

# Literacia, Raciocínio e Pensamento Estatístico com Robots

Paula Cristina Lopes

Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva

Elsa Fernandes

Universidade da Madeira, UIDEF; IE UL

## Introdução

Informações estatísticas são muitas vezes utilizadas para dar credibilidade a anúncios, argumentos ou conselhos. Ser capaz de avaliar adequadamente esse tipo de informação e tecer reivindicações com base em dados concretos é uma competência importante que todos os alunos deveriam desenvolver como parte integrante do seu currículo.

A Estatística perspectiva-se, tanto em Portugal como internacionalmente (NCTM, 2007), como uma ferramenta para a organização, representação e tratamento de dados relativos a situações reais, que dote os alunos da capacidade de apreciar de forma esclarecida e crítica os seus usos em diversos domínios, nomeadamente na comunicação social. Assim, o seu estudo deverá fornecer ferramentas para criar cidadãos informados capazes de analisar e reagir de uma forma crítica, ponderada e assertiva à informação quantitativa no mundo que os rodeia. No entanto, vários estudos indicam que muitos adultos na nossa sociedade não conseguem “pensar estatisticamente sobre questões importantes que afetam as suas vidas” (Ben-Zvi & Garfield, 2004, p. 3), isto é, não são capazes de compreender e analisar a informação de modo a tomar decisões de uma forma informada, ponderada e argumentada.

Vários investigadores, na área do Ensino da Estatística, defendem que ao planificar o ensino desta temática é necessário criar situações que possibilitem o desenvolvimento da literacia, do raciocínio e do pensamento estatístico.

Este artigo relata uma pequena parte de um estudo que está a ser realizado no âmbito do doutoramento da primeira autora cujo objetivo é compreender de que forma o uso de tecnologias, com especial enfoque nos robots, contribui para que os alunos desenvolvam a literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico e a sua capacidade de resolução de problemas, produzindo significado e incrementando a aprendizagem da Estatística.

## O ensino e a aprendizagem da estatística

Muito se tem investigado sobre o ensino e a aprendizagem da Estatística mas não existe consenso sobre quais são os principais objetivos do ensino e da aprendizagem desta temática. Embora, usualmente, os investigadores os expressem em termos de literacia, raciocínio e pensamento estatístico. Contudo, diferentes investigadores apresentam diferentes definições e fazem diferentes interpretações daquilo que assumimos neste artigo como as três componentes da competência estatística. Neste artigo, discutiremos estas três componentes, com base em autores de referência, tentando explicitar porque as assumimos como componentes da competência estatística.

Segundo Silva (2007), o nível de literacia estatística é dependente do raciocínio e do pensamento estatístico. Por um lado, à medida que um indivíduo apresenta um nível de raciocínio mais avançado e pensa estatisticamente, o seu nível de literacia estatística aumenta. Por outro lado, à medida que o nível de literacia estatística aumenta, o raciocínio e o pensamento estatístico também se tornam mais apurados. Da mesma forma, à medida que um indivíduo apresenta um raciocínio estatístico mais avançado pode desenvolver o seu pensamento estatístico e vice-versa. A literacia, o raciocínio e o pensamento estatístico estão interrelacionadas. Mas, na prática, criar cenários de aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento destas componentes da competência estatística não é uma tarefa simples. É essencial que o professor transforme os conteúdos em temáticas interessantes. Requer deste uma certa dose de criatividade e motivação mas também atualização (Antunes, 2001), para que o que propõe aos seus alunos os motive e impulse para o desenvolvimento da competência estatística.

### A Literacia Estatística

Usualmente, a expressão literacia estatística é utilizada para descrever a capacidade que um indivíduo tem para compreender dados estatísticos. Assim, possuir literacia estatística é fulcral para um cidadão ser capaz de compreender o conteúdo publicado num jornal, na televisão e na Internet, ser ativo e crítico na nossa sociedade.

O termo literacia estatística é descrito por diversos investigadores de formas bastante distintas. Watson (1997), Garfield (1998) e Gal (2000) descrevem-na como uma capacidade, enquanto que Rumsey (2002) apresenta uma visão diferente considerando que para possuir literacia estatística é necessário competência e cidadania estatística, como apresentamos em seguida.

Garfield (1998) descreve a literacia estatística como a capacidade de compreender a linguagem estatística, isto é, utilizar corretamente terminologia, símbolos e termos estatísticos, de interpretar gráficos e tabelas e de compreender informações estatísticas apresentadas nos meios de comunicação social. Na mesma linha, Watson (1997) e Gal (2000) definem a literacia estatística como a capacidade para discutir opiniões, interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas e os argumentos baseados em dados que aparecem em vários contextos, por exemplo, nos meios de comunicação social, na vida profissional ou pessoal, e de as comunicar e tomar decisões informadas. Esta definição é mais abrangente, do que a apresentada por Garfield (1998), uma vez que são considerados

vários contextos onde a informação pode estar apresentada e engloba, além da compreensão da informação, a sua interpretação e avaliação crítica, a comunicação de resultados e a tomada de decisões.

Watson (1997) identifica três etapas de desenvolvimento da literacia estatística. A primeira refere-se ao entendimento básico da terminologia estatística. A segunda implica o entendimento da linguagem estatística e dos conceitos inseridos num contexto de discussão social. A terceira pressupõe que o indivíduo possua atitudes de questionamento com as quais seja capaz de aplicar conceitos mais sofisticados para contradizer alegações que são feitas sem fundamentação estatística apropriada.

Rumsey (2002) considera que ter literacia estatística implica possuir competência estatística e cidadania estatística. Distingue competência estatística de cidadania estatística, considerando a competência estatística como as bases, em termos de conteúdos, que estão subjacentes ao pensamento e ao raciocínio estatístico e a cidadania estatística como a capacidade para atuar como uma pessoa educada na era da informação. Considera que um aluno possui competência estatística quando: tem consciência sobre os dados, sobre os processos de recolha de dados e sobre a geração de estatísticas descritivas; entende os conceitos básicos de estatística e a sua terminologia; é capaz de interpretar para descrever o que o resultado significa para o contexto do problema e de comunicar para explicar os resultados a outrem. Assim, se um indivíduo é capaz de atuar como um membro educado na sociedade atual e é capaz de entender os termos, as ideias e as técnicas estatísticas, então possui literacia estatística.

A nossa interpretação de competência estatística difere da de Rumsey (2002) uma vez que este considera competência estatística como as capacidades que estão subjacentes à literacia estatística. Para nós, a competência estatística é algo mais abrangente e engloba possuir literacia, raciocínio e pensamento estatístico.

Campos (2007) distingue a capacidade de interpretar em estatística da capacidade de comunicar em estatística. Segundo o autor, a capacidade de comunicar envolve ler, escrever, demonstrar e trocar informações estatísticas. A interpretação abrange o entendimento do próprio aluno em relação às ideias estatísticas. A comunicação vai mais além e envolve a passagem dessa informação para outra pessoa, de uma forma que ambas consigam entendê-la, isto é, comunicar envolve traduzir alguma coisa de uma linguagem, estilo ou notação para outra.

Para nós, a literacia estatística engloba, para além das capacidades apresentadas pelos autores anteriormente referidos, a capacidade de interpretar e de comunicar em estatística, como definidas por Campos (2007).

Para desenvolver a literacia estatística, consideramos que os alunos precisam aprender a usar estatísticas para evidenciar, argumentar e justificar situações que emergem no seu dia-a-dia, como alunos ou como cidadãos ativos e participativos na sociedade. Assim, se o professor levar para a sala de aula situações cuja resolução implique o uso do ciclo investigativo de formulação de questões, recolha de dados, representação e análise de dados e finalmente fizer a interpretação de resultados (Martins & Ponte, 2010; Selmer, Bolyard & Rey, 2011), estará a proporcionar reais oportunidades para que os alunos desenvolvam competência estatística.

### **Pensamento Estatístico**

Tal como a literacia estatística, não existe consenso sobre o que é o pensamento estatístico.

Wodewotzki e Jacobini (2004) referem que o pensamento estatístico pode ser entendido como uma estratégia de atuação. Assim sendo, consideram-no como um pensamento analítico.

Com uma definição mais ampla, Mallows (1998) apresenta o pensamento estatístico como sendo a capacidade de relacionar dados quantitativos com situações concretas e de explicitar o que os dados expressam sobre o problema em foco. O pensamento estatístico ocorre quando o indivíduo é capaz de identificar o problema em estudo e fazer uma escolha adequada das ferramentas estatísticas que são necessárias para a descrição e interpretação dos dados. Assim, podemos entendê-lo como a capacidade que um indivíduo tem para tomar decisões em cada etapa de um ciclo investigativo<sup>1</sup>.

Campos (2007) refere que um aluno revela pensamento estatístico quando é capaz de entender o processo no seu todo, perceber as diversas relações e o significado das variações, explorar os dados além do que os textos estabelecem e gerar questões e especulações que não estavam inicialmente previstas.

Assim, seguindo estas ideias, consideramos que para desenvolver o pensamento estatístico os alunos têm que experienciar o tratamento de problemas que envolvam o ciclo investigativo e não a mera resolução de exercícios de aplicação. Para tal, é necessário proporcionar-lhes situações que lhes permitam trabalhar a sua criatividade e o seu sentido crítico e que incentivem a reflexão e o debate.

De acordo com Chance (2002), é importante, quando se pretende que os alunos desenvolvam o pensamento estatístico, proporcionar-lhes situações de aprendizagem em que estes tenham que considerar sobre como melhor obter dados significativos e relevantes para responder a uma determinada questão ou problema que emergiu; refletir constantemente sobre as variáveis envolvidas; demonstrar curiosidade por outras maneiras de examinar os dados e o problema que se tem em mãos; analisar o processo por completo com constante revisão de cada componente; possuir ceticismo sobre a obtenção dos dados; relacionar constantemente os dados e o contexto do problema; interpretar as conclusões em termos não-estatísticos; pensar mais além.

### **Raciocínio Estatístico**

A forma como as pessoas raciocinam com ideias ou conceitos estatísticos e dão sentido à informação estatística é o raciocínio estatístico (Ben-Zvi & Garfield, 2004). Este envolve fazer interpretações adequadas com base nos conjuntos de dados, fazer representações de dados e resumos estatísticos e pode envolver fazer conexões entre os conceitos envolvidos e combinar ideias sobre os dados. Possuir raciocínio estatístico significa compreender e ser capaz de explicar os processos estatísticos e interpretar completamente os resultados estatísticos.

O raciocínio estatístico permite ao indivíduo combinar ideias sobre os dados e fazer inferências e interpretações dos resultados estatísticos. Assim, o desenvolvimento do

raciocínio estatístico possibilita o aluno a compreender, interpretar e explicar um processo estatístico com base em dados reais.

Segundo Silva (2007), para que um aluno desenvolva este tipo de raciocínio, deverá viver situações de aprendizagem em que tenha que comparar conceitos e avaliar a maneira mais adequada de analisar uma variável ou um conjunto de variáveis. Quanto mais oportunidade de vivenciar tais situações, mais refinado será o raciocínio estatístico dos alunos. O autor defende que as medidas de tendência central e dispersão são suficientes para desenvolver nos alunos raciocínio estatístico.

Garfield e Gal (1999) estabelecem seis tipos específicos de raciocínio que os alunos devem desenvolver enquanto aprendem Estatística.

Tabela 1 — Tipos de raciocínio identificados por Garfield e Gal (1999)

<b>Tipo de raciocínio</b>	<b>Descrição</b>
Raciocínio sobre os dados	O aluno é capaz de reconhecer e categorizar os dados (qualitativos, quantitativos discretos ou contínuos) e saber utilizar uma tabela, um gráfico ou uma medida adequada para um dado tipo de variável.
Raciocínio sobre a representação dos dados	O aluno é capaz de entender como ler e interpretar gráficos, que tipo de gráfico é apropriado para representar um conjunto de dados. É capaz de reconhecer as características gerais de uma distribuição pelo seu gráfico.
Raciocínio sobre as medidas estatísticas	O aluno é capaz de entender o que as medidas de tendência central e de variabilidade dizem a respeito de um conjunto de dados, quais são as medidas mais apropriadas em cada caso e como elas representam o conjunto de dados. Consegue utilizar as medidas de tendência central e de variabilidade para comparar diferentes distribuições e entender que amostras grandes são melhores do que as pequenas para se fazer previsões.
Raciocínio sobre a incerteza	O aluno consegue entender e usar ideias de aleatoriedade, probabilidade e verossimilhança para fazer julgamentos sobre eventos, usar métodos apropriados para determinar a semelhança de diferentes eventos.
Raciocínio sobre as amostras	O aluno é capaz de entender como as amostras se relacionam com a população e o que pode ser inferido acerca de uma amostra, compreender que amostras grandes e bem selecionadas representam melhor a população. São capazes de tomar precauções quando examinam a população com base em pequenas amostras.
Raciocínio sobre associações	O aluno é capaz de julgar e interpretar as relações entre variáveis, em tabelas de dupla entrada ou em gráficos, entender que uma forte correlação entre duas variáveis não significa que uma seja a causa da outra.

Sedlmeier (1999) afirma que são dadas poucas possibilidades aos alunos de trabalharem o raciocínio estatístico. Nisbett (1993) é mais otimista e refere que o raciocínio estatístico pode ser aperfeiçoado se um aluno aprender as regras estatísticas e que estas podem ser ensinadas diretamente aos alunos.

Garfield (1998) assevera que, se os alunos aprenderem os conceitos e os procedimentos e se tiverem a oportunidade de trabalhar com dados reais, com *softwares*, estarão a desenvolver o raciocínio estatístico.

Garfield (2002) afirma que não há um consenso entre os investigadores sobre como ajudar os alunos a desenvolverem o seu raciocínio estatístico ou como determinar o correto nível de raciocínio. Contudo, com base na sua experiência sobre distribuição amostral, apresenta um quadro no qual descreve e identifica cinco níveis de raciocínio estatístico que devem ser desenvolvidos nos alunos.

Tabela 2 — Síntese do modelo de raciocínio estatístico desenvolvido por Garfield (2002)

Nível de raciocínio	Descrição
Raciocínio idiosincrático	O aluno conhece algumas palavras e símbolos estatísticos, usa-os sem os compreender totalmente, muitas vezes de forma incorreta. Frequentemente mistura-os com informações não relacionadas.
Raciocínio verbal	O aluno tem uma compreensão verbal de alguns conceitos, mas não consegue aplicar esse conhecimento a um procedimento real.
Raciocínio Transitório	O aluno é capaz de identificar corretamente uma ou duas dimensões de um conceito estatístico ou processo estatístico, mas sem integrar plenamente essas dimensões.
Raciocínio Processual	O aluno é capaz de identificar corretamente as dimensões de um conceito ou processo estatístico, mas não integra totalmente essas dimensões ou não entende o processo que gera a distribuição de amostragem. Pode prever corretamente que a amostragem de distribuição corresponde aos parâmetros dados, mas não pode explicar o processo e não tem confiança nas suas previsões.
Raciocínio processual integrado	O aluno tem uma compreensão completa sobre um processo ou conceito estatístico e é capaz de coordenar as regras e o comportamento da variável. Consegue explicar o processo utilizando as suas próprias palavras e faz previsões corretas com confiança.

Embora a tarefa não seja fácil, certamente é possível ajudar os alunos a desenvolverem o raciocínio estatístico, mas, para tal, certos procedimentos devem ser uma prática diária na sala de aula, como por exemplo, incentivar os alunos a descreverem verbalmente o processo estatístico que estão a analisar.

Se o professor estiver atento aos tipos e níveis de raciocínio que precisa reforçar em cada um dos seus alunos, se tiver em consideração o pensamento estatístico dos seus alunos e criar situações no sentido de o incrementar e desenvolver, se estiver atento ao que os seus alunos já sabem e ao que precisa reforçar na literacia estatística dos seus alunos, pode promover situações, na sala de aula, para os ajudar a desenvolver o raciocínio, o pensamento e a literacia estatística e, conseqüentemente, a competência estatística. Uma possibilidade para tal será propor a realização de projetos que envolvam investigações estatísticas pelos alunos.

## O uso de tecnologias na sala de aula

A partir do século XX, os avanços tecnológicos facilitaram o acesso à informação, modificando a maneira como vivemos e, conseqüentemente, a maneira como aprendemos. Hoje a tecnologia assume um papel central no desempenho das nossas funções mais básicas e está cada vez mais enraizada no quotidiano de cada um. A nossa sociedade está em rede e isso provocou mudanças significativas na nossa forma de estar e de agir. Segundo Prensky (2001), os padrões de pensamento dos jovens atuais são diferentes dos de outra. São os “nativos digitais” (Prensky, 2001). Estão acostumados a agir em vez de assistir passivamente, sendo, a presença de tecnologias na vida dos jovens é uma constante. Os jogos de computador, o e-mail, a internet, os telemóveis e as mensagens instantâneas são partes integrais de suas vidas (Prensky, 2001). Por isso, as tecnologias têm de ser um recurso que suporta a aprendizagem na sala de aula, uma vez que ela é um recurso em muitos outros contextos de aprendizagem que fazem parte da vida dos jovens atuais.

Num mundo conectado em rede, com inúmeras trocas de informação e rapidez de interação, o papel do professor continua a ser importante mas diferente. Agora terá de auxiliar o aluno na seleção da informação importante para a construção do seu conhecimento, ser um mediador da aprendizagem e ter como principal função, em sala de aula, dar significação ao processo pedagógico.

O professor deve saber utilizar as tecnologias em prol de um ensino mais eficiente e eficaz, trabalhar em parceria com os seus alunos e ter consciência de que não é o detentor de todo o conhecimento (Alda, 2012).

Atualmente, as possibilidades de aprendizagem são ilimitadas podendo ocorrer a qualquer momento e não apenas na presença do professor e dentro da sala de aula. Uma forma de o professor fomentar a aprendizagem poderá ser trazendo, para a sala de aula, temáticas do interesse dos alunos, pois estas tendem a aumentar o valor e a importância que os alunos dão às situações em estudo.

Segundo Pocinho e Gaspar (2012), a utilização de tecnologias por parte dos alunos tende a estimular a criatividade e a dinâmica da aprendizagem na sala de aula. Com a utilização dessas ferramentas, o aluno tem, naturalmente, um papel mais ativo no processo educativo, dedicando-se não só ao exercício rotineiro mas também à pesquisa, descoberta e colaboração.

A tecnologia é uma mais-valia para o ensino. Contudo, tem de ser utilizada de uma forma refletida e ponderada para constituir uma ferramenta e não um enfeite para a aprendizagem. Nesse sentido, antes de utilizá-la na sala de aula, o professor deve refletir sobre: como é que essa tecnologia efetivamente ajuda nas aprendizagens dos alunos; qual é o seu contributo; o que não poderia ter sido feito sem ela.

## Metodologia de investigação

A investigação apresentada neste artigo adotou uma metodologia de carácter qualitativo de cunho interpretativo, atendendo ao objetivo de compreender de que forma o uso de tecnologias na sala de aula, em particular robots, contribui para que os alunos aprendam Estatística.

Ao optar-se por uma abordagem descritiva e interpretativa dos dados, está-se a dar maior relevância ao processo do que ao produto, tendo a preocupação de retratar a perspectiva dos participantes (Bogdan & Biklen, 1994). Nesta investigação o significado das 'coisas' tem relevância primordial.

Antes de iniciar a recolha de dados, foi desenhado, pelas investigadoras em colaboração com outros membros do projeto DROIDE II<sup>2</sup>, uma estrutura base para o cenário de aprendizagem: *Uma Corrida com Robots*<sup>3</sup> no qual se privilegiou o trabalho de projeto no sentido de Greeno e Middle School Mathematics through Applications Project (1998).

Por considerarmos que ensinar Matemática, neste caso, ensinar Estatística, com base em assuntos reais facilita a aprendizagem por parte dos alunos e tende a aumentar o valor e a importância que estes dão à situação em estudo e a melhorar a sua base de argumentação, foi criado o cenário de aprendizagem que apresentamos abaixo.

## O Cenário de Aprendizagem e os Participantes

A investigadora envolvida no processo de recolha de dados<sup>4</sup> apresentou à professora da turma a estrutura base do cenário a implementar e essa proposta foi discutida e alterada. O tema a abordar seria a Estatística. À turma ainda não tinha sido lecionado Estatística no 3.º ciclo.

A construção e implementação do cenário foi um processo conjunto entre a investigadora, a professora da turma e os próprios alunos. Estes últimos tiveram um papel fulcral na implementação do cenário pois este foi conduzido atendendo às suas dúvidas, interesses e motivações.

*Uma Corrida com Robots*, além de ser um trabalho de projeto, foi a forma que encontramos para viabilizar o desenvolvimento da literacia, do raciocínio e do pensamento estatístico nestes alunos, isto é, para desenvolver competência estatística nos alunos. Com esta forma de trabalhar, os alunos tiveram a responsabilidade de recolher dados brutos, analisá-los, interpretá-los, elaborar um trabalho escrito sobre os dados analisados e, posteriormente, divulgá-los numa apresentação oral à turma.

O cenário de aprendizagem foi implementado, no ano letivo 2011/2012, numa turma de 8.º ano, de uma Escola Básica do 2.º e 3.º Ciclos do Ensino Básico da Região



Autónoma de Madeira, durante 9 aulas de 90 minutos cada. A turma era constituída por 14 alunos, sendo 4 raparigas, de idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos. Durante esse tempo, os alunos trabalharam sempre em grupos heterogéneos de 2 a 4 elementos. Os grupos foram-se alterando espontaneamente consoante as preferências, necessidades e número de alunos presentes nas aulas. Nem a professora nem a investigadora intervieram nesse processo. Alguns dos alunos que usualmente eram pouco assíduos, à medida que o tempo foi passando, sentiram-se mais envolvidos nas tarefas e passaram a estar cada vez mais presentes, a ser mais pontuais, participativos e aplicados nas aulas.

Pretendíamos fazer corridas com robots e o que se fez para tal foi possibilitar que os alunos tivessem a sua primeira experiência com os robots NXT da LEGO MINDSTORMS e com o seu ambiente de programação. Cada grupo criou o seu robot em forma de carro de corridas e programou-o para várias situações que foram emergindo ao longo das aulas. Construíram e negociaram o protótipo do troço em que queriam realizar as corridas e, por fim, realizaram-nas. Posto isso, cada grupo, durante as corridas, recolheu os dados que consideraram importantes para definir o vencedor. Com os dados recolhidos, cada grupo elaborou um estudo estatístico onde tiraram as suas conclusões e formularam generalizações. Durante as aulas em que o cenário foi implementado, os conteúdos estatísticos não foram apresentados pela professora nem pela investigadora, eles emergiram de toda a discussão e argumentação que ocorreu entre os alunos e entre estes, a professora e a investigadora.

Ao realizarem este trabalho de projeto, os alunos partilharam responsabilidades e tomaram decisões que contribuíram para resolver os problemas que emergiram dos desafios que lhes foram sendo colocados. Além disso, fez com que trabalhassem, desde a primeira à última aula, com um propósito comum: *realizar e ganhar corridas*.

A professora e a investigadora foram, essencialmente, orientadoras no processo de aprendizagem dos alunos, propiciando situações onde muitas vezes questionaram o “como” e o “porquê” dos acontecimentos. As situações propostas aos alunos foram criadas de modo a que permitissem desenvolver, de uma forma progressiva, competências que lhes permitissem ser capazes de analisar e reagir de forma ponderada e assertiva à informação quantitativa apresentada diariamente nos vários meios de comunicação, isto é, a tornarem-se estatisticamente competentes.

A professora e a investigadora trabalharam em conjunto na criação das tarefas realizadas. Apesar de a moderação das discussões no grande grupo ser essencialmente da responsabilidade da investigadora, ambas tentaram aproveitar os argumentos apresentados pelos alunos, nos momentos de discussão em pequeno e grande grupo, para explorar, tornar visíveis e fazer emergir os conceitos estatísticos.

### **Recolha e Análise de Dados**

Nesta investigação, o posicionamento assumido pela investigadora, aquando da implementação do cenário, foi de observadora participante atendendo ao trabalho que pretendíamos realizar na sala de aula e à natureza da investigação. Para os alunos, a investigadora era mais uma professora na sala de aula e não um elemento externo à prática.

Ao longo das aulas foram utilizados vários instrumentos de recolha de dados. Foi utilizada a observação participante como uma técnica de recolha de informação, o que permitiu um contacto mais estreito e pessoal com os alunos. Durante todas as aulas, os dados também foram recolhidos através de gravações vídeo e áudio, privilegiando-se o registo das interações entre os alunos e, após as aulas, quer a professora da turma quer a investigadora fizeram reflexões escritas sobre as mesmas. Nessas reflexões colocou-se o enfoque na descrição detalhada da forma como atuaram os intervenientes no processo (alunos, professora e investigadora) e nas relações de partilha e colaboração que se verificaram entre os elementos.

O ambiente de sala de aula constituiu a fonte direta dos dados e assim o fenómeno em estudo não se isolou do seu contexto natural.

A análise de dados teve em conta os participantes (alunos, professora e investigadora), as tarefas e o contexto onde estas foram implementadas e foi feita com base na vivência da primeira autora do artigo como observadora participante, na análise das gravações vídeo e áudio e das reflexões escritas feitas pela professora e pela investigadora.

## **As corridas e o robot vencedor**

Uma investigação estatística pode ser motivada por uma curiosidade sobre o mundo real ou por uma necessidade muito concreta (Martins & Ponte, 2010). Neste caso, aproveitou-se o pedido dos alunos — voltar a utilizar robots na aula de Matemática — para, entre outras coisas, solicitar-lhes a realização de uma investigação estatística e com ela promover a aprendizagem estatística, no sentido que defendemos neste artigo.

Gal e Garfield (1997) referem que uma propriedade fundamental de um problema de natureza estatística é a de que ele não tem uma solução única, geralmente começa com um questionamento (neste caso foi lançado por nós — Qual é o robot vencedor das corridas?) e termina com uma opinião que se espera que seja fundamentada em resultados teóricos e/ou práticos (no nosso caso — os critérios criados e argumentados, pelos grupos de trabalho, para um robot ser vencedor). As conjeturas e conclusões apresentadas pelos alunos não foram caracterizadas, em momento algum, como certas ou erradas, foram sim analisadas quanto à qualidade do seu raciocínio, adequação e métodos criados para fundamentar as evidências.

Uma investigação estatística deve ter por base um ciclo de quatro etapas: formulação de questões e conceção do plano, recolha de dados, representação e análise de dados e interpretação dos dados e formulação de conclusões (Martins & Ponte, 2010; Selmer *et al.*, 2011). Cada uma destas quatro etapas é importante mas é necessário que estejam integradas num projeto para que os alunos compreendam a lógica do processo estatístico.

### **Primeira Etapa — Formulação de Questões e Conceção de Um Plano**

Optou-se por apresentar aos alunos, na primeira aula com robots, a ideia base do projeto que iríamos realizar — construir e programar um carro de corridas (robot NXT) de modo a ganhar, quando correr no troço de corridas construído pelo grupo turma — bem

como o ciclo do processo estatístico (Martins & Ponte, 2010; Selmer *et al.*, 2011) para, assim, lhes dar oportunidade de construir uma compreensão da importância de cada uma das fases e do propósito das várias técnicas estatísticas.

Foi questionado aos alunos se gostavam da ideia do projeto e todos foram afirmativos na resposta e evidenciaram vontade de começar a trabalhar sem querer mais explicações. Assim, desde a primeira aula em que os alunos construíram os robots, demonstraram interesse em realizar corridas. Este interesse, partilhado pelos alunos da turma, manteve-se durante todo o tempo e fez com que estivessem sempre envolvidos nas várias tarefas. Além disso, criou relações de responsabilidade entre os alunos.

Para conseguir realizar o projeto e a investigação estatística, os alunos tiveram que conceber, juntamente com a professora e a investigadora, um plano de trabalho, criar objetivos individuais e de grupo, delinear e partilhar tarefas e definir procedimentos. Foi da responsabilidade dos grupos de trabalho criar o seu robot; construir um protótipo de troço de corrida, que fosse justo para os dois robots que iriam correr ao mesmo tempo; escolher o troço, de entre os vários apresentados pelos diferentes grupos, para realizar as corridas; programar o robot para várias situações que emergiram durante as aulas; realizar as corridas e, finalmente, criar critérios para um robot ser vencedor.

Trazemos alguns episódios com o propósito de mostrar evidência do que se discute na análise e também para ilustrar e discutir alguns conceitos teóricos.

Após os alunos construírem e apresentarem à turma os seus protótipos de troços de corrida, houve um momento de discussão em grande grupo. Os alunos apresentaram estratégias para escolher o troço para a realização das corridas e decidiram, por votação, o troço a adotar — fizeram aqui o seu primeiro estudo estatístico e exploraram alguns conceitos estatísticos.

Quando acabou a contagem de votos (5 para o troço de corridas 1, 8 para o troço de corridas 2 e 1 para o troço de corridas 3), surgiu o seguinte diálogo, no grande grupo, entre a investigadora (Inv) e os alunos:

Inv: E agora, como fazemos?

M: Já temos a pista<sup>5</sup> escolhida, é a pista 2 que ganhou com 8 votos.

Inv: Como assim?

P: A moda é a pista 2, por isso essa ganhou.

Inv: Moda?

P: Sim, a 2 é a que tem mais votos, diz-se moda. Não houve empates. Tem moda, é a pista 2.

Inv: Mas essa escolha assim é justa?

A: Sim, perguntámos a todos e todos votaram, por isso é justo. Não perguntámos só a alguns.

[...]

Inv: Conseguem explicar qual é a variável em estudo?

P: Sim, são as pistas.

Inv: Como assim?

A: Temos três pistas, a pista 1, a pista 2 e a pista 3.

M: Estamos a escolher a pista preferida, acho que se diz que é uma variável qualitativa, não são números, ... é a pista que preferimos.

Inv: Sim, a variável em estudo diz-se qualitativa, pois não possui valores quantitativos, ela é definida por três categorias: pista 1, pista 2 e pista 3.

Este diálogo evidencia que os alunos M e P possuem alguma literacia estatística, uma vez que foram capazes de interpretar, avaliar criticamente e tomar uma decisão acerca das informações recolhidas no processo de votação. Além disso, foram capazes de raciocinar sobre os dados (Garfield & Gal, 1999), pois reconheceram e categorizaram os dados qualitativos, que estavam em análise, e conseguiram utilizar uma medida adequada para a variável em estudo, neste caso, a moda. Também foram capazes de classificar a variável como sendo uma variável qualitativa, embora não tenham conseguido explicar de uma forma rigorosa porque é que o era, revelando assim um raciocínio idiossincrático (Garfield, 2002).

O diálogo continuou no grande grupo:

Prof: Porque é que dizem que “perguntamos a todos e todos votaram, por isso é justo”?

S: Não perguntamos só aos nossos amigos, perguntamos a todos. Não foi só o nosso grupo que escolheu a nossa pista. Alguns que não são do nosso grupo votaram na nossa pista. Por isso é justo. Eles também escolheram.

H: Todos responderam, deram a sua opinião. É justo.

Prof: Se tivéssemos pedido só a um grupo para escolher, não era justo?

D: Não, eles iam escolher a deles, e não era justo, os outros não davam a sua opinião, assim todos deram.

Mais alguns alunos apresentaram a sua opinião acerca do que estava a ser discutido. Este momento foi aproveitado pela professora para introduzir e diferenciar os conceitos de população e amostra e censo e sondagem e explicitar que, naquele estudo, a recolha dos dados tinha sido feita por votação.

Uma vez que havia intencionalidade da professora e da investigadora em abordar estes conceitos e, assim, ampliar a literacia estatística e aperfeiçoar o raciocínio estatístico dos seus alunos, o diálogo seguiu no sentido de discutir a importância da escolha de uma amostra representativa da população e dos cuidados que é necessário ter no momento da sua escolha. Em conjunto, foi feita uma síntese dos aspetos a considerar aquando da escolha de uma amostra. Estes conceitos estatísticos emergiram porque os alunos levantaram questões para esclarecer as suas dúvidas e utilizaram exemplos do quotidiano para consolidar as ideias. Por exemplo, referiram os censos que se realizaram em 2011 e as sondagens que costumam ser realizadas antes das eleições.

## Segunda Etapa — Recolha de Dados

Nesta segunda etapa da investigação estatística, os alunos tiveram que planear como realizar as corridas e recolher dados que fossem relevantes para responder às questões anteriormente formuladas: Qual é o robot vencedor das corridas?; Qual a classificação de cada robot?

Uma vez mais, o plano foi estabelecido no grande grupo, ouvindo e discutindo as opiniões dos vários alunos. Da discussão emergiram como relevantes, para a definição do robot vencedor e para a criação dos critérios de classificação dos robots, os seguintes aspetos:

- Quem é que está a correr (note-se que as corridas eram feitas sempre entre dois robots);
- Se o robot venceu, perdeu ou empatou a corrida;
- Se o robot correu na faixa da esquerda ou da direita (o troço de corridas tinha duas faixas);
- Cronometrar o tempo de cada robot na corrida.

Estes aspetos apresentados e aceites pelo grupo turma evidenciam que, durante a experimentação do robot sobre o troço de corridas, os alunos construíram algumas ideias do que poderia acontecer e foram refletindo sobre alguns aspetos que deveriam ser tidos em conta no momento da recolha de dados, aquando das corridas. Embora os alunos tivessem construído um troço de corrida que sabiam ser justo — criaram-no de modo a que a probabilidade de vencer correndo à esquerda ou correndo à direita fosse a mesma — tiveram necessidade de confirmar os dados empiricamente durante as corridas — realizando uma corrida na faixa da direita e outra na faixa da esquerda.

A montagem do troço de corridas e o momento de realização das mesmas foram dois de muitos momentos da implementação do cenário em que existiu entreajuda entre os alunos dos vários grupos, o que propiciou união do grupo turma. Os alunos partilharam as tarefas e cada grupo fez o registo dos dados. O trabalho foi distribuído pelos alunos de uma forma muito natural, ordeira e eficaz.

Com o decorrer do projeto, verificou-se uma maior autonomia e melhor gestão das tarefas por parte dos alunos. Estes passaram de uma forma natural e progressiva a tomar decisões.

A realização de corridas com os robots deu aos alunos a oportunidade de produzir os seus próprios dados e encontrar os resultados desejados e ajudou-os, de certa forma, a tomar as rédeas da sua própria aprendizagem.

Após a realização de 12 corridas e do registo dos dados referentes às mesmas, a fase de recolha de dados foi dada por terminada. Passaram à etapa seguinte.

### Terceira Etapa — Representação e Análise dos Dados

Nesta etapa, os alunos tiveram que analisar os dados recolhidos durante as corridas e tentar convertê-los em informação revelante para responder às questões formuladas, isto é, tiveram que estabelecer critérios para um robot ser o vencedor.

Assim, cada grupo de trabalho começou por escolher uma representação ou uma medida que fosse adequada e facilitasse a análise dos dados, tendo em conta a sua natureza e o objetivo anteriormente enunciado. Em seguida, apresentamos alguns episódios que tentam ilustrar o caminho percorrido.

No grupo que tinha o robot *Vinagre*<sup>6</sup>, num certo momento, existiu o seguinte diálogo:

M: E agora, como fazemos? Temos tanta informação!

Os alunos tinham os dados organizados numa tabela como se mostra abaixo.

Tabela 3 — Dados recolhidos durante as corridas

DIREITA		ESQUERDA		VENCEDOR
ROBOT	TEMPO ( <i>segundos</i> )	ROBOT	TEMPO ( <i>segundos</i> )	
<i>X-5</i>	33.52	<i>Jagunço</i>	27.39	<i>Jagunço</i>
<i>DNR</i>	27.14	<i>Vinagre</i>	27.14	<i>Empate D-V</i>
<i>Jagunço</i>	27.50	<i>X-5</i>	29.59	<i>Jagunço</i>
<i>Vinagre</i>	30.44	<i>DNR</i>	29.75	<i>DNR</i>
<i>X-5</i>	30.43	<i>Vinagre</i>	27.29	<i>Vinagre</i>
<i>DNR</i>	27.66	<i>Jagunço</i>	27.10	<i>Jagunço</i>
<i>Jagunço</i>	27.57	<i>DNR</i>	27.86	<i>Jagunço</i>
<i>Vinagre</i>	27.10	<i>X-5</i>	29.31	<i>Vinagre</i>
<i>X-5</i>	29.39	<i>DNR</i>	27.91	<i>DNR</i>
<i>Jagunço</i>	27.53	<i>Vinagre</i>	27.18	<i>Vinagre</i>
<i>DNR</i>	26.54	<i>X-5</i>	28.32	<i>DNR</i>
<i>Vinagre</i>	27.05	<i>Jagunço</i>	27.05	<i>Empate J-V</i>

P: Olha, podemos ir pelo mais simples, ver quem venceu mais corridas, contamos as vitórias, e assim já está.

Começaram a contar o número de vitórias de cada robot.

M: Bom, o *Jagunço* ganha, ganhou 4 corridas.

P: E a seguir ficamos nós, com 3 corridas.

R: Não. O *DNR* também tem 3 vitórias, não pode ser assim.

M: Caramba! Temos um empate. Que chatice. E agora?

R: Mas em último deve ficar o *X-5*, esse nunca ganhou.

M: Pois, mas o que fazer para desempatar?

O grupo ficou um pouco em silêncio, e depois...

M: Já sei! Vamos tentar dar pontos como no futebol.

R: Dar pontos? Como assim?

M: Sim, damos 3 pontos às vitórias e 1 aos empates. Pode ser que resulte.

P: Boa ideia, vamos tentar isso.

R: Não percebo nada, mas se vocês dizem...

A aluna R ficou a observar enquanto os seus dois colegas foram realizando os cálculos necessários para atribuir a pontuação aos robots. Finalmente o P acrescentou:

P: Fixe, resulta! Nós ficamos com 11 pontos e o *DNR* com 10. Assim fomos melhores que o *DNR*, ganhamos ao *DNR*.

O grupo mostrou-se satisfeito com a estratégia sugerida pelo M — atribuir a classificação dos robots por pontuação — e consideraram que assim tinham o problema resolvido. Após fazerem os cálculos para os quatro robots, organizaram as vitórias, empates e derrotas e a pontuação de cada robot, como se mostra na tabela.

Tabela 4 — Pontuação atribuída aos robots, pelo grupo do Vinagre

	Vitórias	Empates	Derrotas	Pontuação
<i>X-5</i>	0	0	6	0
<i>DNR</i>	3	1	2	10
<i>Jagunço</i>	4	1	1	13
<i>Vinagre</i>	3	2	1	11

Os alunos deram o trabalho por terminado e começaram a brincar. Um pouco mais tarde, a professora aproximou-se do grupo e questionou o que é que estavam a fazer, ao que os alunos responderam: “Já acabámos”. A professora sugeriu que continuassem a trabalhar, que explorassem e verificassem se com outra estratégia outro robot ganhava. Após alguma relutância, voltaram ao trabalho. Passado pouco tempo, a investigadora aproximou-se do grupo e solicitou que explicassem o critério estabelecido para classificação dos robots. Os alunos explicaram o processo semelhante ao futebol, como vimos anteriormente, e apresentaram uma outra estratégia:

G: Também fizemos de outra maneira. Somámos todos os tempos das corridas de cada robot, mas a classificação não se alterou.

O aluno mostrou os dados organizados como se mostra na tabela:

Tabela 5 — Soma dos tempos das corridas e classificação atribuída

	<i>X-5</i>	<i>DNR</i>	<i>Jagunço</i>	<i>Vinagre</i>
<i>Soma dos tempos em segundos</i>	180,56	166,86	164,14	166,2
<i>Classificação</i>	4.º	3.º	1.º	2.º

Inv: O que significam esses valores?

G: É o tempo que cada robot gastou nas corridas.

Inv: Se quisessem fazer publicidade dos robots, acham que esses números... são sugestivos?

C: Poderíamos dividir os valores por 6. Fizeram 6 corridas.

Inv: O que significa...?

C: Fazemos a média.

Inv: E o que significa a média?

G: Espere. Deixe ver. Por exemplo, todas as corridas juntas do jagunço é 164,14 segundos e depois dividimos por 6 e dá (fazem o cálculo com a calculadora) aproximadamente 27 segundos.

Inv: Mas o que é que esse valor representa?

G: O resultado é esse, essa é a média. É como fazemos nos testes. Somamos todos e dividimos pelo número de testes. E esse é o resultado final.

Os outros elementos do grupo também tentaram apresentar uma explicação do que representa a média mas um deles confundiu a média com a moda e os outros apenas responderam explicando o procedimento de cálculo da média e não o seu significado. A investigadora tentou fazer emergir e clarificar essa noção e a sua utilidade em termos estatísticos, explicando que “a média ser 27 segundos significa que, se em todas as corridas o *Jagunço* tivesse gasto o mesmo tempo, esse seria aproximadamente 27 segundos.” Os alunos calcularam a média para os restantes robots e utilizaram um argumento semelhante ao da investigadora para descrever a média do tempo das corridas de cada um dos outros robots.

Após este diálogo acerca do significado da média no conjunto de dados em análise, os alunos alteraram a tabela e utilizaram a média em vez da soma dos tempos, para definir a classificação de cada robot.

Estes alunos, nesta fase, demonstraram possuir raciocínio sobre os dados e raciocínio sobre a representação dos dados (Garfield & Gal, 1999) pois foram capazes de reconhecer os dados recolhidos durante as corridas, categorizá-los e utilizar uma tabela e um gráfico apropriado para representá-los. No primeiro caso, consideraram como dados para



definição do robot vencedor as Vitórias, Empates e Derrotas. Consideraram a variável em estudo como qualitativa e utilizaram uma tabela e o seguinte gráfico para apresentar a informação.

### Vitórias, Empates e Derrotas

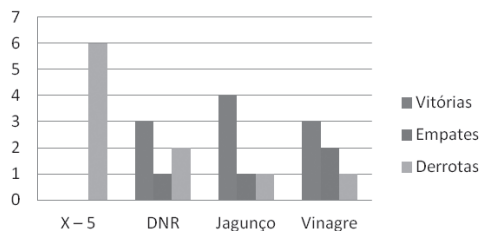


Figura 1 — Gráfico construído pelo grupo do Vinagre.

No segundo caso, também utilizaram uma tabela como forma de apresentar a informação mas consideraram a variável — tempo de cada corrida — como qualitativa contínua e utilizaram a média como medida representativa dos dados.

O grupo de trabalho que tinha o robot *DNR* era composto por três raparigas, pouco assíduas, pouco participativas e todas elas com nível 2 a Matemática, no 1.º e 2.º períodos. A investigadora aproximou-se do grupo e questionou sobre o que estavam a fazer, ao que responderam “Nada. Não percebemos nada disto.”

Com o intuito de as motivar e sabendo que o robot *DNR* era o que tinha o melhor tempo de todas as corridas, sugeri que definissem o vencedor analisando a melhor corrida de cada robot. Esta sugestão da investigadora motivou as alunas a ‘olharem’ para os dados das corridas e tentarem criar um critério válido para definir o vencedor. Assim, ordenaram os dados de cada uma das seis corridas de cada robot e verificaram que o melhor de todos os tempos (26,54seg) pertencia ao seu robot. Quando se aperceberam desse facto, chamaram a investigadora e disseram: “Professora, assim é bom. Se pensarmos nisto nós é que ganhamos.” ao que a investigadora respondeu: “Boa, continem. Defnam a classificação para todos.” E afastou-se para deixá-las continuar a trabalhar.

Em todos os grupos de trabalho, os alunos, embora com ritmos diferentes, começaram por analisar os dados recolhidos durante as corridas, refletiram sobre esses dados, escolheram a forma de os organizar, discutiram como interpretá-los e tomaram decisões. Nesse processo, utilizaram técnicas básicas de análise de dados (como verificamos nos episódios anteriores, contabilizando Vitórias, Empates e Derrotas, considerando a variável como qualitativa, ou então como quantitativa e, nesse caso, utilizando a média ou o tempo mínimo para descrever os dados) e conseguiram interpretar esses dados tirando conclusões. Ao estabelecer os critérios, os alunos apresentaram as suas perspetivas sobre a situação aos colegas do grupo e, em alguns casos, à professora e ou à investigadora, o que fez emergir estratégias variadas e originais, como podemos verificar com os três critérios anteriormente apresentados. Além disso, tiveram que interpretar adequadamente

os dados recolhidos durante as corridas, para representá-los e resumi-los, em tabelas ou gráficos, de modo a conseguirem explicar o processo utilizado para definir os critérios de classificação dos robots e, nesse processo, desenvolveram o seu raciocínio estatístico e ampliaram a sua literacia estatística.

Os alunos tiveram oportunidade de explorar a forma mais efetiva de converter os dados recolhidos durante as corridas em informação necessária para responder às questões formuladas contactando, assim, de perto com o verdadeiro trabalho estatístico (Selmer *et al.*, 2011).

#### Quarta Etapa — Interpretação de Resultados

Durante a discussão dos critérios estabelecidos para um robot ser vencedor, os alunos apresentaram e argumentaram a sua perspetiva sobre a situação e defenderam as suas opiniões, revelando assim ter adquirido e desenvolvido literacia estatística (Watson, 1997; Gal, 2000).

No grande grupo, tiveram que relacionar os dados com a situação em análise e explicitar o que os dados expressavam sobre o problema em foco. Assim sendo, fizeram uso e devolveram o pensamento estatístico (Mallows, 1998).

Os argumentos e estratégias explicitadas pelos grupos de trabalho tiveram por base a média e o tempo mínimo (como vimos nos episódios anteriores) e os extremos da amostra (como veremos no episódio seguinte). Em todos os casos, os alunos tiveram que explicar o significado dos conceitos utilizados no contexto da situação em análise.

Alguns conceitos utilizados pelos alunos foram aproveitados pela professora e pela investigadora para fazer emergir outros conceitos estatísticos e, dessa forma, continuar a desenvolver literacia estatística. Vejamos, seguidamente, um desses momentos.

O grupo que tinha o robot *DNR* estabeleceu, como já referimos anteriormente, o tempo mínimo de cada robot como critério para definir o vencedor e, em caso de empate, considerou que ganhava aquele que tivesse menor tempo máximo. No momento de apresentação do critério à turma, o grupo apresentou a tabela seguinte.

Tabela 6 — Critério apresentado pelo grupo do DNR

	<i>Tempo em segundos</i>		<i>Classificação</i>
	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	
<i>DNR</i>	26,54	29,75	1.º
<i>Jagunço</i>	27,05	27,57	2.º
<i>Vinagre</i>	27,05	30,44	3.º
<i>X-5</i>	28,32	33,52	4.º

Este critério, estabelecido para desempatar os robots, criou alguma discussão no grande grupo pois o grupo do *Vinagre* não o considerou justo. A argumentação foi que o grupo estava a usar duas medidas estatísticas apenas para o desempate e, de acordo com este

grupo, justo seria utilizar a amplitude da amostra para estabelecer a classificação dos robots. Os outros grupos evidenciaram o seu contentamento por existir um critério que destituía o *Jagunço* de vencedor.

Aproveitou-se este momento para discutir a ideia de que não existe “critério certo” ou “critério errado” e que o importante é a coerência da argumentação sobre o que é apresentado. O essencial é utilizar argumentos estatísticos para defender as ideias. Este facto agradou aos alunos pois, deste modo, com exceção do *X-5*, cada grupo conseguiu encontrar um critério que colocava o seu robot como vencedor. Este momento foi também aproveitado pela investigadora para introduzir os conceitos de extremos e de amplitude da amostra.

Todos os grupos de trabalho foram capazes de interpretar e avaliar criticamente a informação recolhida durante as corridas, utilizar e estabelecer relações estatísticas de forma a definir o robot vencedor, usando métodos de análise, explorando os dados de forma a formular conclusões. Além disso, foram capazes, no grande grupo, de explicar o processo criado pelo seu grupo para definir o robot vencedor por suas próprias palavras, evidenciando, assim, terem desenvolvido um raciocínio processual integrado e ampliado a literacia estatística. Podemos considerar que os alunos desenvolveram raciocínio estatístico na medida em que foram capazes de compreender, interpretar e explicar os métodos estatísticos baseados nos dados das corridas realizadas.

Ao longo do tempo em que ocorreu a implementação do cenário de aprendizagem, os alunos conseguiram identificar conceitos estatísticos (moda, média, amplitude da amostra, máximo, mínimo) nas investigações realizadas e revelaram capacidade em lidar com eles no contexto da situação em análise. Assim, podemos considerar que desenvolveram o seu pensamento estatístico (Chance, 2002).

Notemos que, apesar da aparente justiça de todos critérios criados pelos grupos, não podemos descurar o facto de que, na maioria dos casos, definiram um argumento válido para tornar o seu robot no vencedor, o que revela que os alunos foram capazes de refletir sobre os dados e na adequação e eficácia de uma determinada medida estatística para tornar um robot no vencedor. Assim, podemos considerar que desenvolveram raciocínio sobre as medidas estatísticas (Garfield & Gal, 1999).

Após todas as apresentações, concluíram que, pelos critérios estabelecidos, na maioria dos casos, o vencedor era o *Jagunço* e o 2.º lugar era do *Vinagre*.

Com o intuito de propiciar mais algumas ferramentas, de modo a permitir que os alunos fizessem mais algumas inferências acerca dos dados, a investigadora questionou se concordavam que “afirmar que o *Jagunço* é o vencedor significa dizer que ele teve melhores tempos que o *Vinagre*”. Sem ponderar muito sobre o assunto, a grande maioria dos alunos respondeu que sim. A investigadora explicou que tinham que analisar os dados recolhidos durante as corridas para comprovarem, ou não, essa afirmação e que uma maneira de o fazer poderia ser organizando os tempos de cada um desses dois robots, nas 6 corridas que realizaram, num diagrama de caule-e-folhas. Os alunos compararam os tempos das corridas do *Jagunço* e do *Vinagre*, após os organizarem num diagrama de caule-e-folhas como o seguinte.



Figura 2 — Diagrama de caule-e-folhas, com os tempos das corridas do *Jagunço* e do *Vinagre*, elaborado por um grupo

Os grupos de trabalho foram capazes de interpretar relações entre os dois robots, focando que:

- cinco dos seis tempos do *Vinagre* são inferiores ou iguais aos tempos do *Jagunço*;
- os dois melhores tempos do *Jagunço* e do *Vinagre* são iguais;
- o pior dos tempos é do *Vinagre*;
- cinco dos seis tempos do *Vinagre* são inferiores a 27,3 segundos;
- quatro tempos do *Jagunço* são superiores ou iguais a 27,3 segundos;
- ...

A maioria dos alunos considerou esta forma de representação muito fácil e revelou ter percebido como é que se organiza informação desta forma, pois conseguiu construir o diagrama de uma forma completamente autónoma. Conseguiu ler facilmente os tempos após terem sido representados no diagrama, revelando possuir raciocínio sobre as amostras (Garfield & Gal, 1999). Conseguiu inferir sobre cada uma das amostras, relacionando-as, produzindo assim raciocínios sobre associações.

Com o intuito de manter os alunos interessados a continuar com a análise dos dados e fazer emergir mais alguns conceitos, a investigadora questionou “porque é que a média do *Jagunço* é inferior à do *Vinagre* se o *Vinagre* tem tempos melhores que o *Jagunço*?”

O M respondeu “foi por causa do 30,44 segundos, esse tempo estragou a média.”

O momento foi aproveitado para desenvolver uma discussão acerca deste valor e do facto dos valores muito altos ou muito baixos alterarem significativamente a média e despertou-se a atenção dos alunos para a necessidade de, num estudo estatístico, ter em atenção outros valores e não apenas a média para caracterizar uma amostra.

## Considerações emergentes

Para promover nos alunos conhecimento e consciência sobre dados estatísticos, foi importante prover um contexto relevante — a corrida com os robots — para gerar necessidade dos alunos entenderem os dados e utilizarem as estatísticas de forma a tirar partido delas. A corrida com os robots foi importante para que os alunos criassem métodos e técnicas de recolha e análise de dados, tanto para a escolha do troço de corridas como para a escolha do robot vencedor e mesmo para a criação dos critérios de classificação dos vários robots.

O trabalho que os alunos realizaram com os robots permitiu fazer emergir neles a literacia estatística (Watson, 1997; Garfield, 1998; Gal, 2000), uma vez que tiveram oportunidade de: i) organizar os dados que fizeram parte da sua realidade de sala de aula, construindo tabelas e gráficos e explorando as diferentes representações dos mesmos; ii) interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas provenientes dos dados; iii) argumentar relativamente aos dados; iv) criar estratégias, justificar procedimentos; v) questionar e tirar conclusões sobre as informações estatísticas; vi) discutir e comunicar as suas conclusões; vii) tomar decisões informadas e fundamentadas. Neste processo, desenvolveram o hábito de questionar e de justificar as estratégias utilizadas. Revelaram capacidade de análise, capacidade de apresentar e escrever justificativas com as suas próprias palavras e ideias e acabaram por se sentir confortáveis em manipular os dados estatísticos para tomar decisões e fazer asserções sobre os vários assuntos discutidos nas aulas.

O facto de os alunos terem de escolher as medidas que melhor descreviam os dados recolhidos durante as corridas para tornar um robot no vencedor foi bastante importante, uma vez que lhes permitiu contactar com os seus diferentes significados e examinar como a variação nos dados pode ter impacto nos seus valores (Selmer *et al.*, 2011).

Os gráficos utilizados pelos alunos para apresentar os dados, assim como as medidas de localização utilizadas facilitaram a identificação de padrões e tendências nos dados e permitiram a descrição e comparação das distribuições. Estas ferramentas estatísticas tornaram-se, assim, meios para obter respostas às questões, em vez de serem fins em si mesmo (Groth & Bargagliotti, 2012).

Uma forma que encontramos para encorajar o pensamento estatístico nos alunos foi não aceitarmos qualquer resultado numérico sem que esse fosse relacionado e explicado com o contexto, isto é, com a situação em estudo. Os alunos fizeram parte do processo de recolha dos dados e assim reconheceram o contexto em que os dados foram recolhidos e a finalidade do seu uso. Foram capazes de relacionar os dados e explicitar o que eles expressavam, utilizando ferramentas estatísticas. Utilizaram métodos de análise e avaliação, explorando os dados, demonstrando assim terem desenvolvido pensamento estatístico (Mallows, 1998). Foram capazes de raciocinar com as ideias e com os conceitos estatísticos e fazer sentido com as informações estatísticas. E, mais importante, conseguiram explicar o critério estabelecido com base nos dados recolhidos, evidenciado assim terem desenvolvido raciocínio estatístico (Bem-Zvi & Garfield, 2004).

O uso dos robots e a metodologia de trabalho adotada deu origem a aulas com características diferentes das aulas de índole mais tradicional<sup>7</sup>, uma vez que os alunos tiveram um papel central em todo o seu processo de aprendizagem e oportunidade de se envolverem nas várias tarefas. Durante as aulas demonstraram interesse em realizar e vencer as corridas com os robots. Este interesse manteve os alunos envolvidos na realização das várias tarefas.

Os alunos, ao longo do tempo em que percorreram as quatro etapas da sua investigação, foram incentivados a conjecturar, levantar questões, problematizar, formular explicações e argumentos. Foi durante esse processo que os vários conceitos estatísticos foram surgindo e que os alunos foram aprendendo Estatística e desenvolvendo o pensamento, o raciocínio e a literacia estatística e tornando-se estatisticamente competentes.

O facto de os alunos terem criado os seus critérios para definir o robot vencedor das corridas, terem de explicar os seus resultados, perante a turma, e convencer os outros grupos das suas ideias permitiu-lhes desenvolver a comunicação estatística no sentido que está descrita neste artigo. Além disso, permitiu que acreditassem nas técnicas que utilizaram para tratamento dos dados, o que se verificou quando os alunos justificaram porque usaram esta ou aquela técnica e mostraram como o uso de determinada técnica influenciava os resultados da corrida.

Para estes alunos, o entendimento dos conceitos básicos de estatística precedeu o cálculo da medida estatística. A medida estatística emergiu para dar nome ao que os alunos estavam a fazer.

Consideramos que, com o trabalho desenvolvido com os robots, os alunos aprenderam Estatística, tornaram-se mais capazes de resolver problemas, compreender, interpretar, analisar, relacionar, comparar e sintetizar dados, assim sendo, desenvolveram competência estatística no sentido em que a definimos.

## Notas

- 1 Ciclo de quatro etapas: formulação de questões e conceção do plano, recolha de dados, representação e análise de dados e interpretação dos dados e formulação de conclusões (Martins & Ponte, 2010; Selmer, Bolyard & Rey, 2011).
- 2 Projeto subsidiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia segundo o contrato PTDC/CPE-CED/099850/2008, que ocorreu entre 2010 e 2013. Disponível em: <http://www.cee.uma.pt/droide2/index.html>.
- 3 O cenário de aprendizagem criado e implementado está disponível em: [http://www.cee.uma.pt/droide2/ebook/ebook\\_vf.pdf](http://www.cee.uma.pt/droide2/ebook/ebook_vf.pdf), pp. 86-95.
- 4 Neste artigo, daqui em diante, sempre que mencionarmos a investigadora estaremos a referir-nos à investigadora participante na recolha de dados.
- 5 Embora tenha sido discutido durante as aulas a diferença entre *troço de corrida* e *pista de corrida* e os alunos demonstrarem saber a diferença entre eles (referiam que um troço de corridas é como no rali, em que a corrida se inicia num ponto e termina noutra, e uma pista é como na fórmula 1, em que a corrida começa e acaba no mesmo local), continuavam muitas vezes a utilizar a palavra *pista* para se referir ao *troço de corridas*.

- 6 Cada grupo de trabalho foi identificado pelo nome que deu ao seu robot. De uma forma espontânea os alunos referiam-se a um grupo de trabalho utilizando o nome do robot desse grupo.
- 7 Uma discussão mais alargada acerca da prática matemática escolar que emergiu da implementação deste cenário pode ser encontrada em Lopes (2012a), Lopes (2012b) e Lopes & Fernandes (2012).

## Referências

- Alda, L. S. (2012). Novas tecnologias, novos alunos, novos professores? Refletindo sobre o papel do professor na contemporaneidade. *Anais do XII Seminário Internacional em Letras Unifra. Santa Maria: Seminário Internacional em Letras: Língua e Literatura na (Pós-)Modernidade*. vol. 2. [Online]. Disponível em: <http://www.unifra.br/eventos/inletras2012/Trabalhos/4668.pdf>
- Antunes, C. (2001). *Como desenvolver as competências em sala de aula*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes.
- Ben-Zvi, D. & Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: goals, definitions, and challenges. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp. 3–15). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. (Springer).
- Bogdan, R. & Biklen, S. K. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora.
- Campos, C. R. (2007). *A Educação Estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da estatística em cursos de graduação* [Online]. Tese de Doutorado Universidade Estadual Paulista (UNESP). Brasil. Disponível em: [http://www.pucrs.br/famat/viali/tic\\_literatura/teses/Campos\\_Celso\\_Ribeiro.pdf](http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/teses/Campos_Celso_Ribeiro.pdf)
- Chance, B. L. (2002). Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment. *Journal of Statistics Education* [Online], 10(3) Disponível em: [www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html)
- Gal, I. & Garfield, J. (1997). *The Assessment Challenge in Statistics Education*. Amsterdam: IOS Press.
- Gal, I. (Ed.) (2000). *Adult Numeracy Development: Theory, Research, Practice*. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Garfield, J. (1998). The statistical reasoning assessment: Development and validation of a research tool. In L. Pereira-Mendoza, L. Seu Kea, T. Wee Kee & W. Wong (Eds.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Teaching Statistics*, (vol. 2, pp. 781–786). Voorburg: International Statistical Institute.
- Garfield, J. (2002). The Challenge of Developing Statistical Reasoning. *Journal of Statistics Education* [Online], 10(3) Disponível em: [www.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html)
- Garfield, J. & Gal, I. (1999). Teaching and Assessing Statistical Reasoning. In L. Stiff (Ed.), *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12: National Council Teachers of Mathematics* (1999 Yearbook, pp. 207–219). Reston, VA: Ed. L. Staff.
- Greeno, J. G. & Middle School Mathematics through Applications Project. (1998). The situativity of knowing, learning and research. *American Psychologist*, 53(1), 5–26.
- Groth, R. E., & Bargagliotti, A. E. (2012). GAISEing into the Statistics Common Core. *Mathematics Teaching in Middle Schools*, 18, 38–45.
- Lopes, P. C. (2012a). Robots numa prática escolar. In *Atas do II Congresso Internacional TIC e Educação*. Lisboa (pp. 1889–1899). IE UL.

- Lopes, P. C. (2012b). Uma corrida de robots numa prática matemática escolar. In *Atas do XXIII Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 459–470). Lisboa: APM.
- Lopes, P. C. & Fernandes, E. (2012). Uma corrida de robots na aula de matemática. *Revista Tecnologias na Educação*, 4(7), 1–13.
- Mallows, C. (1998). The Zeroth Problem. *The American Statistician*, 52, 1–9.
- Martins, M. E. & Ponte, J. P. (2010). *Organização e tratamento de dados*. Lisboa: ME-DGIDC.
- NCTM (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. Lisboa: APM. (Tradução portuguesa do original de 2000).
- Nisbett, R. (1993). *Rules for Reasoning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Pocinho, R. & Gaspar, J. (2012). O uso das TIC e as alterações no espaço Educativo, *Exedra* [Online], nº 6. Disponível em: <http://www.exedrajournal.com/docs/N6/09-Edu.pdf>
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon* [Online], 9(5), 1-6. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>
- Rumsey, D. J. (2002). Statistical Literacy as a Goal for introductory Statistics Courses. *Journal of Statistics Education* [Online], 10(3). Disponível em: <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n3/rumsey2.html>
- Sedlmeier, P. (1999). *Improving Statistical Reasoning: Theoretical Models and Practical Implications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Selmer, S., Bolyard, J., & Rye, J. (2011). Statistical reasoning over lunch. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 17(5), 274–281.
- Silva, C. B. (2007). *Pensamento estatístico e raciocínio sobre variações: um estudo com professores de matemática* [Online]. Tese de doutoramento em Educação Matemática. Pontifícia Universidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <http://iase-web.org/documents/dissertations/07.Silva.Dissertation.pdf>
- Watson, J. (1997). Assessing statistical thinking using the media. In I. Gal & J. Garfield (Eds), *The Assessment Challenge in Statistics Education* (pp. 107–121). Amsterdam: IOS Press and International Statistical Institute.
- Wodewotzki, M. L. L. & Jacobini, O. R. J. (2004). O Ensino de Estatística no contexto da Educação Matemática. In M. A. V. Bicudo & M. C. Borba (Eds), *Educação Matemática: pesquisa em movimento* (pp. 232–249). São Paulo: Cortez.

**Resumo.** Neste artigo relatamos parte de um estudo mais lato cujo objetivo é compreender de que forma o uso de tecnologias, nomeadamente robots, contribui para que os alunos desenvolvam literacia, pensamento e raciocínio estatístico e a sua capacidade de resolução de problemas, produzindo significado e incrementando a aprendizagem. Assumimos como fenómeno em estudo a aprendizagem da Estatística, tendo por base o desenvolvimento da literacia, do raciocínio e do pensamento estatístico. Nesta investigação de natureza qualitativa, a observação participante foi uma estratégia central na recolha dos dados, possibilitando um contacto estreito e pessoal com os alunos. Discutimos e analisamos como é que a aprendizagem ocorreu nas aulas de matemática em que alunos de 8.º ano, de uma escola básica do Funchal, juntamente com a professora e a investigadora participante na recolha dos dados, organizaram e realizaram corridas com robots. Foi importante prover um contexto relevante, a corrida com robots, para promover nos alunos conhecimento e consciência sobre os dados estatísticos a tratar. Assim, reconheceram o contexto em que estes foram recolhidos e a finalidade do seu uso. Foram capazes de raciocinar com as ideias e com os conceitos estatísticos, dando sentido às informações estatísticas.

*Palavras-chave:* Robots, Aprendizagem da Estatística, Literacia Estatística, Raciocínio Estatístico, Pensamento Estatístico.



**Abstract.** In this paper we report part of a broader study which purpose is to understand how the use of technology, especially robots, contributes to students' development of statistical literacy, reasoning and thinking and to their ability to solve problems, producing meaning and enhancing learning. Learning of statistics is the phenomenon under study. In this investigation, with a qualitative nature, participant observation was a central strategy in data collection process and enabled a close and personal contact with students. It was given particular relevance to the process and not to the product of the developed activities. Thus, we will discuss and analyze how learning occurred in math classes where 8th grade students, of a middle school in Funchal, their math teacher and researcher involved in the data collection process, have organized and have realized robot races. To provide a relevant context — The robots race — was important to promote knowledge and awareness, among students, about the statistical data. Thus, students have recognized the context in which data were collected and the purpose of its use. They were able to reason with ideas and statistical concepts, giving meaning to statistical information.

*Keywords:* Robots, Learning Statistics, Statistical Literacy, Statistical Reasoning, Statistical Thinking.

■■■

PAULA CRISTINA LOPES

Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva

crislopes@netmadeira.com

ELSA FERNANDES

Universidade da Madeira, UIDEF; IE UL

elsa@uma.pt

(Recebido em março de 2014; aceite para publicação em junho de 2014)

