

# Qual é a Resposta Correta?



## **Objetivo**

Apresentar aos alunos o conceito de que às vezes não há ninguém "correto" para responder a uma pergunta ou medição.

## **Visão Geral**

Os alunos aprendem a ter cuidado ao procurar uma resposta "correta" para perguntas como "Que horas são?" comparando várias medições da hora do dia. Os alunos adquirem uma compreensão intuitiva das características das medições imperfeitas. Usando relógios diferentes, os alunos registram simultaneamente os horários exibidos. As medições de tempo resultantes são convertidas de minutos e segundos para segundos. Essas medições são plotadas para ilustrar as técnicas matemáticas de médias e desvios da média.

## **Resultados dos Alunos**

Aprender a medir o tempo.

Compreender a precisão de uma medição.

## **Conceitos de Ciência**

Os níveis de medição incorporam graus de precisão.

Existem técnicas matemáticas para caracterizar a precisão de uma medição.

## **Habilidades de Investigação Científica**

Identificar perguntas passíveis de respostas.

Projetar e conduzir investigações científicas.

Usar a matemática apropriada para analisar dados.

Desenvolver descrições e explicações usando evidências.

## **Tempo**

Aproximadamente um período de aula

## **Nível**

**Elementar** - realizar apenas a etapa de comparação do relógio

**Médio e Secundário** - realizar a atividade completa

## **Materiais e Ferramentas**

Pelo menos um relógio por aluno, de qualquer tipo, que mostre segundos, será suficiente

Papel e uma ferramenta para escrever para cada aluno registrar tempos Cópias da *Folha de Trabalho de Medições de Tempo de Investigação GPS* e formulários de plotagem para cada aluno Opcional, mas desejável:

Calculadora com funções de adição, subtração, multiplicação e divisão Receptor de GPS (Usado como fonte de tempo padrão. O acesso a um receptor de GPS não é essencial.

Se disponível, use-o como um relógio altamente preciso.)

## **Preparação**

Fornecer pelo menos 10 relógios para uso pela classe. Os alunos podem usar relógios escolares ou trazer relógios de casa.

## **Pré-requisitos**

**Níveis iniciais** - capacidade de ler o tempo em um relógio

**Níveis intermediário e avançado** - habilidades de plotagem e representação gráfica

### Antecedentes

As medições de GPS serão feitas por uma grande variedade de instrumentos espalhados por grandes regiões geográficas e por longos períodos de tempo. Foram feitos esforços para recomendar instrumentos de precisão e resolução suficientes para atender aos objetivos científicos subjacentes. No entanto, haverá variações entre os valores de medição devido à diversidade de condições do instrumento e aos alunos pesquisadores.

#### Qual é a Resposta Correta?

Quando as pessoas fazem medições, geralmente desejam saber algo sobre a qualidade de seus valores adquiridos. Normalmente, alguém pergunta: "o quão longe estou da resposta correta?" ou "Obtive a resposta correta?" Isso pressupõe que haja uma resposta correta para comparar o valor medido.

Às vezes há uma resposta correta. No entanto, quando os cientistas começam a medir uma quantidade, especialmente se for a primeira vez, pode não haver um padrão contra o qual comparar os resultados. Se você possui o único instrumento para fazer uma medição específica e não tem motivos para duvidar dos valores que está registrando, é razoável considerar-se o padrão.

Um problema surge quando existem vários instrumentos de medição ou alguém afirma ser capaz de produzir o resultado "correto" ou melhores resultados. Foi dito: "Alguém com dois relógios não sabe a hora." Nesse caso, você, o cientista, precisa decidir como lidar com valores de medição potencialmente diferentes ou como escolher quais medições e padrões usar.

#### Resolução e Precisão Usando Relógios

O número de dígitos ou a menor unidade de tempo que pode ser lida com segurança por uma pessoa que observa um relógio é chamado de resolução do instrumento. Portanto, um relógio digital que exibe 12:30:21 (ou seja, 12 horas, 30 minutos e 21 segundos) tem uma resolução de cerca de um segundo porque o usuário do relógio pode ler o relógio no segundo mais próximo. Um relógio analógico (que possui ponteiros de horas, minutos e segundos) também

No entanto, o relógio que pode ser lido com uma resolução de 1 segundo pode desviar-se de uma fonte de tempo padrão de uma fração de segundo por algumas horas. A capacidade de um relógio para manter o tempo "correto" é chamada de precisão. Portanto, se você tiver um relógio que ganha 10 minutos todos os dias, ainda poderá lê-lo em uma resolução de um segundo, mas é preciso apenas 10 minutos por dia. Alguns dizem que este relógio tem um erro de 10 minutos por dia.



**Figura GPS-RA-1:** Uma coleção de relógios, todos com diferentes precisões e resoluções.

Os relógios são máquinas que exibem uma contagem de algo que muda com o passar do tempo. Os primeiros relógios determinavam o tempo contando gotas de água em queda ou grãos de areia. Estes não eram particularmente precisos porque é difícil controlar o tamanho das gotas de água ou a quantidade de areia que cai. Mais tarde, os relógios contavam as oscilações de pêndulos, as vibrações de diapásões, as oscilações mecânicas em cristais eletricamente estimulados e as ressonâncias atômicas. Cada um desses relógios subsequentes é mais preciso que seu antecessor e todos dependem da maior estabilidade e repetibilidade de um processo físico cíclico subjacente. Ver Figura GPS-RA-1.

Para que todos os relógios exibam a mesma hora, o ideal é que cada relógio tenha que ser ajustado na mesma hora simultaneamente e experimente as mesmas



possui uma resolução de cerca de um segundo, porque você pode ler o ponteiro dos segundos por cerca de um segundo. Um relógio analógico com apenas ponteiros de horas e minutos tem uma resolução de apenas cerca de um minuto, a menos que você possa determinar consistentemente a localização do ponteiro dos minutos entre marcadores de minutos individuais.

condições ambientais e mecânicas. Isso raramente acontece. Normalmente, os relógios são configurados em momentos diferentes a partir de diferentes referências, com diferentes precisões, com diferentes construções e experimentando diferentes ambientes.



Uma determinada coleção de relógios tenderá a oferecer uma coleção de valores temporais ligeiramente variáveis. Essa variação nos valores de medição será verdadeira para a maioria dos instrumentos de temperatura, distância e outras medições do programa GLOBE (termômetros, fitas métricas etc.).



Na decisão de quando alimentar um animal de estimação, por exemplo, um erro de alguns minutos no dia a dia pode ser insignificante. No entanto, uma medição da localização do Sistema de Posicionamento Global depende que os relógios a bordo dos satélites sejam altamente precisos. Um erro de um único microssegundo (1/1.000.000 de segundo) pode causar erros na localização do GPS exibida em mais de 300 metros. A resolução e a precisão desejadas dependem de você (do usuário) e de sua compreensão do seu aplicativo.

#### *Padrões de Tempo*



Até o advento das ferrovias americanas no final de 1800, havia poucos padrões amplamente aceitos para o tempo. Cada centro populacional possuía seus próprios relógios, que geralmente eram chamados de meio-dia solar local quando o sol aparecia no céu ou em algum outro evento celestial. No entanto, uma vez que se move 15 graus de longitude ou cerca de 1600 quilômetros ao longo do equador, o horário do meio-dia local muda em uma hora. Para facilitar o agendamento consistente em áreas do tamanho de continentes do nosso planeta, fusos horários foram criados e implementados. As ferrovias precisavam e apresentavam um período de referência comum.



Hoje, todos os fusos horários são referenciados a uma longitude de 0 graus que passa por Greenwich, Inglaterra. Greenwich abriga um dos grandes observatórios astronômicos. Foi estabelecido para a padronização do tempo

A estação de rádio dos EUA com as letras de chamada WWV transmite continuamente a hora do dia em inglês nas frequências de rádio de ondas curtas de 5, 10, 15, 20 e 25 MHz de Boulder, Colorado. Essas frequências são bloqueadas pelos padrões de tempo atômico. O governo canadense fornece um serviço semelhante em inglês e francês com sua estação de rádio de ondas curtas CHU em 7.335 e 14.670 MHz. Muitos desses serviços existem globalmente.

#### *O Sistema de Posicionamento Global*

O Sistema de Posicionamento Global possui uma série de satélites que transmitem sinais de temporização de relógios atômicos a bordo altamente precisos. Portanto, um receptor de GPS pode determinar seu tempo com uma precisão comparável à dos relógios no satélite. O receptor de GPS pode até remover o atraso devido ao tempo de viagem entre o satélite e o receptor terrestre, porque ele conhece os satélites e seus próprios locais. Assim, os receptores GPS se tornaram a melhor alternativa para ter seu próprio relógio atômico.

#### *Telecomunicações*

A comunicação do computador depende de medições de tempo que devem ser substancialmente mais precisas do que a taxa na qual os dados fluem. Se alguém estiver usando um modem de 14,4kb/segundo para transferir dados pela Internet, um novo bit de informação poderá ser apresentado ao modem a cada 1/14.400 segundos ou 70 microssegundos. Portanto, os relógios no hardware do computador devem ter resolução suficiente para separar cada fatia individual de 70 microssegundos e devem ser suficientemente precisos entre os relógios dos computadores transmissores e receptores, para não serem dessincronizados por mais de uma fração dos 70 microssegundos. Essas necessidades são atendidas facilmente pelo uso de cristais de quartzo que podem ser produzidos para vibrar mecanicamente em valores escolhidos entre

da navegação naval britânica. Assim, o horário de Greenwich, Inglaterra, é usado como padrão e é chamado de Horário do Meridiano de Greenwich (GMT), Horário Universal (UT) ou, às vezes, horário de Zulu. (Zulu refere-se a zero ou a 0 graus de longitude.) No *Protocolo GPS* do GLOBE, você usará a designação Horário Universal (UT) para suas medições.

A Marinha e o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST) dos Estados Unidos e as empresas de telefonia mantêm os tempos padrão usando relógios atômicos de alta precisão que contam as vibrações de uma variedade de átomos em condições bem definidas.

10 mil e 100 milhões de vezes por segundo. As vibrações são contadas eletronicamente por um circuito digital para determinar a quantidade de tempo que passou.

### **O que fazer e como fazê-lo**

**Etapa 1. Obtenha os Relógios** Localize pelo menos dez (e de preferência mais) relógios operacionais que exibem o tempo com uma resolução de um segundo. Designe um aluno para cada relógio e declare que um deles é o cronometrista principal. Em uma situação de sala de aula em que muitos alunos podem ter relógios de pulso com resoluções de um segundo, esses relógios são suficientes. Relógios de parede que exibem segundos em uma variedade de salas diferentes também são adequados. Cada aluno deve estar preparado para registrar um horário e poder ver ou ouvir o cronometrista principal.

### **Etapa 2. Faça as Medições**

Localize centralmente o cronometrista principal. Aos 30 minutos e zero segundos após a hora, esse aluno indicará aos outros alunos para registrar os valores de tempo exibidos no relógio no segundo mais próximo. Talvez dez segundos antes da hora designada, o cronometrista principal possa começar a contagem regressiva em voz alta para preparar os outros alunos.

Embora um horário específico funcione, a escolha de 30 minutos aumenta as chances de que durante as medições nenhum relógio avance para a próxima hora e, portanto, complique o processamento aritmético posterior.

**Alunos avançados:** Peça aos alunos que façam os cálculos e os gráficos.

**Outros alunos:** O professor realiza os cálculos e gráficos fora da aula para posterior apresentação e discussão. Embora os alunos mais jovens possam não entender a aritmética, eles realmente entendem como a forma do gráfico do histograma aparece para várias precisões do relógio.

### **Etapa 3. Que horas eram?**

Para detalhes, consulte o exemplo *Folha de Trabalho de Medições de Tempo de Investigação GPS* e instruções.

Determine a média de todas as medições da hora do dia.

Para determinar a hora média do dia em que os dados foram registrados:

Determine o número de segundos após a hora para o tempo gravado de cada participante.

Adicione esses valores de segundos para produzir uma soma.

Divida pelo número de participantes para produzir o tempo médio.

Converta isso de volta para minutos e segundos e grave.

### **Etapa 4. Nossos relógios são bons?**

#### **Determine o Desvio da Média.**

Para cada participante, calcule a diferença do valor do tempo de cada participante da média. Não mantenha o sinal. Todos os resultados são positivos. Adicione-os para produzir uma soma. Divida essa soma pelo número de participantes para produzir o desvio médio. O desvio médio é uma medida da distância entre cada medição e o tempo médio.

Plote diferenças da média de nossos tempos registrados. Consulte a *Folha de Trabalho de Ocorrências versus as Diferenças*.

Cada bin tem 10 segundos de largura e 10 segundos do número médio de segundos. Registre o número médio de segundos na caixa central. Coloque um X no bin apropriado para o número de segundos de cada participante na hora. Esse tipo de plotagem é chamado de histograma.

Como a plotagem seria diferente se tivéssemos uma coleção mais ou menos precisa de relógios?

#### **Investigação Adicional**

Se você tiver acesso a um receptor de GPS, use seu tempo para definir um relógio que possa ser usado como o relógio principal para as medições. O tempo exibido no receptor de GPS provavelmente será o tempo mais preciso disponível.

Se tivermos relógios de maior qualidade, como nosso desvio médio calculado mudará?

Os alunos com acesso a programas de computador em planilhas podem querer automatizar os cálculos aritméticos encontrados na planilha.

Alunos avançados podem querer investigar os conceitos estatísticos de desvio e

variância padrão.

---

Bem-vindo

Introdução

Protocolos

Atividades de Aprendizagem

Apêndice

### **Avaliação dos Alunos** **Quantitativa**

Pergunte aos alunos como a plotagem do histograma seria diferente se eles tivessem uma coleção de relógios melhor ou pior. Melhor: Xs agrupados mais perto. Pior: mais distantes. Eles poderiam registrar valores de relógio? Eles poderiam entender a aritmética? Algum dos dados deve ser rejeitado? Se uma amostra de dados é obviamente inadequada, como em um relógio parado, sim!

### **Qualitativo**

O aluno deve ser capaz de descrever situações nas quais seja e não seja razoável exigir uma resposta "correta". O aluno deve ser capaz de listar exemplos de medidas que eles fazem em suas vidas e deve contrastar entre as resoluções e precisões disponíveis e desejáveis para essas medições. O aluno deve assumir a responsabilidade de determinar a precisão e a resolução necessárias para as medições exigidas por uma investigação.

# Investigação GPS

## Planilha de Medições de Tempo

Seu nome: Jordan Malik Data de hoje: 14 de abril de 2001

Número do participante	Tempos Gravados (H. Min. Seg.)	Segundos após a Hora (Segundos)	Média (segundos)	Diferença da Média (Segundos)	Média de Diferenças (Segundos)
1	12 30 0	1800		6.9	
2	12 29 54	1794		12.9	
3	12 30 1	1801		5.9	
4	12 30 15	1815		8.1	
5	12 31 1	1861		54.1	
6	12 30 25	1825		18.1	
7	12 30 3	1803		3.9	
8	12 30 7	1807		0.1	
9	12 29 22	1762		44.9	
10	12 30 1	1801		5.9	
11			- 1806 9 -		16 08 -
12	Dez alunos participaram		Número Médio de Segundos na Hora		Desvio Médio
13					
14					
15					
16					
17					Soma da Diferença Dividida - por número de Participantes
18					
19					
20			Soma dividida pelo número de Participantes		
10	= Número de Participantes	18069	= Soma	160,8	= Soma da Diferença

Tempo Médio  
(Minutos)    (Segundos)  
30                    6,9

### Instruções

#### Tempos Gravados

#### Computações

**Determine o número de segundos após a hora para o tempo gravado de cada participante.**

(Total de Segundos = Minutos x 60 + Segundos)

**Determine o tempo médio.**

(Tempo médio = Soma de segundos / Número de participantes)

**Calcule a diferença do valor do tempo de cada participante da média.**

(Diferença = Segundos na hora - Segundos médios)

(Não mantenha o sinal - todos os resultados são números positivos)

**Determine as médias das diferenças.**

#### Histograma de Plotagem

Registre o número médio de segundos na caixa central.

Cada bin está a 10 segundos da média e 10 segundos de largura.

Determine o tempo para cada bin adicionando ou subtraindo da média.

Para cada número de segundos na hora, coloque um "X" no bin mais próximo.

(O número de X deve ser o mesmo que o número de participantes.)

# Investigação GPS

## Planilha de Medições de Tempo

Seu nome: Jordan Malik Data de hoje: 14 de abril de 2001

Número do participante	Tempos Gravados (H. Min. Seg.)	Segundos após a Hora (Segundos)	Média (segundos)	Diferença da Média (Segundos)	Média de Diferenças (Segundos)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12			Número Médio de Segundos na Hora		Desvio Médio
13					
14					
15					
16					
17					
Soma da Diferença Dividida - pelo número de Participantes			Soma dividida pelo número de Participantes		Difference Sum divided -by number of- Participants
19					
20					
10	= Número de Participantes		= Soma		= Soma da Diferença

**Tempo Médio**  
(Minutos)    (Segundos)

### Instruções

#### Tempos Gravados

#### Computações

**Determine o número de segundos após a hora para o tempo gravado de cada participante.**

(Total de Segundos = Minutos x 60 + Segundos)

**Determine o tempo médio.**

(Tempo médio = Soma de segundos / Número de participantes)

**Calcule a diferença do valor do tempo de cada participante da média.**

(Diferença = Segundos na hora - Segundos médios)

(Não mantenha o sinal - todos os resultados são números positivos)

**Determine as médias das diferenças.**

#### Histograma de Plotagem

**Registre o número médio de segundos na caixa central.**

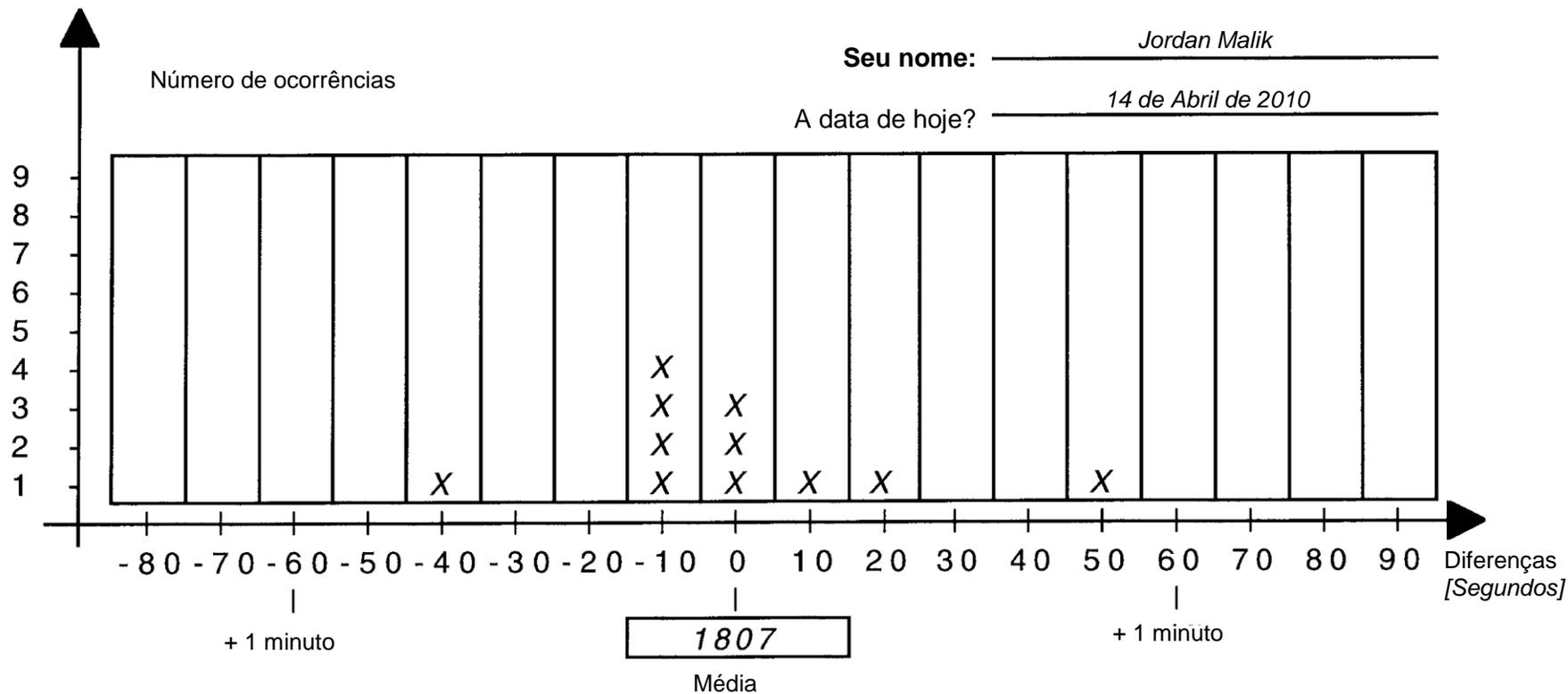
**Cada bin está a 10 segundos da média e 10 segundos de largura.**

**Determine o tempo para cada bin adicionando ou subtraindo da média.**  
**Para cada número de segundos na hora, coloque um “X” no bin mais próximo.**  
(O número de Xs deve ser o mesmo que o número de participantes.)

# Investigação GPS

Folha de Trabalho de Ocorrências versus as Diferenças.

Plotagem 1: Histograma do Número de Ocorrências versus Diferenças



# Investigação GPS

Folha de Trabalho de Ocorrências versus as Diferenças.

Plotagem 1: Histograma do Número de Ocorrências versus Diferenças

