

PENSAMENTO COMPUTACIONAL E ESTATÍSTICA CÍVICA: UMA PERSPETIVA INTEGRADA

Integrating computational thinking and civic statistics: A holistic perspective

Campos, P.

Faculdade de Economia da Universidade do Porto
Instituto Nacional de Estatística, Portugal

Laboratorio de Inteligencia Artificial e Análise de Decisão - LIAAD INESC TEC

Resumo

Este artigo propõe uma reflexão crítica sobre a integração do pensamento computacional e da programação na educação estatística, com um foco na estatística cívica. Tendo como população alvo os estudantes, professores e cidadãos, descreve-se como o ensino de estatística pode promover não só competências técnicas, mas também consciência social e participação informada. Através de práticas pedagógicas baseadas em projetos com dados do mundo real, os estudantes desenvolvem competências para interpretar, comunicar e agir sobre questões sociais relevantes. Por outro lado, os docentes enfrentam o desafio de articular programação, estatística e cidadania num currículo inclusivo. Defende-se uma abordagem integrada, onde a educação estatística forma não apenas analistas, mas cidadãos capazes de pensar criticamente com e sobre os dados.

Palabras clave: *pensamento computacional, estatística cívica, educação estatística, cidadania, projetos com dados reais.*

Abstract

This article proposes a critical reflection on the integration of computational thinking and programming into statistical education, with a focus on civic statistics. Targeting students, teachers, and citizens, it describes how the teaching of statistics can promote not only technical skills but also social awareness and informed participation. Through pedagogical practices based on real-world data projects, students develop the ability to interpret, communicate, and act on socially relevant issues. Meanwhile, educators face the challenge of combining programming, statistics, and citizenship in an inclusive curriculum. An integrated approach is advocated, in which statistical education trains not only analysts but also citizens capable of thinking critically with and about data.

Keywords: *computational thinking, civic statistics, statistical education, citizenship, real-world data projects.*

INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, a cidadania está cada vez mais entrelaçada com os dados. O cidadão não é apenas um consumidor passivo de informações, mas também um produtor ativo de dados, quer através da sua participação em inquéritos, do uso de plataformas digitais ou da partilha de conteúdos nas redes sociais. Esta nova realidade exige uma compreensão crítica da forma como os dados são recolhidos, utilizados e interpretados.

A disponibilização de dados abertos provenientes de organismos públicos, tais como Institutos de Estatística e Agências internacionais (como Nações Unidas e Banco Mundial) e privadas (Amazon, Meta, Google, etc.) tem desempenhado um papel central na promoção de uma ciência mais acessível e participativa. Esta abertura fomenta a emergência de uma ciência cívica, na qual cidadãos, investigadores, jornalistas e organizações da sociedade civil podem colaborar na produção de conhecimento e na monitorização de políticas públicas. Um exemplo inspirador deste tipo de envolvimento é o trabalho de agências como Open Data Watch (<https://opendatawatch.com/>) e o trabalho de jornalistas de dados e ativistas digitais, que utilizam visualizações, investigações baseadas em dados e plataformas tecnológicas para promover a transparência e a justiça social (Local Data Journalism Initiative: <https://miurban.uchicago.edu/opportunities/local-data-journalism-initiative/>). Entre outros exemplos conhecidos destaca-se também o trabalho de Hans Rosling, que procurou combater mitos sobre o mundo com base em dados estatísticos acessíveis e visualmente apelativos (Rosling et al., 2018), etc.

Para que os cidadãos possam participar plenamente na vida democrática, é fundamental que desenvolvam competências para a cidadania digital, que vão além da literacia estatística tradicional. Isto inclui a capacidade de compreender algoritmos, questionar os critérios de decisão automatizada, avaliar os riscos de privacidade e refletir sobre as implicações éticas da inteligência artificial e da vigilância digital.

Num trabalho sobre a importância do uso de microdados com ferramentas computacionais que permitam aos alunos aprofundar a compreensão dos fenómenos reais, Campos (2016) sugere que é importante o conhecimento dos dados, nomeadamente dos metadados, sem os quais é difícil aos alunos explorarem relações mais complexas entre variáveis.

A literacia de dados e a literacia estatística, que se sobrepõem, tornam-se, assim, ferramentas essenciais de capacitação individual e coletiva. Neste contexto, iniciativas como o ISLP (International Statistical Literacy Project: <https://iase-web.org/islp/>) ou a National Numeracy no Reino Unido (<https://www.nationalnumeracy.org.uk/>, Malawi (<https://nnpmalawi.org/>) e Estados Unidos, por exemplo, assim como a National Numeracy Network (<https://www.statlit.org/Schild.htm>), entre outras, têm procurado promover a literacia estatística em todo o mundo, especialmente entre os jovens, desenvolvendo materiais educativos, competições e redes de apoio às comunidades educativas, entre os quais se destacam, no caso do ISLP, a competição internacional de pósteres e o Best Cooperative Project Award (<https://iase-web.org/islp/Competitions.php>).

Do mesmo modo, a iniciativa GIST (Global Network of Institutions for Statistical Training: <https://unstats.un.org/gist/>) procura fortalecer a utilização de dados em políticas públicas e contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), defendendo uma cultura de tomada de decisão baseada em evidência. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável enfatiza a necessidade de fortalecer os sistemas estatísticos e melhorar o acesso a dados fiáveis, oportunos e desagregados. A promoção da literacia estatística e da cidadania baseada em dados é, portanto, um passo essencial para alcançar metas como a educação de qualidade (ODS 4), igualdade de género (ODS 5), e sociedades pacíficas e inclusivas (ODS 16), garantindo que as decisões políticas refletem de forma mais justa e precisa as realidades vividas pelos cidadãos.

Por outro lado, o projeto LEME (Laboratório de Ensino de Matemática Escolar), coordenado por Mauren Porciúncula no Brasil (Porciúncula, 2022), promove o uso de tecnologias digitais e programação em ambientes de aprendizagem ativa. Através de atividades baseadas em dados e uso de software como R, os alunos desenvolvem raciocínio estatístico e competências computacionais em contextos que fazem sentido para as suas realidades culturais e sociais. Este alinhamento com uma aprendizagem significativa e situada (Ausubel, 1968; Lave & Wenger, 1991) mostra como a programação pode ser usada para construir conhecimento estatístico de forma contextualizada. Outro exemplo relevante é o projeto What's Going On in This Graph?, uma colaboração entre a *American*

Statistical Association e o *New York Times* (<https://www.nytimes.com/column/whats-going-on-in-this-graph>), que semanalmente apresenta gráficos reais retirados do jornal para que alunos os interpretem, discutam e comentem online. Embora não exija programação direta, esta atividade envolve processos de abstração, decomposição de informação visual e raciocínio algorítmico, elementos centrais do pensamento computacional (Wing, 2006). A prática recorrente da leitura crítica de dados visuais fortalece a literacia estatística, incentivando os alunos a questionar fontes, contextos e representações gráficas - competências essenciais no atual ecossistema mediático e informacional.

O projeto ProCivicStat (Ridgway, 2022) vai mais além ao defender explicitamente uma educação estatística crítica para a cidadania. Foca-se em temas socialmente relevantes - como desigualdade, migrações ou alterações climáticas - e recorre a dados públicos abertos, análise computacional e visualização interativa. Ao estimular os alunos a explorar problemas complexos com recurso a ferramentas digitais, o ProCivicStat coloca o pensamento computacional ao serviço da consciencialização social e da participação democrática, em consonância com as propostas de Skovsmose (1994) e Weiland e Sundrani (2022).

Todos estes projetos partilham um elemento comum: a promoção de um uso ativo e reflexivo da estatística, em articulação com ferramentas digitais e raciocínio computacional. Ao envolver os alunos na formulação de perguntas, exploração de dados, uso de algoritmos e comunicação de conclusões, estas iniciativas mostram que pensar estatisticamente e computacionalmente são dimensões complementares da literacia de dados contemporânea. Mais do que ensinar técnicas, estes projetos ensinam os alunos a pensar com dados - um objetivo central para uma educação crítica, ética e relevante no século XXI.

Neste trabalho procura-se estabelecer uma ligação entre o pensamento computacional e a literacia estatística, propondo uma abordagem pedagógica que passe por uma reflexão crítica sobre a integração do pensamento computacional e da programação na educação estatística, com um foco na estatística cívica. É proposta uma análise de vários projetos através de uma organização em quatro grupos conforme o objetivo desses projetos: Divulgar, envolvendo projetos que têm como objetivo a divulgação de conteúdos; Participar, que foca em hackathons, com participação ativa de alunos; Interagir, em que é apresentado um exemplo de exposição interativa; e Medir, atividades para medir o uso de pensamento computacional.

O artigo entra-se estruturado da seguinte forma: começa-se por uma abordagem teórica sobre os fundamentos e oportunidades do pensamento computacional e literacia de dados na educação matemática. De seguida é definida a metodologia (baseada em casos de estudo) sendo depois apresentados esses casos de estudo, agrupados em Divulgar, Participar, Interagir e Medir. Termina-se com uma síntese conclusiva e ideias a desenvolver no futuro.

PENSAMENTO COMPUTACIONAL E LITERACIA DE DADOS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: FUNDAMENTOS E OPORTUNIDADES

A integração do pensamento computacional no ensino da matemática oferece um conjunto poderoso de estratégias cognitivas e operacionais que potenciam a compreensão crítica dos dados e dos algoritmos que estruturam o mundo atual. De acordo com Wing (2006), o pensamento computacional implica a formulação de problemas de forma a que as suas soluções possam ser representadas e tratadas por um agente computacional. Na educação matemática, esta abordagem favorece a resolução de problemas complexos, a modelação de fenómenos e a análise de padrões em dados reais - competências essenciais para uma cidadania informada e ativa.

Inspirado em teorias anteriores como a pedagogia construtivista de Piaget (Piaget, 1972) e a aprendizagem situada de Lave e Wenger (1991), o uso de ferramentas digitais e algoritmos no ensino da estatística permite aos alunos construir significados a partir da interação com dados autênticos, em

contextos que lhes são cultural e socialmente relevantes. Neste quadro, a literacia de dados deixa de ser apenas um domínio técnico, passando a ser um instrumento de empoderamento e capacitação social e de compreensão crítica do mundo - alinhado com os princípios da pedagogia crítica de Freire (Freire, 1972), onde aprender é também “ler o mundo”.

Através destas práticas, os alunos não só aplicam conceitos estatísticos e matemáticos em contextos concretos, como desenvolvem um pensamento crítico sobre os fenómenos sociais, o que promove uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) - onde os novos conhecimentos se integram e se relacionam com os saberes prévios e com as experiências vividas. Além disso, ao trabalhar com dados públicos e abertos, os alunos desenvolvem uma consciência ética sobre a proveniência, uso e impacto dos dados, em sintonia com as propostas contemporâneas de uma educação estatística crítica (Skovsmose, 1994; Weiland e Sundrani, 2022), que defende a análise reflexiva dos dados como meio de participação democrática.

O pensamento computacional, na tradição de Wing (2006), pode ser visto como uma evolução natural das competências identificadas por Gal (2002), no contexto de um mundo digital. Ele amplia a literacia estatística em três direções fundamentais, nomeadamente, (i) a Modelação de problemas e processos com dados, que requer compreender estruturas algorítmicas e simulações baseadas em dados; (ii) Crítica à automatização de decisões, associada à capacidade de compreender o funcionamento de algoritmos e de sistemas baseados em inteligência artificial; e, finalmente (iii), Autonomia na manipulação de dados digitais, através de ferramentas como R, Python ou software de visualização, que são hoje parte integrante do envolvimento cívico com informação.

Theobald e Hancock (2019) fizeram um estudo sobre o uso e ensino da estatística nas ciências do ambiente e descrevem uma abordagem baseada na programação, onde se recorre ao ambiente de programação R para proporcionar aos alunos o código necessário para modificar gráficos, resumos de dados e modelos e funções, ao mesmo tempo que os alunos são expostos a alguns conceitos computacionais, como ciclos e declarações condicionais e relacionais. Embora o estudo tenha revelado que alguns alunos recorreram a outros colegas para ajudar a explicar o código, isso permitiu que os estudantes compreendessem melhor a computação estatística necessária para os seus projectos de investigação independentes, o que, de um modo geral, contribuiu para uma melhor compreensão e competências computacionais destes estudantes. Horton e Hardin (2021) estudaram vários artigos sobre o uso de práticas computacionais no ensino da estatística e concluíram que é fundamental que a comunidade redobre os seus esforços para adotar a computação sofisticada no currículo de estatística e ciência dos dados. Ferguson e Pfannkuch (2022), por sua vez, desenvolveram uma tarefa baseada na Web, criada utilizando o pacote R *learnr* para proporcionar um acesso fácil a novos dados para testar modelos de previsão. Essa tarefa permitiu desenvolver novas ideias estatísticas e computacionais relacionadas com a modelação preditiva e as APIs (Application Programming Interfaces).

Quanto à literacia estatística, uma abordagem consistente e sistematizada, nomeadamente nos adultos, foi definida Gal (2002), que propõe que a literacia estatística deve ser entendida como mais do que a capacidade técnica de ler gráficos ou calcular médias. Gal (2002) identifica dois componentes principais. (i) Conhecimentos (*literacy-related knowledge components*), que incluem conhecimento matemático, estatístico, contextual e disposições cognitivas; e (ii) Competências de interpretação (*literacy-related enabling dispositions*), sobre questionar criticamente os dados, interpretar fontes e tomar decisões com base em evidência. Além disso, Gal defende que os cidadãos devem desenvolver responsabilidades em relação ao uso da informação estatística, tanto como consumidores como produtores de dados. No domínio da educação matemática, esta proposta é coerente com a anterior visão da Educação Estatística Crítica proposta por Skovsmose (1994), que procura capacitar os alunos para questionar estruturas sociais através de dados e com a aprendizagem baseada em projetos (*project-based learning*) e ainda a aprendizagem colaborativa (Thomas, 2000), que permite a

modelação de dados reais e simulações computacionais. A abordagem sociocultural da literacia (Street, 1984), segundo a qual ler e interpretar dados é uma prática situada culturalmente, está ligada às realidades dos cidadãos e também está alinhada com estas práticas.

A proposta de Gal (2002) faz ainda mais sentido no contexto atual, caracterizado por dados massivos (big data) e desigualdades digitais, em que a literacia estatística precisa integrar o pensamento computacional e algorítmico para responder aos novos desafios da cidadania. A educação matemática deve, por isso, evoluir para preparar cidadãos não só para ler o mundo com dados, mas para agir sobre ele com consciência computacional e responsabilidade social. Mais recentemente o projeto ProCivicStat (<https://iase-web.org/islp/pcs/>), financiado pelo Erasmus+, permitiu desenvolver um conjunto de modelos e recursos com vista à criação de uma estatística cívica capaz de dar aos cidadãos um forte conhecimento para lidar com as situações do dia a dia (Ridgway, 2022). Na sequência deste projeto foi desenvolvido um mapa conceptual abrangente que delinea as competências necessárias para compreender estatísticas cívicas. Este mapa inclui as seguintes dimensões:

- **Compromisso e Ação:** compreensão do significado social das estatísticas e disposição para agir com base nelas.
- **Conhecimento:** compreensão da Estatística, representações, metodologias e contextos cívicos.
- **Processos Facilitadores:** habilidades em TIC, comunicação e raciocínio quantitativo.

Por seu lado, Schiller e Engel (2023) descrevem uma componente importante da formação dos professores de matemática denominada “Questionamento crítico de declarações baseadas em dados nos media”, que se centra na desconstrução de títulos dos media através da avaliação de afirmações utilizando os dados originais e informações sobre a conceção da investigação. A conceção desta formação baseia-se nos princípios associados ao Statistical Reasoning Learning Environment (de Garfield e Ben-Zvi, 2009).

Esta trilogia permite a interligação entre disposição, o conhecimento e as habilidades tecnológicas (pensamento computacional) para lidar com as estatísticas. Este *framework* serve como guia para o desenvolvimento de currículos que promovam a literacia estatística cívica, preparando os alunos para analisar e interpretar dados relevantes para a sociedade, quer no que respeita aos dados (Teixeira, et al., 2023), quer na organização de planos de aulas (Trostianitser, Teixeira e Campos, 2023), que ligam pensamento computacional com a literacia de dados numa reflexão crítica com dados reais complexos.

Tabela 1

Uma visão integrada das dimensões do pensamento computacional e literacia estatística

Dimensão	Gal (2002)	ProCivicStat (2022)	Literacia Estatística Crítica e Cívica (Weitland + Schield)	Educação Estatística com Práticas e Tecnologia (Theobald+ Hardin, Fergusson+Hancock, Horton, GAISE + SRLE)	Pensamento Estatístico Empírico (Wild & Pfannkuch)	
1	Conhecimento Estatístico	Conceitos Estatísticos básicos como variabilidade, probabilidade, inferência	Estatística aplicada a questões cívicas e sociais	Estatística como ferramenta crítica para entender desigualdades e argumentos mediáticos	Foco no raciocínio estatístico com dados reais e sua evolução ao longo do tempo	Quatro componentes do pensamento estatístico: investigação, variação, crítica e contexto
2	Conhecimento Matemático	Conhecimento matemático de suporte à estatística	Implícito no uso de dados quantitativos	Relação entre matemática, ética e argumentação informát	Matemática aplicada e integrada em ambientes de aprendizagem significativos	Matemática como base para compreender fenómenos empíricos
3	Conhecimento Contextual Cívico	Compreensão do contexto onde os dados se inserem	Ênfase em contextos sociais, políticos, económicos	Ênfase na justiça social, discurso pública e contexto sociopolítico	Contextualização de dados em problemas do quotidiano	Ênfase na investigação com dados em contextos reais
4	Disposições Atitudinais	Curiosidade, attitude crítica, autoconfiança, resiliência	Compromisso cívico e motivação para usar dados criticamente	Postura crítica, julgamento cívico sobre os dados	Curiosidade, colaboração e envolvimento ativo com os dados	Postura reflexiva e questionadora durante o processo
5	Competências de Interpretação	Interpretação de gráficos, tabelas e argumentos com dados	Leitura crítica de representações visuais e estatísticas	Leitura crítica orientada para os impactos sociais e políticos	Visualização e interpretação crítica de dados em contextos autênticos	Avaliação contínua e crítica de resultados e métodos
6	Processos Facilitadores (TIC)	Não abordado diretamente	TIC, comunicação e raciocínio quantitativo	Importância da linguagem, media e ferramentas digitais para o	Tecnologia como ferramenta essencial para análise e ensino	Tecnologia como meio para viabilizar investigação estatísticas
7	Pensamento Computacional	Não incluído	Não incluído diretamente	Não incluído diretamente	Pensamento algorítmico, Programação, Simulações computacionais, construção de modelos e experiências digitais	Uso de ferramentas computacionais como suporte à prática estatística
8	Compromisso Cívico e Ação	Implícito nas disposições críticas	Componente central: ação baseada em dados	Disposição para agir com base na análise crítica de dados	Estatística aplicada à tomada de decisões reais	Estatística como prática social ativa e significativa

A Tabela 1 apresenta, de forma integrada, as várias abordagens introduzidas aqui, ligando a literacia estatística e o pensamento computacional, usando 8 dimensões: Conhecimento Estatístico,

Conhecimento Matemático, Conhecimento Contextual Cívico, Disposições Atitudinais, Competências de Interpretação, Processos Facilitadores (TIC), Pensamento Computacional e Compromisso Cívico e Ação.

METODOLOGIA

Neste trabalho é apresentado um estudo sobre projetos pedagógicos com impacto na promoção e medição da literacia estatística, focando no pensamento computacional com impacto social nos estudantes do ensino secundário ou superior e nos cidadãos em geral. Tendo como base numa metodologia de estudos de casos, são utilizados exemplos concretos de hackathons cívicos, exposições itinerantes e inquéritos que permitam aferir a utilização de pensamento computacional para o ensino e aprendizagem da estatística.

Eventos como *hackathons* e *datathons* proporcionam ambientes colaborativos onde os participantes aplicam pensamento computacional e análise de dados para resolver problemas sociais. Estas experiências práticas reforçam a compreensão dos alunos sobre a aplicação da estatística e do pensamento computacional em contextos reais.

Neste âmbito, considera-se vários casos de estudo, baseados em projetos reais em funcionamento e estruturados da seguinte forma: 1) Divulgação de conteúdos; 2) Participação de utilizadores; 3) Interação dos participantes; 4) Medição das capacidades.

Os exemplos apresentados são os seguintes:

- A. Divulgar: *CivicStatMap*, desenvolvido no âmbito do projeto *ProCivicStat*
- B. Participar: *Hackathons* no âmbito do Eurostat (ESC) e *Poster Competition* (ISLP)
- C. Interagir: *Explorística* no âmbito da exposição interativa.
- D. Medir: COMPUTE e PULSAR.

Análise dos Estudos de Caso

Divulgar: *CivicStatMap e a Aprendizagem Significativa com Dados*

CivicStatMap (<https://rstudio.up.pt/shiny/users/pcs/civicstatmap/>) é uma base de dados de material didático e pedagógico criada no âmbito do *ProCivicStat* para aplicar práticas inovadoras em escolas secundárias e universidades usando dados reais alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como a desigualdade social, a migração, a pobreza ou as alterações climáticas (Trostianitser et al., 2023). O *CivicStatMap* contém planos de aulas com atividades e recursos didáticos com assuntos que motivam os alunos a pensar, estando organizados por língua, tópico estatístico, ferramenta computacional, tema e nível de dificuldade.

Num desses planos de aulas aborda-se o tópico das migrações (ver Figura 1). É usado o software *iNZight* (livre e gratuito) e os dados são do Inquérito Migratório às Famílias, fornecido pelo Banco Mundial (World Data Bank). Contém a análise de alojamentos com 82 variáveis e mais de 3300 registos, embora, para esta aula, apenas 10 das variáveis mais importantes foram selecionadas, tais como cidade de origem, sexo, idade, motivo para deixar o seu país, estado civil, escolaridade, entre outras.

Os alunos têm que responder a perguntas como esta: “Um jornalista argumentou que a maioria dos imigrantes da Nigéria nem sequer terminou o ensino médio”. Concorda com esta afirmação?” A resposta envolve o cálculo dos níveis de educação e outras estatísticas relevantes que mostram o nível de educação dos migrantes nigerianos. Por exemplo, o teste de Qui quadrado pode ser usado para

verificar a relação de independência entre a existência de desastres naturais (uma das razões da migração), a região e o ano.

Outros exemplos podem ser encontrados em Trostianitser et al. (2023), usando mapas que permitem ver, por exemplo, que os desastres naturais ocorrem nos países mais perto da linha do equador. Todas estas atividades são úteis para motivar o uso da estatística para explorar os dados e tirar conclusões em assuntos de interesse claro para a sociedade e sempre com base em ferramentas e software para promoção do pensamento computacional.

Participar: *Hackathons, Datathons e Educação Participativa*

Eventos como *hackathons* e *datathons* são promovidos por entidades várias como a ONU (Organização das Nações Unidas), o Eurostat (Instituto Europeu de Estatística), o ISLP, universidades e Institutos de Estatística. Nestes espaços, os participantes enfrentam problemas abertos relacionados com os ODS e trabalham em equipa para encontrar soluções através da análise de dados, programação e visualização.

A ESC (European Statistical Competition: <https://www.esc2025.eu/>) organizada pelo Eurostat com base numa iniciativa original do INE - Espanha, promove a literacia estatística ao desafiar os alunos a analisar, interpretar e comunicar dados reais de forma crítica e fundamentada e a apresentar o resultado dessa investigação em formato vídeo, artigo ou infografia. Os participantes devem lidar com conjuntos de dados oficiais, compreender variáveis, construir indicadores, aplicar técnicas de análise descritiva e inferencial, e apresentar conclusões com base em evidência empírica. Esta abordagem permite desenvolver competências essenciais como a leitura de gráficos e tabelas, o uso correto de conceitos estatísticos e a formulação de argumentos baseados em dados. Ao trabalhar com dados provenientes de fontes oficiais (como o Eurostat), os alunos aprendem também a avaliar a qualidade, a fiabilidade e o contexto dos dados, um aspeto central da literacia estatística.

A International Poster Competition (IPC) do ISLP - International Statistical Literacy Project (https://iase-web.org/islp/Poster_Competition_2024-2025.php) é uma iniciativa global que convida estudantes a criar *posters estatísticos* baseados em dados reais, com o objetivo de comunicar conclusões sobre temas relevantes para a sociedade. Esta competição que envolve dezenas de milhares de participantes em todo o mundo é uma poderosa iniciativa para promover tanto a literacia estatística como o pensamento computacional, especialmente quando orientada pedagogicamente.

Ambas as iniciativas exigem que os alunos processem volumes de informação com recurso a software de análise de dados (por exemplo, Excel, R, Python ou SPSS), e planeiem as etapas de tratamento e visualização da informação. Para resolver os problemas propostos, os alunos devem decompor tarefas complexas, identificar padrões nos dados, criar modelos ou simulações simples e desenvolver soluções automatizadas ou semi-automatizadas, como gráficos dinâmicos ou relatórios interativos. Esta organização do raciocínio em etapas lógicas e estruturadas, típica do pensamento computacional, é treinada ao longo de toda a competição.

Figura 1

Exemplo de um plano de aula sobre Migrações na Nigéria destinado ao ensino superior; Nota: potencia-se o conhecimento de estatística descritiva, gráficos de média, cálculo de variável quantitativa em função de grupo (variável qualitativa); Fonte: CivicStatMap (Trostianitser et al., 2023)



Promoting Civic Engagement via Exploration of Evidence:
Challenges for Statistics Education



ProCivicStat © - Manual dos Professores, 5.401

Migrantes da Nigéria em Europa

Anna Trostianitser | Iddo Gal
Anna.Trostianitser@gmail.com | iddo@research.haifa.ac.il
 Universidade de Haifa, Israel

Pedro Campos | Sónia Teixeira | Paula Lopes
pcampos@fep.up.pt | soniaacteixeira@gmail.com | rosyfogo09@gmail.com
 Universidade do Porto, Portugal

O quê?	Material didático para conhecer estatística sobre a sociedade: <i>Possíveis razões e consequências da migração para países europeus.</i>
Porquê?	Aprender estatística com dados reais e temas motivadores de grande relevância para a cidadania informada e o envolvimento cívico..
Tópicos estatísticos	Os alunos serão capazes de investigar as noções básicas de estatística, diferentes tipos de variáveis, medidas de localização e dispersão, estatística descritiva e inferência estatística.
Nível	Universitário
Pré-requisitos	Conhecimento de estatística descritiva, gráfico de média, cálculo de variável quantitativa em função de grupo (variável qualitativa)
Ferramentas digitais	iNZight ou Tableau
Recursos necessários	iNZight ou Tableau precisam ser instalados nos PCs.
Tempo de aula	3-5 horas
Comentário adicional	Adequado para trabalho individual / em grupo. A introdução ao software deve ser fornecida anteriormente.

Interagir: Explorística

Porque o contacto direto com os alunos é importante, criou-se a Explorística (exploristica.scl.pt), uma exposição itinerante e interativa promovida pelo Instituto Nacional de Estatística de Portugal (INE) e pela Sociedade Portuguesa de Estatística (SPE), inicialmente com o apoio da Ciência Viva e agora pelo Eurostat, com o objetivo de fomentar a literacia estatística e a numeracia entre os alunos do 3.º ciclo do ensino básico, ensino secundário e primeiros anos do ensino superior. A Explorística visa transmitir conceitos fundamentais de Estatística e Probabilidades de forma prática e experimental, através de 7 módulos que são geralmente apresentados em formato de estações interativas com materiais físicos (dados, caixas de amostragem, jogos) ou digitais (simuladores e ferramentas online).

Por exemplo, no módulo do Submarino, os participantes fazem uma exploração através de uma viagem de submarino num lago onde é preciso recolher exemplares de uma nova espécie de réptil predador que está a fazer desaparecer os peixes. Os participantes pesam, medem e identificam o sexo

e a idade de cada um dos espécimes que capturam (e que depois devolvem à água). Após essa recolha de dados, é explicado como se elabora um diagrama de extremos e quartis. Por último, com base na informação de que já se dispõe, obtida em expedições anteriores que permitiram identificar a existência de 3 habitats diferentes no lago, os alunos são desafiados a descobrir em qual desses habitats estiveram a recolher espécimes, numa lógica de estimação com base na verosimilhança.

Figura 2

Explorística: Imagem do jogo do Submarino em que através de um capacete de realidade virtual, ou consola, os participantes recolhem uma amostra de répteis no fundo de um lago. Fonte: Explorística



O módulo do Dr. Odd, inspirado no jogo Cluedo, é um outro exemplo de como o pensamento computacional e a literacia estatística podem ser promovidos de forma integrada, lúdica e educativa. Neste módulo, os alunos enfrentam um problema complexo - descobrir quem é o criminoso e qual a arma utilizada - a partir de um conjunto de probabilidades conhecidas. A resolução do problema exige a decomposição da tarefa em partes mais simples: identificar os suspeitos, listar as possíveis armas, analisar as probabilidades associadas e calcular, com base nesses dados, qual a combinação mais provável. Esta decomposição é uma competência fundamental do pensamento computacional e uma estratégia cognitiva essencial para abordar problemas estatísticos de forma estruturada.

Além disso, o módulo promove diretamente a literacia estatística ao exigir o uso de conceitos como probabilidades condicionadas, interseções de eventos e diagramas de Venn para representar e compreender relações entre variáveis. Ao resolverem o desafio, os alunos aplicam também a abstração e a modelação estatística, concentrando-se nas variáveis essenciais (arma, suspeito, probabilidade) e deixando de lado detalhes menos relevantes - o que corresponde a um processo de abstração típico do pensamento computacional.

A interação com o jogo digital reforça estas competências, pois implica a compreensão implícita de algoritmos: há entradas (dados sobre as probabilidades), um processo (cálculo e comparação de probabilidades) e uma saída (a identificação do suspeito mais provável). Mesmo sem escreverem código, os alunos exercitam a lógica e a estruturação de processos - capacidades centrais no pensamento computacional. Por fim, o módulo culmina na tomada de uma decisão informada com base em dados e em raciocínio probabilístico, promovendo o pensamento crítico e a capacidade de justificar conclusões estatisticamente fundamentadas.

Medir: *COMPUTE* e *PULSAR*

É muito importante medirmos o pensamento computacional e a sua importância no contexto do ensino da Estatística. O PULSAR (Programming for the Use and Learning of Statistics) é um inquérito

internacional que está a ser concebido para medir a integração do pensamento computacional no ensino da matemática e da estatística, com especial foco em como estas competências são promovidas através do uso de software estatístico e linguagens de programação. Direcionado a professores do ensino básico e secundário, o PULSAR pretende recolher dados em múltiplos contextos culturais e geográficos, incluindo Portugal, Espanha, países da Europa, América Latina (com destaque para o Brasil), Estados Unidos, Paquistão, Nova Zelândia, entre outros.

O objetivo central do PULSAR é compreender como o raciocínio estatístico está a ser desenvolvido nas salas de aula através de ferramentas digitais. Especificamente, pretende-se investigar:

- Que tipos de software estatístico (como GeoGebra, Excel, R, Python, SPSS, etc.) estão a ser utilizados no ensino da estatística;
- De que forma os docentes recorrem a linguagens de programação para apoiar a análise de dados, visualização, simulação ou modelação estatística;
- Como estas práticas estão alinhadas com o desenvolvimento do pensamento computacional, incluindo decomposição, reconhecimento de padrões, abstração, modelação algorítmica e automação.

Este inquérito está fortemente alinhado com os princípios do projeto COMPUTE (Computational Thinking in Statistics Education), promovido pela IASE – International Association for Statistical Education, nomeadamente com os objetivos identificados no COMPUTE: Introducing Computational Thinking into Statistics Education (Legacy et al., 2022). O COMPUTE foi concebido para avaliar três domínios principais: práticas de dados, práticas de simulação e práticas de codificação. Através da análise das respostas de 236 professores, os autores identificaram que a estrutura latente das respostas é melhor representada por um modelo multidimensional correlacionado. Os resultados indicam que, embora haja uma ênfase consistente nas práticas de dados e simulação, a ênfase nas práticas de codificação varia significativamente entre diferentes contextos institucionais. Este estudo destaca a importância de integrar práticas computacionais no currículo de estatística introdutória, refletindo as necessidades da era digital e preparando os alunos para os desafios do mundo real.

Tal como o projeto COMPUTE defende a necessidade de integrar o pensamento computacional no ensino da estatística de forma estruturada e curricular, o PULSAR pretende recolher evidência empírica sobre a forma como esta integração já está (ou não) a acontecer nos diversos sistemas educativos, não se focando apenas no ensino secundário (K12) norte americano. Além disso, o PULSAR quer refletir a diversidade de contextos culturais e curriculares, reconhecendo que as estratégias de ensino e os recursos disponíveis variam substancialmente entre regiões e cultura, e que estas variações influenciam tanto o acesso às ferramentas digitais como a valorização curricular do pensamento computacional. Ao captar esta diversidade, o inquérito poderá fornecer recomendações diferenciadas e apoiar o desenho de linhas orientadoras internacionais para o ensino integrado da estatística e da computação.

CONCLUSÕES E CAMINHOS FUTUROS

A integração do pensamento computacional no ensino da matemática e da estatística oferece estratégias que ampliam a compreensão crítica de dados e algoritmos, essenciais no mundo atual. A abordagem é inspirada em teorias como o construtivismo de Piaget e a aprendizagem situada, defendendo o uso de ferramentas digitais em contextos significativos onde a literacia de dados se

transforma num instrumento de empoderamento e leitura crítica do mundo. A aprendizagem torna-se mais significativa quando se baseia na integração entre novos conhecimentos e experiências prévias.

A utilização de linguagens de programação no ensino da estatística oferece vantagens significativas ao nível pedagógico, cognitivo e social. Em primeiro lugar, permite que os alunos compreendam de forma mais profunda os processos estatísticos, ao programarem passo a passo as operações e algoritmos que sustentam medidas como média, variância ou regressão, promovendo assim uma aprendizagem conceitual mais sólida (Garfield e Ben-Zvi, 2009, Theobald e Hancock, 2019, Fergusson e Pfannkuch, 2022). Além disso, facilita a exploração interativa de dados reais, permitindo a realização de simulações, a visualização dinâmica de padrões e a experimentação de hipóteses em contextos autênticos, o que torna a aprendizagem mais significativa (Ausubel, 1968) e situada (Lave e Wenger, 1991).

A programação também estimula o pensamento computacional, entendido como a capacidade de decompor problemas, reconhecer padrões, abstrair e construir algoritmos (Wing, 2006), competências que se articulam fortemente com o raciocínio estatístico. Por outro lado, ao automatizar tarefas e promover a replicação de análises, as linguagens de programação fomentam práticas fundamentais da literacia de dados e da ciência aberta, como a transparência e a reprodutibilidade (Legacy et al., 2022).

Num plano mais amplo, o uso de programação aproxima o ensino da estatística das exigências do mundo contemporâneo, preparando os alunos para o mercado de trabalho em áreas como ciência de dados, saúde pública ou economia, e reforçando o seu papel como cidadãos críticos e informados (Skovsmose, 1994; Weiland e Sundrani, 2022). Finalmente, ao possibilitar a articulação com outras áreas do saber, as linguagens de programação abrem caminho para abordagens interdisciplinares que valorizam a estatística como uma ferramenta para compreender e transformar o mundo.

Por seu lado, o uso de dados públicos promove também a consciência ética e crítica, em linha com as propostas de uma educação estatística crítica. Existe um movimento crescente e estruturado para integrar o pensamento computacional no ensino da estatística, tanto através de iniciativas educativas já existentes, como a Explorística, a European Statistical Competition (ESC) e a International Poster Competition (IPC), como também por meio de investigação empírica como a que suporta o instrumento COMPUTE, desenvolvido por Legacy et al. (2022) e o projeto PULSAR. Estes instrumentos avaliam até que ponto os docentes de estatística introdutória promovem práticas computacionais, nomeadamente no uso de dados, simulação e codificação, fornecendo uma base rigorosa para diagnosticar e orientar práticas pedagógicas.

Os caminhos futuros sugerem um foco especial nas seguintes áreas:

- Desenvolvimento curricular integrado, onde o pensamento estatístico e computacional são ensinados em conjunto, desde os níveis mais iniciais.
- Formação contínua de professores focada em práticas computacionais aplicadas à estatística e desenvolvimento de competências em linguagens de programação como R e Python.
- Criação de recursos pedagógicos abertos e interativos, adaptados a diferentes níveis de literacia digital.

- Expansão da investigação comparativa internacional, para perceber como fatores culturais, institucionais e tecnológicos influenciam a integração do pensamento computacional no ensino da estatística.
- Avaliação do impacto destas práticas na aprendizagem dos alunos, tanto em termos cognitivos como de preparação para a cidadania baseada em dados.

Este conjunto de iniciativas aponta para uma nova fase na educação estatística, mais conectada com os desafios da era digital e centrada na formação de cidadãos críticos, capazes de pensar e de decidir corretamente para um futuro melhor.

Referencias

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Campos, P. (2016). The use of microdata versus aggregated data in teaching and learning migration statistics. En J. Engel (Ed.), *Promoting understanding of statistics about society. Proceedings of the Roundtable Conference of the International Association of Statistics Education*. IASE.
- Fergusson, A. y Pfannkuch, M. (2022). Introducing high school statistics teachers to predictive modelling and APIs using code-driven tools. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), Article 8. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i2.49>
- Freire, P. (1972). *Pedagogy of the oppressed* [M. B. Ramos, Trans.]. Herder and Herder.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Springer.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x>
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2009). Helping students develop statistical reasoning: Implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, 31(3), 72-77. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2009.00363.x>
- Horton, N. J. y Hardin, J. S. (2021). Integrating computing in the statistics and data science curriculum: Creative structures, novel skills and habits, and ways to teach computational thinking. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(sup1), S1-S3. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1870416>
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Legacy, C. A., Zieffler, A., Fry, E. B. y Le, L. (2022). COMPUTES: Development of an instrument to measure introductory statistics instructors' emphasis on computational practices. *Statistics Education Research Journal*, 21(1), Article 7. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i1.63>
- Piaget, J. (1972). *Psychology and epistemology: Towards a theory of knowledge* (Original work published 1970). Penguin Books.
- Porciúncula, M. P. M. da S. (2022). *Letramento multimídia estatístico – LeME: Projetos de Aprendizagem Estatísticos na Educação Básica e Superior*. Appris.
- Ridgway, J. (2022). Why engage with civic statistics? En J. Ridgway (Ed.), *Statistics for empowerment and social engagement: Teaching civic statistics to develop informed citizens* (pp. 1-13). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20748-8_1
- Rosling, H., Rosling, O. y Rosling Rönnlund, A. (2018). *Factfulness: Ten reasons we're wrong about the world – and why things are better than you think*. Flatiron Books.
- Schild, M. (2004). Information literacy, statistical literacy and data literacy. *IASSIST Quarterly*, 2/3, 6-11.

- Schiller, A. y Engel, J. (2023). Implementing civic statistics in mathematics teacher education. En J. Ridgway (Ed.) *Statistics for empowerment and social engagement: Teaching civic statistics to develop informed citizens*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20748-8_16
- Skovsmose, O. (1994). *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Kluwer Academic Publishers.
- Street, B. V. (1984). *Literacy in theory and practice*. Cambridge University Press.
- Teixeira, S., Campos, P. y Trostianitser, A. (2023), Data sets: Examples and access for civic statistics. En J. Ridgway (Ed.), *Statistics for empowerment and social engagement: Teaching civic statistics to develop informed citizens*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-20748-8>
- Theobald, A. y Hancock, S. (2019). How environmental science graduate students acquire statistical computing skills. *Statistics Education Research Journal*, 18(2), 68–85. <https://doi.org/10.52041/serj.v18i2.141>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation, disponível em: https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- Trostianitser, A Teixeira, S. y Campos, P. (2023). Lesson plan approaches: Tasks that motivate students to think. En J. Ridgway (Ed.), *Statistics for empowerment and social engagement: Teaching civic statistics to develop informed citizens*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-20748-8>
- Weiland, T. y Sundrani, A. (2022). Towards a framework for developing a critical statistical literacy. En S. A. Peters, L. Zapata-Cardona, F. Bonafini y A. Fan (Eds.), *Bridging the gap: Empowering & educating today's learners in statistics. Proceedings of the 11th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS11 2022)*. International Association for Statistical Education.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>