em três anos letivos conduziram a melhorias significativas, quer quanto à sequência didática utilizada, quer quanto às tarefas. A implementação da atividade em *co-teaching* é, sem dúvida, um ponto forte porque permite o apoio mais rápido aos estudantes no caso do esclarecimento de dúvidas sobre as tarefas a realizar e o foco em aspetos mais específicos do conteúdo matemático ou das Ciências que poderiam passar despercebidos ao professor de apenas uma das áreas.

Como limitações refere-se o tempo e os recursos educativos digitais. É uma atividade demorada, cuja sequência didática necessita de pelo menos quatro horas para ser implementada. Sugere-se que os dados relativos a informações sobre cada estudante, como o IMC, idade, etc., possam ser recolhidos previamente, para aumentar o tempo disponível para a realização de outras tarefas. Embora o software TinkerPlots® seja uma ferramenta didática útil ao ensino da Estatística, há ainda as desvantagens de não ser de acesso livre nem estar traduzido para português. Ainda assim, no nosso caso, essas desvantagens não foram impeditivas nem dificultaram o trabalho das estudantes.

REFERÊNCIAS

- Ben-Zvi, D., Makar, K., Bakker, A., & Aridor, K. (2011). Children's emergent inferential reasoning about samples in an inquiry-based environment. In M. Pytlak, T. Rowland & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 745-754). ERME. http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/5/CERME_BenZvi-Makar-Bakker-Aridor.pdf
- Bybee, R.W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Personal reflections and contemporary implications. *Science & Children*, 51(8), 10-13. <http://www.sciepub.com/reference/287506>
- Bybee, R.W., J.A. Taylor, A. Gardner, P. Van Scotter, J. CarlsonPowell, A. Westbrook, and N. Landes. (2006). *BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. A report prepared for the Office of Science Education*, National Institutes of Health. BSCS. https://media.bsccs.org/bsccsmw/5es/bsccs_5e_full_report.pdf
- Cavadas, B., & Santos, R. (2019). CreativeLab_Sci&Math: Estatísticas da frequência cardíaca – Relato de uma atividade interdisciplinar em ciências e matemática na formação inicial de professores. In C. Vasconcelos, R. A. Ferreira, C. Calheiros, A. Cardoso, B. Mota & T. Ribeiro (Eds.), *Livro de Resumos: XVIII ENEC | III ISSE. Educação em Ciências: cruzar caminhos, unir saberes* (pp. 157-158). U. Porto Edições.

- Cavadas, B., Correia, M., Mestrinho, N., & Santos, R. (2019). CreativeLab_Sci&Math | Work dynamics and pedagogical integration in science and mathematics. *Interacções*, 15(50), 6-22. <https://doi.org/10.25755/int.18786>
- 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.
- Domyos (s.d.). *Como avaliar a saúde do seu coração*. <https://www.domyos.pt/conselhos/teste-como-avaliar-saude-do-seu-coracao-a-295240>
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education report: A preK-12 curriculum Framework*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/gaise/gaiseprek-12_full.pdf
- 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.org/10.1080/10474410903535380>
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: pedagogical context knowledge for teachers. *School, Science and Mathematics*, 105(3), 127-141. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18047.x>
- Galagovsky, L.R., Edelsztein, V.C. (2018). Obstáculos de aprendizaje en niños de 10-12 años sobre el tema sistema circulatorio humano: una propuesta teórica en base a evidencias. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(2), 283-299. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180020003>
- Greef, L. de, Post, G., Vink, C., & Wenting, L. (2017). *Design Interdisciplinary Education. A practical handbook for university teachers*. Amsterdam University Press.
- 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>
- Konold, C. (2002). Teaching concepts rather than conventions. *New England Journal of Mathematics*, 34(2), 69-81. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_21
- Konold, C., & Miller, C.D. (2005). *TinkerPlots: Dynamic Data Explorations*. Key Curriculum Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_21
- Lagarto, C.R. (2011). *A aprendizagem do sistema circulatório humano no 6º ano de escolaridade do Ensino Básico* (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Educação e Comunicação, Universidade do Algarve, Faro. <http://hdl.handle.net/10400.1/2571>
- Meletiou-Mavrotheris, M.; Paparistodemou, E., & Stylianou, D. (2009). Enhancing statistics instruction in elementary schools: integrating technology in professional development. *The Mathematics Enthusiast*, 6(1), 57-77. <https://scholarworks.umd.edu/tme/vol6/iss1/6>
- Monteiro, C., Asseker, A., Carvalho, L., & Campos, T. (2010). Student teachers developing their knowledge about data handling using TinkerPlots. In C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics*, Ljubljana, Slovenia. International Statistical Institute. https://icots.info/icots/8/cd/pdfs/invited/ICOTS8_3B1_MONTEIRO.pdf
- Oguz-Unver, A., & Arabacioglu, S. (2014). A comparison of inquiry-based learning, problem-based learning and project-based learning in science education. *Academia Journal of Educational Research* 2(7), 120-128. <http://dx.doi.org/10.15413/ajer.2014.0129>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A, Jong, T. de, Riesen, S.A.N. van, Kamp, E.T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Ponte, J.P. (2004). Investigar a nossa própria prática: Uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. In E. Castro & E. Torre (Eds.), *Investigación en educación matemática* (pp. 61-84). Coruña:

Universidade da Coruña. Republicado em 2008, PNA - *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 2(4), 153-180. <http://hdl.handle.net/10481/4372>

- Ponte, J.P., & Serrazina, L. (2003). Professores e formadores investigam a sua própria prática: O papel da colaboração. *Zetetiké*, 11(20), 1-32. <https://doi.org/10.20396/zet.v11i20.8646956>
- Prodromou, T. (2011). Students' emerging inferential reasoning about samples and sampling. In Clark, J., Kissane, B., Musley, J., Spencer, T. & Thornton, S. (Eds.). *Proceedings of the 34th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 640–648). MERGA34. https://www2.merga.net.au/documents/RP_PRODROMOU_MERGA34-AAMT.pdf
- Rahayu, N.N., Antika, R.N., & Nizkon, N. (2019). Module Based on 5e learning cycle to train critical thinking in circulatory system concept. *Journal of Biology Education*, 8(2), 177-184. <https://doi.org/10.15294/jbe.v8i2.30165>
- 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>
- Roldão, M.C. (2002). *Os professores e a gestão do currículo. Perspectivas e práticas em análise*. Porto Editora.
- Roldão, M.C. (2005). *Formação e práticas de gestão curricular. Crenças e equívocos*. ASA Editores.
- Santos, R., Ponte, J.P. (2014). Ensino e aprendizagem de investigações estatísticas: dois estudos de caso com futuras professoras. *Quadrante*, 23(2), 47-68. <http://hdl.handle.net/10451/22630>
- Sartor, F., Bonato, M., Papini, G., Bosio, A., Mohammed, R. A., Bonomi, A-G., Moore, J. P. ... Kukis, H-P. (2016). A 45-second self-test for cardiorespiratory fitness: Heart rate-based estimation in healthy individuals. *PLoS One*, 11(12): e0168154. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168154>
- Watson, J., Beswick, K., Brown, N., Callingham, R., Muir, T. & Wright, S. (2011). *Digging into Australian Data with TinkerPlots*. Objective Learning Materials.