



“A avaliação da matemática e das
ciências no TIMSS: Do quadro concetual
aos resultados”

TIMSS 2019

8.º Ano

*TIMSS - Trends in International Mathematics and Science Study - **PORTUGAL***

O TIMSS é um estudo internacional de avaliação do desempenho de alunos dos 4.º e 8.º anos de escolaridade a Matemática e a Ciências, coordenado pela IEA - *International Association for the Evaluation of Educational Achievement*, desde o ano de 1995.

18 de outubro de 2023

Ana Farrajota (Matemática) e José Manuel Machado (Ciências)



TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



**REPÚBLICA
PORTUGUESA**
EDUCAÇÃO



INSTITUTO
DE AVALIAÇÃO
EDUCATIVA, I.P.

Do quadro concetual aos resultados:

- Definição do quadro concetual
- Construção dos materiais (teste e questionários)
- Validação de itens (etapas)
- Tradução e adaptação nacional dos materiais
- Montagem do teste
- Processo de classificação – fiabilidade
- Resultados
- PSI - “Edifício” e “Plantas da pimenta”





Enquadramento

O TIMSS é um estudo internacional conduzido pela *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA).

A IEA é uma cooperativa internacional independente constituída por organizações públicas e privadas que desenvolvem investigação no domínio da educação. Promove também o PIRLS e o ICILS em que Portugal participa.

Cada ciclo do TIMSS tem a duração de quatro anos.

O TIMSS 2019 foi a sétima edição do estudo iniciado em 1995.

Portugal participou nas edições do TIMSS de 1995 , 2011, 2015 e 2019 e no TIMSS *advanced* em 2015.

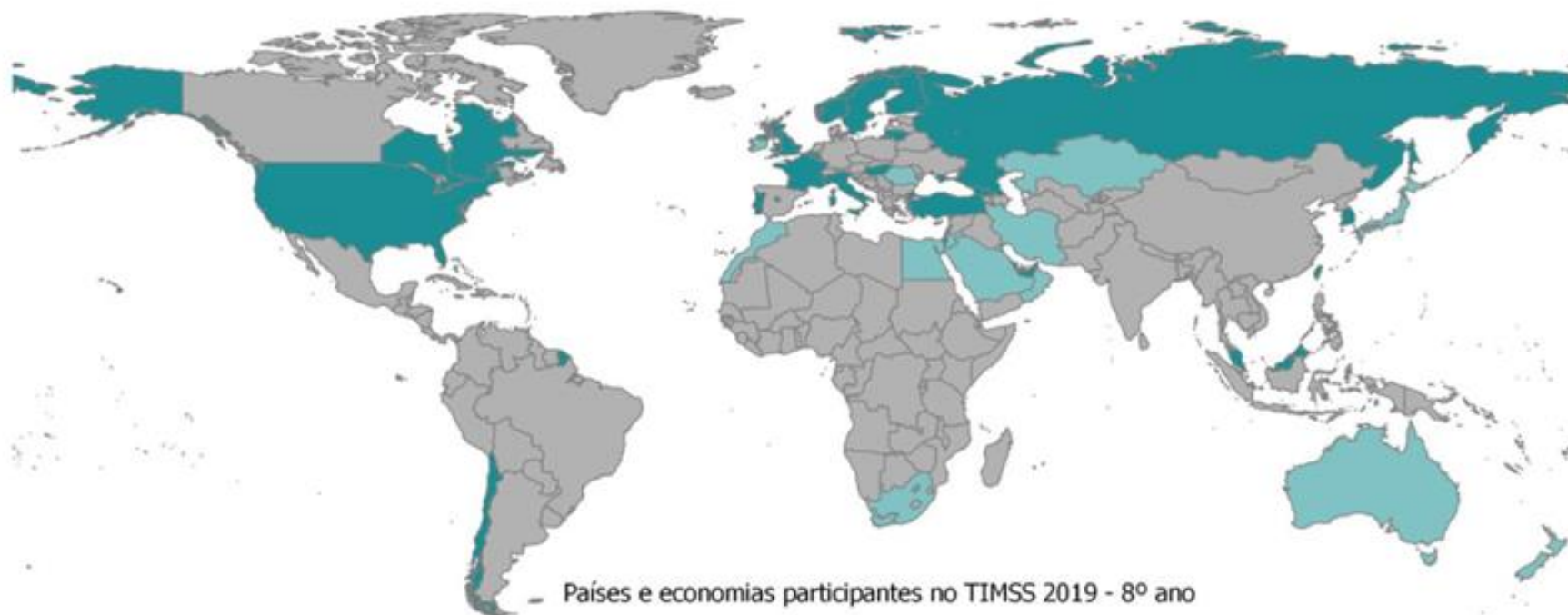
O objetivo central do TIMSS é recolher dados acerca do desempenho dos alunos a matemática e ciências, os resultados são enquadrados por dados recolhidos através de questionários aos alunos, encarregados de educação, professores e diretores de escola.



8.º ano

Participaram 39 países e 7 regiões

(32 transitaram para o eTIMSS)



eTIMSS

TIMSS papel

0 25 000 50 000 km

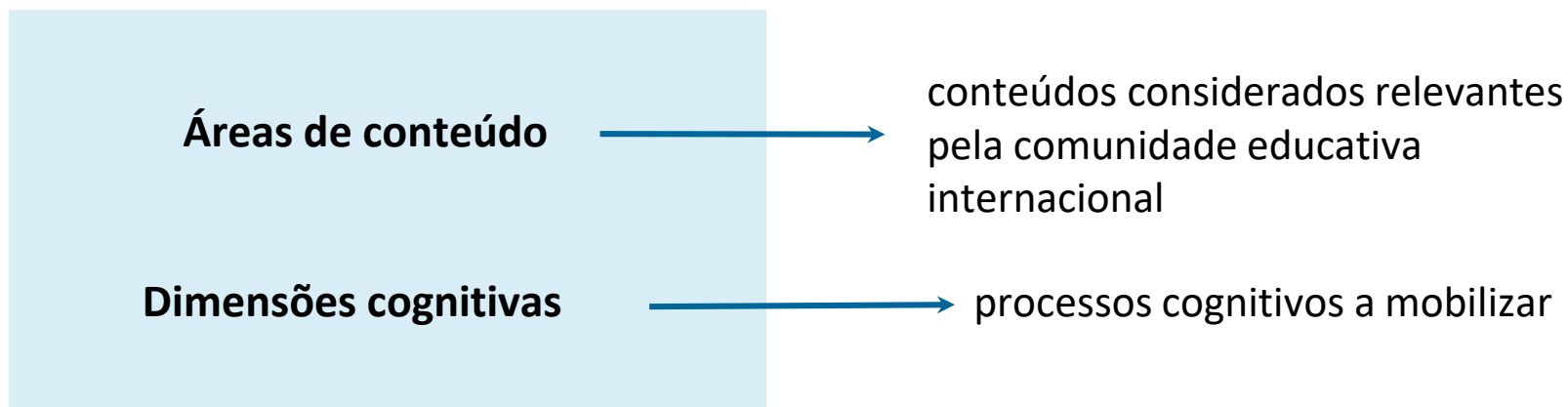


O quadro conceitual do teste do TIMSS é estabelecido por um comité de especialistas do consórcio internacional (*Science and Mathematics Item Review Committee - SMIRC*), em colaboração com representantes dos vários países.

O quadro conceitual do TIMSS 2019 resultou de uma atualização do estabelecido para o TIMSS 2015.

Tem em consideração que aprender **Matemática e Ciências** desenvolve várias capacidades. Estas disciplinas têm aplicações em muitas atividades do dia a dia e estão na base de conhecimentos fundamentais de muitas profissões.

A avaliação é feita em torno de dois eixos:





8.º ano

Áreas de conteúdo em avaliação na Matemática

Números (30%)	Álgebra (30%)	Geometria (20%)	Dados e Probabilidades (20%)
Números inteiros (10%) Frações e números decimais (10%) Razões; proporções e percentagens (10%)	Expressões, operações e equações (20%) Relações e funções (10%)	Formas geométricas e medida	Dados (15%) Probabilidades (5%)

Números (30%)

Frações e números decimais (10%)

Tópico 1 – Identificar, comparar ou ordenar números racionais (frações, números decimais e inteiros) utilizando diversos modelos e representações (p. ex., reta numérica) e saber que existem números que não são racionais.

Tópico 2 – Efetuar cálculos com números racionais (frações, números decimais e inteiros) inclusive na resolução de problemas



#TIMSS2019



8.º ano

Áreas de conteúdo em avaliação nas Ciências

Biologia (35%)	Química (20%)	Física (25%)	Ciências da Terra (20%)
Características e processos vitais dos organismos Células e suas funções Ecossistema Diversidade, adaptação e seleção natural Saúde humana Ciclos de vida, reprodução e hereditariedade	Composição da matéria Propriedades da matéria Transformação química	Estados físicos e mudanças na matéria Transformações e transferências de energia Luz e som Eletricidade e magnetismo Movimento e força	Estrutura terrestre e características físicas Processos, ciclos e história da Terra Recursos terrestres, a sua utilização e preservação A Terra no sistema solar e no universo

Dimensões cognitivas

	Matemática	Ciências
Conhecer 35%	Lembrar Reconhecer Classificar / Ordenar Calcular Reter Medir	Lembrar / Reconhecer Descrever Apresentar exemplos
Aplicar 40%	Determinar Representar / Modelar Implementar	Comparar/ Contrastar / Classificar Relacionar Utilizar modelos Interpretar informação Explicar
Raciocinar 25%	Analisar Integrar / Sintetizar Avaliar Formular conclusões Generalizar Justificar	Analisar Sintetizar Formular questões/ hipóteses / Prever Conceber investigações Avaliar Formular conclusões Generalizar Justificar

Dimensão cognitiva - Conhecer

Matemática

<i>Lembrar</i>	Lembrar-se de definições, terminologia, propriedades dos números, unidades de medida, propriedades geométricas e notação.
<i>Reconhecer</i>	Reconhecer números, grandezas, expressões e formas; reconhecer elementos matematicamente equivalentes (p. ex., frações, dízimas, e percentagens equivalentes; diferentes orientações de figuras geométricas simples).
<i>Classificar/ Ordenar</i>	Classificar números, expressões, grandezas e formas a partir de propriedades comuns.

Ciências

<i>Lembrar/ Reconhecer</i>	Identificar ou apresentar factos, relações e conceitos; identificar características ou propriedades de organismos, materiais ou procedimentos específicos; identificar a utilização apropriada dos equipamentos e procedimentos científicos; reconhecer e utilizar vocabulário científico, símbolos, abreviaturas, unidades e escalas.
<i>Descrever</i>	Descrever ou identificar descrições de propriedades, estruturas ou funções de organismos e materiais; de relações entre organismos ou entre materiais e processos e de fenómenos.
<i>Apresentar exemplos</i>	Apresentar ou identificar exemplos de organismos, materiais e processos com características especificadas; ilustrar factos e conceitos com exemplos apropriados.

Dimensão cognitiva - Raciocinar

Matemática

Analisar

Determinar, descrever ou utilizar relações entre números, expressões, grandezas e formas.

**Integrar/
Sintetizar**

Juntar vários conhecimentos, representações e procedimentos para resolver problemas.

Avaliar

Avaliar estratégias de resolução de problemas alternativas e soluções.

**Formular
conclusões**

Fazer inferências válidas com base em informação e evidências.

Ciências

Analisar

Identificar os constituintes de um problema científico e utilizar informação, conceitos, relações e dados relevantes para responder a questões e resolver problemas.

Sintetizar

Responder a questões que envolvam a consideração de vários fatores ou a relação entre conceitos.

**Formular
questões/
Hipóteses/
Prever**

Formular questões que possam ser respondidas através da investigação e prever resultados quando é dado o desenho da investigação; formular conjecturas testáveis tendo por base entendimento conceptual, conhecimento proveniente da experiência ou da observação ou a análise de informação científica; utilizar evidência e o entendimento conceptual para prever os efeitos da alteração de condições biológicas ou físicas.



Construção dos materiais (teste e questionários)

Os itens são construídos de forma semelhante de ciclo para ciclo, mas cada ciclo tem características únicas.

No ciclo do TIMSS 2019:

- foi feita a “ponte” para o eTIMSS (adaptação de itens e estudo de invariância de modo);
- foi criada, pela primeira vez, uma coleção de *Problem solving and inquiry* (PSI);
- foram disponibilizadas novas ferramentas para os alunos responderem aos itens;
- foi possível recolher dados sobre o tempo que cada aluno demorou em cada item e que ferramentas usou;
- foi possível classificar automaticamente muitos itens.

“If you want to measure change, do not change the measure.”

(John Tukey and Albert Beaton)

Em cada ciclo é feita uma atualização de itens de modo que o teste não se torne datado e continue a avaliar os aspetos relevantes.

O teste do TIMSS 2019 foi constituído por
40% de itens novos
60% de itens *trend*



No final de cada ciclo são descartados alguns itens que serão substituídos por novos itens. Os restantes itens são mantidos em reserva para serem usados nos ciclos seguintes: são os itens *trend*.

Esta organização permite em cada ciclo usar itens de três ciclos diferentes: itens novos; itens do ciclo anterior e itens de dois ciclos anteriores.

O **teste piloto** tem aproximadamente uma vez e meia o número de itens necessário para o **teste principal**.

Ao todo foram testados aproximadamente 800 itens.

Os itens são desenvolvidos através de um processo colaborativo que envolve todos os países participantes e o TIMSS & PIRLS International Study Center.



**8.º ano**

O Manual para a construção de itens inclui informação geral acerca dos procedimentos a seguir para construir itens que permitam medir o que se pretende.

Cada equipa recebe indicações precisas da área de conteúdo e do respetivo tópico que cada item deve avaliar. **O que o estudante deve saber? O que o estudante deve ser capaz de fazer? Quais as evidências que melhor demonstram esse conhecimento ou capacidade?**

Devem ser prevenidos problemas de adaptação e tradução (Ex: culturais, religiosos,...) e de comparabilidade (Ex: unidade monetária fictícia usada é o *ZED*).

O manual apresenta ainda indicações para o desenvolvimento dos critérios de classificação dos itens (seleção e resposta construída) e listas de verificação.

118 representantes dos vários países
construíram itens para o TIMSS 2019

	4.º ano	8.º ano
Matemática	300	300
Ciências	200	200



4.º ano e 8.º ano

Item Number:

TIMSS 2019 Item Template

Framework Classification

Subject: Select one 1	Content Domain: Números	Cognitive Domain: Conhecer
Grade: Select one 4	Topic Area: Números inteiros	Cognitive Area: Classificar
Item Type: Select one	Topic: Conhecer o valor posicional dos algarismos	

eTIMSS Item Features

Tablet/PC Tools	<input type="checkbox"/> Ruler 	<input type="checkbox"/> Calculator (8th grade only)
Item Components	<input type="checkbox"/> Drag and Drop 	<input type="checkbox"/> Sorting
	<input type="checkbox"/> Selection 	<input type="checkbox"/> Drop-down
	<input type="checkbox"/> Line Tool 	

Itens de seleção: Escolha múltipla simples ou composta

Itens de resposta construída

<https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/pdf/T19-item-writing-guidelines.pdf>



Validação de itens

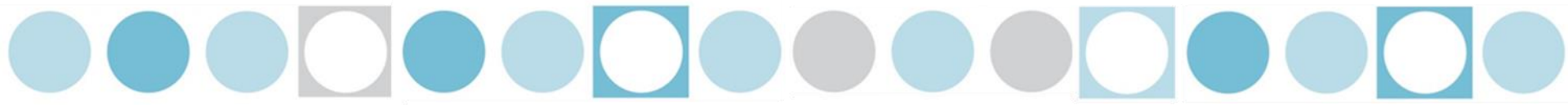
Após a sua construção, itens e critérios passam por diversos processos de validação:

- seleção, afinação e aprovação pelo SMIRC;
- aplicação dos itens a uma pequena amostra de alunos de língua inglesa – aferição de critérios e recolha de exemplos de respostas;
- apresentação dos itens aos países participantes;
- reuniões de concertação da validação dos itens e dos critérios de classificação;

- aplicação no estudo piloto e respetiva classificação;
- análise dos índices psicométricos dos itens (internacional e nacional);
- seleção dos itens a constar no estudo principal;

- reuniões de concertação da classificação (itens e critérios);
- aplicação e classificação/codificação dos itens.

TIMSS 2019 - Estudo de invariância de modo





Tradução e adaptação nacional dos materiais

- 50 línguas diferentes
- Plataforma digital
- Primeira proposta de tradução com as adaptações nacionais todas identificadas e justificadas

Ex.: separador decimal; peso vs massa

- Validação é feita por especialistas que enviam os seus comentários
- Há concertação para finalizar o processo

Indicadores e sinais de alarme:

- índice de discriminação inferior a 0,1;
- acerto inferior a 25% ou superior a 95%;
- fiabilidade da classificação inferior a 85%;
- diferenças significativas entre rapazes e raparigas.





Montagem do teste

O teste é composto por:

- 14 blocos de itens por área disciplinar, com aproximadamente 15 itens em cada bloco;
- 4 blocos de PSI.

Ciências 8.º ano

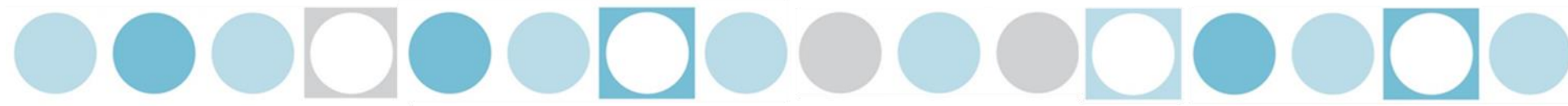
Área de Conteúdo

Biologia	Química	Física	Ciências da Terra	Total
77	44	55	44	220

Domínio Cognitivo

136 itens de seleção
84 itens de resposta construída

Conhecer	Aplicar	Raciocinar	Total
83	83	54	220





Montagem do teste

- Cada aluno responde a um caderno composto por 4 blocos (dois de matemática e dois de ciências)
- Posição do bloco

M01	M02	S01	S02
S02	S03	M02	M03
M03	M04	S03	S04
S04	S05	M04	M05
M05	M06	S05	S06
S06	S07	M06	M07
M07	M08	S07	S08

4º ano:

72 min (duas partes de 36 min)
mais 30 minutos de questionário

8º ano:

90 min (duas partes de 45 min)
mais 30 minutos de questionário





Processo de classificação – fiabilidade

- Plataforma digital criada para esse fim
- Máquina vs humana
- De 4 a 6 classificadores
- Formação e classificação item a item (internacional, replicada)
- Fiabilidade nacional - cerca de 200 respostas por item
- Fiabilidade internacional - cerca de 30 respostas por item
- Fiabilidade longitudinal (*trend*)
- Relatórios de fiabilidade (concordância de pelo menos 85%)



63 itens com codificação humana nas Ciências do 4.º ano
22 500 respostas por classificador
Fiabilidade **95%**

29 itens com codificação humana na Matemática do 8.º ano
15 000 respostas por classificador
Fiabilidade **97%**



Área de conteúdo: **Álgebra**

8.º ano

Resolver equações lineares simples Expressões, operações e equações (tópico 4)

Construir uma equação linear para o perímetro de um triângulo e resolver a equação para determinar o comprimento de um dos seus lados.

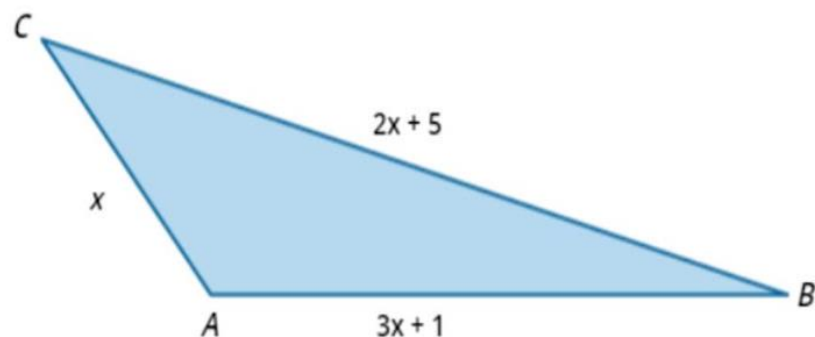
Dimensão cognitiva: **APLICAR**

Área cognitiva: **Determinar**

Portugal 18% Internacional 31%

1

O perímetro do triângulo [ABC] é 21 cm.



Qual é o valor de x ?

$x =$ cm

Exemplo de resposta a que seria atribuída a cotação total (1 ponto).



8.º ano

Área de conteúdo: **Biologia**

Diversidade, Adaptação e Seleção Natural (tópico 1A)

Variação como base da seleção natural:

reconhecer que as variações nas características físicas e comportamentais entre os indivíduos de uma população dão a alguns indivíduos uma vantagem para sobreviver e para transmitir as suas características aos filhos.

Dimensão cognitiva: **RACIOCINAR**
Área cognitiva: **Formular conclusões**

Portugal 79% Internacional 61%

1

O Diogo leu uma ficha informativa sobre crocodilos.

Factos sobre Crocodilos

1. Os crocodilos têm uma esperança de vida de 75 anos.
2. Os crocodilos atuais são idênticos aos crocodilos ancestrais, encontrados em fósseis.
3. Os crocodilos têm um ângulo de visão de 290°, tal como se mostra no diagrama.



De que modo o ângulo de visão dos crocodilos pode ajudá-los a sobreviver no seu ambiente?

Apresenta uma razão.

O crocodilo consegue ver os predadores e as presas em quase todo o seu redor sem mover a cabeça.

Exemplo de resposta a que seria atribuída a cotação total (1 ponto).

PSI - Problem Solving and Inquiry

São tarefas de resolução de problemas e investigação que incluem a possibilidade de simular situações em laboratório ou conduzir experiências e investigações científicas virtuais.

4º ano

Matemática **“Festa na escola”** Os alunos programam uma festa determinando o preço para os bilhetes, a quantidade de comida, bebida e decorações a comprar para a festa.(12 itens - 14 pontos)

Ciências: **“Investigação na quinta”** Os alunos conduzem uma investigação virtual para identificar o animal da quinta responsável por comer as plantas do jardim.(10 itens - 16 pontos)

8º ano

Matemática **“Edifício”** Os alunos projetam a construção de um edifício para armazenar equipamento e um depósito de água. (9 itens - 11 pontos)

Ciências: **“Plantas da pimenta”** Os alunos programam e conduzem uma experiência virtual para testar os efeitos de dois fertilizantes no desenvolvimento das plantas da pimenta. (13 itens - 18 pontos)



8.º ano

PSI - Edifício

Ecrã 1 - Introdução

Neste *Problem Solving and Inquiry (PSI)*, os alunos participam virtualmente num projeto para a construção de um armazém para um jardim e um depósito para armazenar a água da chuva.

Na realidade, os alunos não vão precisar de projetar o edifício, mas irão precisar de visualizar como será o armazém nas diferentes etapas da sua construção.

É proposta uma sequência para a construção que começa pelo chão, depois pelo telhado, paredes e finalmente o tanque para armazenar a água da chuva.



1 Edifício

Vais ajudar a fazer o projeto de um edifício para armazenar equipamento.

Utiliza os separadores para veres os vídeos que mostram as várias partes do edifício que vais ajudar a projetar.



Clica em  para começar.

1

Building

You will help to design a building to store equipment.

Use the tabs to see videos of the parts of the building you will help design.



Floor

Roof

Walls



Click  to start.

PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 1 - Introdução





PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 2 – item 2

2

1 ponto

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Domínio Cognitivo: Aplicar

Neste item, os alunos tinham de determinar a área de um quadrado e de considerar as três secções iguais para determinar a área total, isto é, a área de implantação do edifício ou chão do edifício.

A média internacional (**INT**) nos 32 países do eTIMSS foi de 44% (3 secções - 1 crédito) e 25% (apenas uma secção - sem crédito).

Em Portugal (**PRT**) foi de 43% (3 secções) e 26% (apenas uma secção).

Singapura – 70%; 22%

2

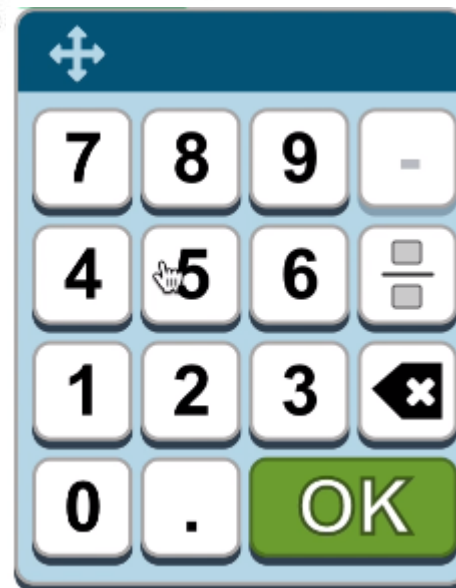
Tamanho do edifício

A estrutura do edifício vem em secções com bases de 4 m por 4 m.



Qual é a área da base de um edifício com 3 secções?

Resposta: m²





PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 3 – item 3

3

1 ponto

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Domínio Cognitivo – Aplicar

Neste item, os alunos têm de selecionar a expressão que permite calcular a medida de comprimento do telhado, recorrendo ao Teorema de Pitágoras.

No entanto, os alunos não precisam de calcular esse valor!

INT – 23%

PRT – 21%

Singapura – 56%

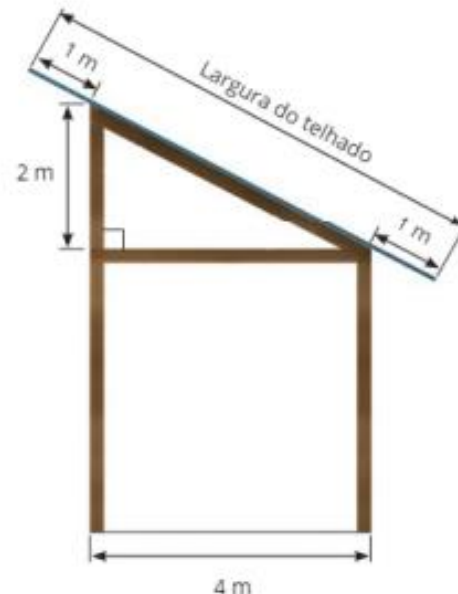
Os alunos de três países asiáticos destacaram-se neste item: Singapura, Taipé Chinesa e Hong Kong SAR (56%, 52%, 42%, respetivamente).

3

Telhado

O telhado está inclinado para que a água escorra para fora do edifício.

O telhado prolonga-se 1 m para além das bordas da frente e de trás do edifício.



Qual das expressões permite calcular a largura do telhado?

A $2 + \sqrt{20}$

B $2 + \sqrt{6}$

C $2 + (4^2 + 2^2)$

D $2 + (4 + 2)$

Construindo as paredes

Vais construir as paredes do edifício. O edifício terá duas paredes laterais e uma parede na parte de trás.

Clica nos separadores para mudar de vista.



A placa que vais usar tem 14 m por 14 m. Os quadrados na placa têm 1m por 1m cada um.

Desenha linhas na placa para mostrares onde cortarias a peça única para fazer a parede da parte de trás e as duas peças para fazer as paredes laterais.



PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 4 – item 4

2 pontos

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Cognitivo: Raciocinar

Neste item, os alunos têm de simular o corte de três peças.

Os alunos têm de desenhar, utilizando a ferramenta de desenho disponível no topo da placa, três peças a cortar para a construção das paredes: a parede do fundo e as duas peças das paredes laterais.

You are going to build the walls of the building. The building will have two side walls and one back wall.

Click the tabs below to see another view.

Front View

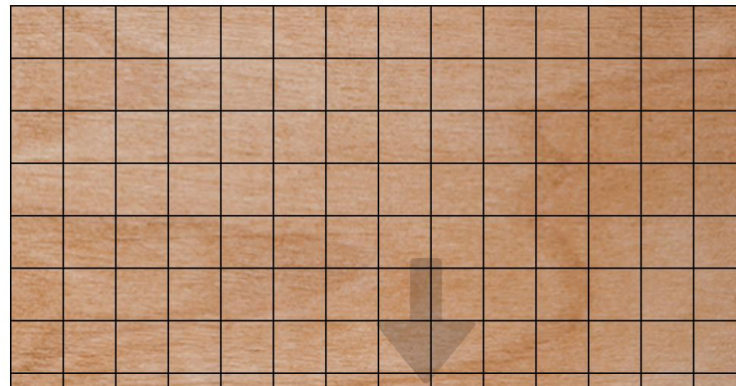
Back View

Side View



The board you have is 14 m by 14 m. The squares on the board are each 1 m by 1 m.

Draw lines on the board to show where you would cut the one piece for the back wall and the two pieces for the side walls.



PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 4

Crédito total: Todas as três peças desenhadas corretamente na quadrícula

Crédito parcial : Apenas a peça da parede do fundo do armazém

Crédito Total: INT – 26% PRT – 24%

Crédito Parcial: INT – 11% PRT – 15%

Singapura – 53% / 15%

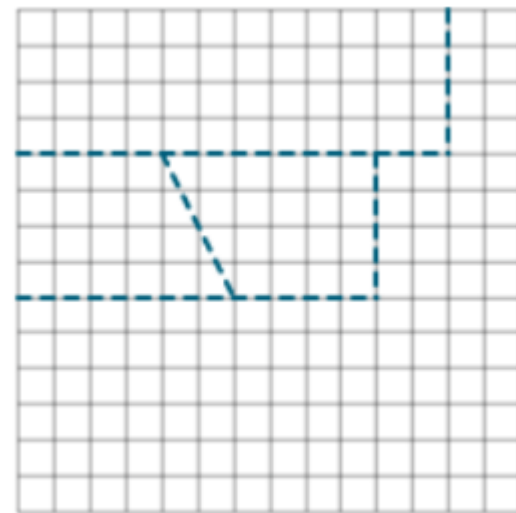
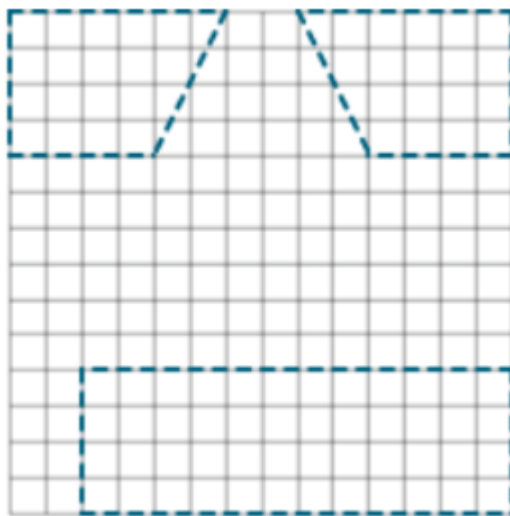
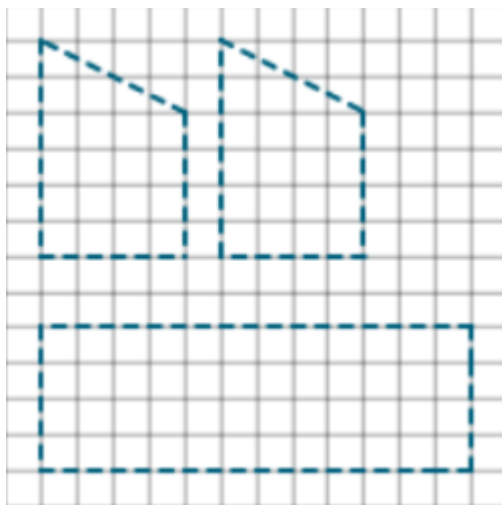


PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 4

Exemplo de respostas com crédito total:



O TIMSS & PIRLS International Study Center utilizou as respostas deste item de resposta construída graficamente para explorar as possibilidades de utilizar a classificação automática (máquina) em ciclos futuros. *Artificial Neural Networks* (ANN) foi 'treinado' de acordo com os critérios de classificação e com exemplos de respostas de alunos.

Foram utilizadas 14 737 imagens com respostas retiradas de 25 países participantes.



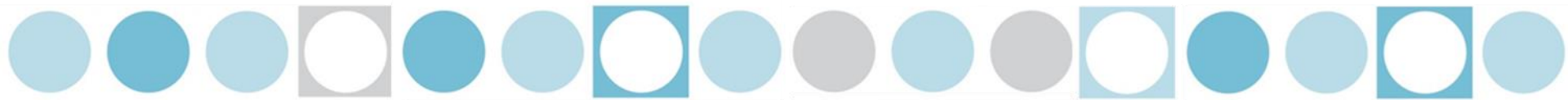
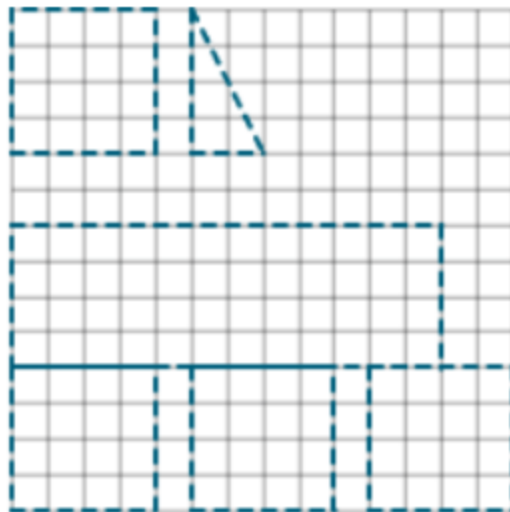
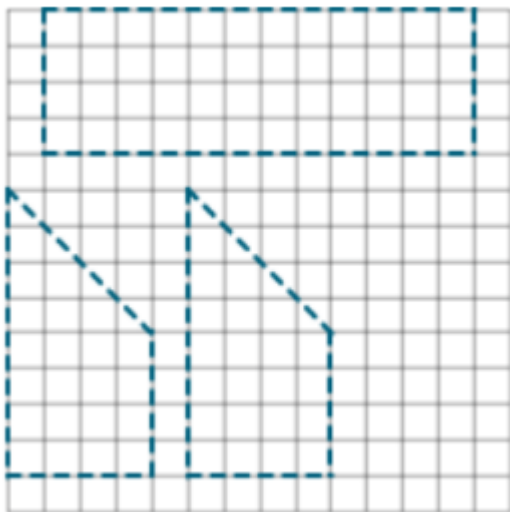


PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 4

Exemplo de respostas com crédito parcial:





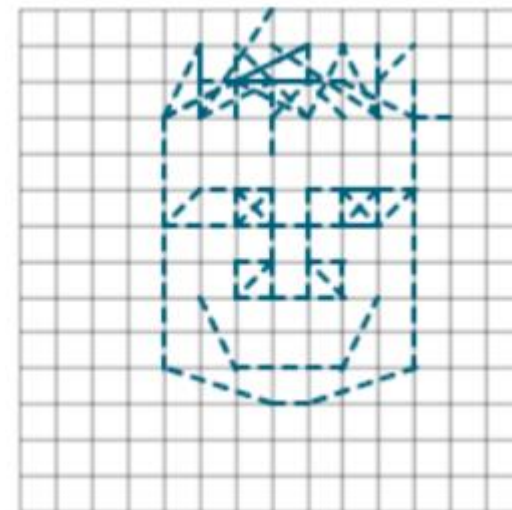
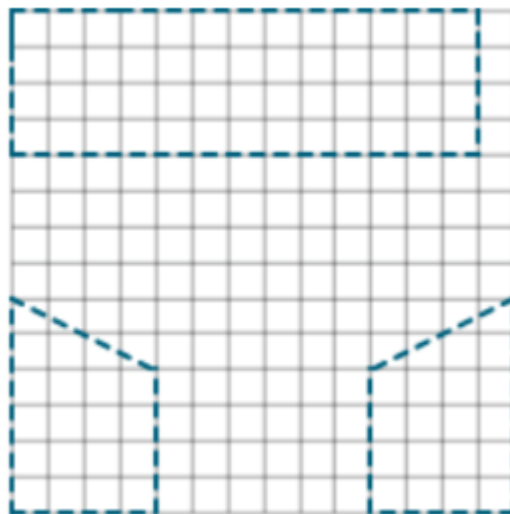
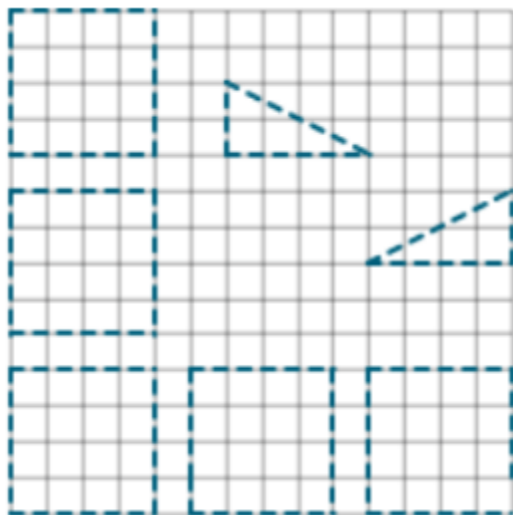
PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 4

Exemplo de respostas incorretas, considerando três situações distintas:

- respostas em branco;
- figuras com medidas de comprimento incorretas;
- resposta fora de contexto.



Foram raros os alunos a apresentarem a placa vazia.



8.º ano
5A

PSI - Edifício

Ecrã 5 – itens 5A, 5B e 5C

1 ponto

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Domínio Cognitivo: Aplicar

INT – 32%

PRT – 29%

Hong Kong SAR – 68%

Foram ainda identificadas respostas em que os alunos consideraram a área de um retângulo.

INT – 15%

PRT – 18%

Hong Kong SAR – 8%

5

Pintando as paredes

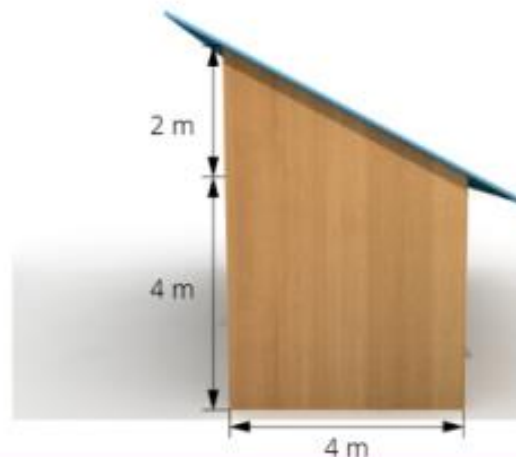
As paredes do edifício foram acrescentadas ao teu projeto. O exterior das duas paredes laterais e o da parede da parte de trás têm de ser pintados.

Clica nos separadores para mudar de vista.

Vista de frente

Vista de trás

Vista de lado



A. Qual é a área de uma parede lateral?

Resposta: m²



PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 5 – itens 5A, 5B e 5C

5B

1 ponto

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Domínio Cognitivo: Raciocinar

Neste item, os alunos têm de calcular a área das duas paredes laterais e da parede do fundo.

INT – 20%

PRT – 16%

Singapura – 48%

Alguns alunos calcularam a área total corretamente, mas utilizando o valor incorreto da área lateral calculada no item anterior.

INT – 7%

PRT – 6%

5 Pintando as paredes

As paredes do edifício foram acrescentadas ao teu projeto. O exterior das duas paredes laterais e o da parede da parte de trás têm de ser pintados.

Clica nos separadores para mudar de vista.



B. Qual é a área total que tem de ser pintada?

Resposta: m²

Para este e outros trabalhos de pintura vais comprar tinta que dá para pintar 120 m².

A tinta custa 10 zeds por litro. Cada litro dá para pintar 8 m² de parede.

C. Qual é o custo total da tinta que vais comprar?

Resposta: zeds



PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 5 – itens 5A, 5B e 5C

5C

1 ponto

Conteúdo: Álgebra

Tópico: Expressões, operações e equações

Domínio Cognitivo: Raciocinar

Neste item, os alunos têm de calcular o custo da tinta necessária para pintar uma área total de 120 m^2 , tendo em conta a eficiência da tinta e o seu custo por litro.

INT – 33%

PRT – 26%

Taipé Chinesa – 62%

Cerca de 10% dos estudantes não responderam a este item.

5 Pintando as paredes

As paredes do edifício foram acrescentadas ao teu projeto. O exterior das duas paredes laterais e o da parede da parte de trás têm de ser pintados.

Clica nos separadores para mudar de vista.



B. Qual é a área total que tem de ser pintada?

Resposta: m^2

Para este e outros trabalhos de pintura vais comprar tinta que dá para pintar 120 m^2 .

A tinta custa 10 zeds por litro. Cada litro dá para pintar 8 m^2 de parede.

C. Qual é o custo total da tinta que vais comprar?

Resposta: 150 zeds



PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 6 – itens 6A, 6B e 6C

6A

1 ponto

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Domínio Cognitivo: Aplicar

Neste item, os alunos têm de calcular o volume de um cilindro, dada a fórmula, a medida do raio e da altura.

Critério de classificação: $2,35 \leq x \leq 2,36$

Em 13 países, a percentagem de respostas corretas foi, em média, inferior ou igual a 33%.

INT – 33% PRT– 26%

Singapura – 76%

6 Depósito de água

O edifício vai ter um depósito cilíndrico para recolher a água que escorre do telhado.

A fórmula para determinar o volume V de um cilindro com raio r e altura h é:

$$V = \pi r^2 h$$

Utiliza $\pi = 3,14$.

A. Qual é o volume de um depósito com 0,5 m de raio e 3 m de altura?

Resposta: m³



B. Seria melhor ter um depósito com um volume maior. Qual é o volume de um depósito com a mesma altura, mas com o raio multiplicado por 2?

Resposta: m³



PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 6 – itens 6A, 6B e 6C

6B

1 ponto

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Domínio Cognitivo: Raciocinar

Neste item, os alunos têm de calcular o volume de um cilindro com a mesma altura e cujo raio é o dobro do raio do cilindro anterior. **Y**

Critério de classificação: $9,4 \leq x \leq 9,44$

INT – 32% PRT– 24%

Singapura – 77%

6

Depósito de água

O edifício vai ter um depósito cilíndrico para recolher a água que escorre do telhado.

A fórmula para determinar o volume V de um cilindro com raio r e altura h é:

$$V = \pi r^2 h$$

Utiliza $\pi = 3,14$.

A. Qual é o volume de um depósito com 0,5 m de raio e 3 m de altura?

Resposta: m³

B. Seria melhor ter um depósito com um volume maior. Qual é o volume de um depósito com a mesma altura, mas com o raio multiplicado por 2?

Resposta: m³



PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 6 – itens 6A, 6B e 6C

6C

2 pontos

Conteúdo: Geometria

Tópico: Formas geométricas e medida

Domínio Cognitivo: Raciocinar

Neste item, os alunos têm de decidir o que acontece ao volume de um cilindro, com uma dada altura, quando o raio é multiplicado por 1,5 e explicar a sua escolha.

Crédito total - Seleção correta e explicaram por que razão o volume é maior do que o dobro.

Crédito parcial –Seleção correta e explicaram com base na comparação dos volumes de dois cilindros.

Crédito Total: INT – 4%

PRT – 2%

Crédito Parcial: INT – 3%

PRT – 1%

Singapura– 13% / 9%

C. Que vai acontecer ao volume de um cilindro com uma dada altura, se multiplicares o raio por 1,5?

(Clica numa opção.)

☐

Vai aumentar 1,5 vezes.

☐

Vai ser o dobro.

☒

Vai ser mais do que o dobro.

Explica a tua resposta.

O volume será 2,25 vezes maior.





PSI - Edifício

8.º ano

Ecrã 7 - Fim da tarefa

Algumas conclusões

- Ferramentas visuais
- Contributo para a automatização da classificação
- Impacto da utilização da calculadora nos itens 6A e 6B



7

O teu projeto

Aqui está o teu projeto do edifício concluído.

Tempo
restante
0

Building





8.º ano

Embora situada no Área de conteúdo Biologia, este PSI tinha como principal objetivo avaliar conhecimentos e competências dos alunos nas Práticas de Investigação Científica.

São 5 as práticas fundamentais na investigação científica representadas no Quadro Concetual do TIMSS 2019:

- fazer perguntas com base em observações;
- gerar provas;
- trabalhar com dados;
- responder à pergunta de investigação;
- argumentar a partir de provas.

Na tarefa *Plantas da pimenta*, os alunos têm de conceber e analisar os resultados de uma experiência que teste a eficácia da adição de fertilizante ao solo e comparar o efeito de dois fertilizantes na produção de pimentas.

PSI - Plantas da pimenta

Tempo restante

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

1

Experiência de crescimento da planta da pimenta

Planta da Pimenta

Por favor, responde às questões por ordem, à medida que estas vão aparecendo durante o desenvolvimento da experiência. Não percorras a experiência antes de começares.

Vais idealizar uma experiência de crescimento de plantas usando a planta da pimenta. A experiência vai testar o efeito da adição de fertilizantes ao solo e vai comparar o número de pimentas produzidas pelas plantas quando são utilizados dois fertilizantes diferentes.

Por que razão é habitual adicionar fertilizante às plantas em crescimento?

A

Fornece mais nutrientes.

B

Fornece mais dióxido de carbono.

C

Evita os danos provocados pelos insetos.

D

Impede o crescimento das ervas daninhas.

Pepper Plants



8.º ano

Ecrã 1

PSI - Plantas da pimenta

1

Experiência de crescimento da planta da pimenta

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Conhecer

Este ecrã introduz a tarefa de planear uma experiência relativa ao crescimento de uma planta.

Também orienta os alunos para o tema da experiência, perguntando por que razão se adiciona fertilizante às plantas em crescimento.

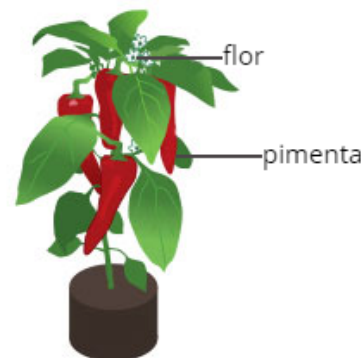
Os alunos obtêm crédito se reconhecerem corretamente que os fertilizantes fornecem nutrientes que ajudam as plantas a crescer.

INT – 78%

PRT – 61%

Taipé Chinesa – 93%

Planta da Pimenta



Por favor, responde às questões por ordem, à medida que estas vão aparecendo durante o desenvolvimento da experiência. Não percorras a experiência antes de começares.

Vais idealizar uma experiência de crescimento de plantas usando a planta da pimenta. A experiência vai testar o efeito da adição de fertilizantes ao solo e vai comparar o número de pimentas produzidas pelas plantas quando são utilizados dois fertilizantes diferentes.

Por que razão é habitual adicionar fertilizante às plantas em crescimento?

- A** Fornece mais nutrientes.
- B** Fornece mais dióxido de carbono.
- C** Evita os danos provocados pelos insetos.
- D** Impede o crescimento das ervas daninhas.



8.º ano

Ecrã 2

2 pontos

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ciclos de vida, reprodução e hereditariedade

Domínio Cognitivo: Aplicar

Este item solicita que os alunos identifiquem a melhor maneira de medir a eficácia de um fertilizante no crescimento de mais pimentas (Crédito parcial)

Solicita que expliquem as suas respostas com base nos seus conhecimentos sobre os ciclos de vida das plantas. Os alunos obtiveram crédito total se selecionaram "número de flores" e explicaram que as flores são necessárias para produzir pimentas.

Crédito total: INT – 18% PRT – 14%

Crédito parcial: INT – 18% PRT – 11%

Singapura – 45% / 11%

Suécia – 14% / 19%

2

Experiência de crescimento da planta da pimenta

A. Se quiseses produzir uma maior quantidade de pimentas, qual é a medição mais adequada para decidires qual dos fertilizantes é melhor?

(Clica numa opção.)

☐

altura da planta

☒

número de flores

☐

número de folhas

☐

espessura do caule junto ao solo

B.

Explica a tua resposta com base no teu conhecimento sobre o ciclo de vida das plantas.

São as flores que irão dar origem às pimentas.



8.º ano

Ecrã 3

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

Este ecrã apresenta a montagem experimental para testar os fertilizantes.

Foi pedido aos alunos que explicassem porque é que ter 24 rebentos em cada tanque proporciona um bom planeamento para uma experiência.

Os alunos obtiveram crédito ao explicarem que:

- o mesmo número de plantas em cada tanque constitui um controlo adequado

ou

- um grande número de plantas em cada tanque permite eliminar diferenças entre plantas (fiabilidade)

3

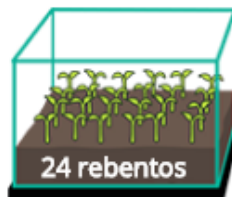
Montagem experimental: solo e plantas

Tens três tanques com solo e plantas.

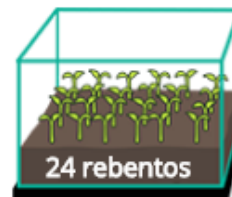
Cada tanque contém:

- a mesma quantidade e o mesmo tipo de solo
- 24 rebentos da planta da pimenta

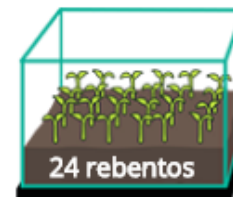
Tanque 1



Tanque 2



Tanque 3



Porque é que utilizar 24 rebentos em todos tanques faz com que esta montagem experimental seja adequada?

Escreve uma razão.

Porque o mesmo número de plantas garante um teste adequado e porque mesmo que algumas estivessem doentes não influenciava o resultado.

INT – 29% (18% + 9%)

PRT – 13% (9% + 4%)

Singapura – 69% (54% + 16%)



8.º ano

PSI - Plantas da pimenta

Ecrã 4

2 pontos

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

Os alunos implementaram a sua metodologia experimental, decidindo a quantidade de cada um dos dois fertilizantes a adicionar a cada tanque (0, 10 ou 20 mL).

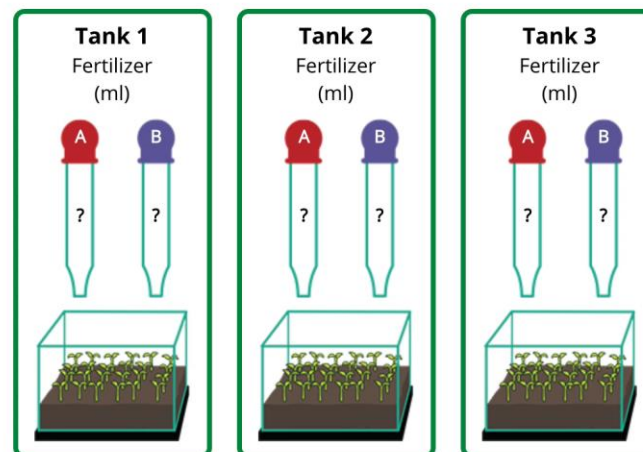
4 Experimental Set-up: Fertilizer

Your experiment should be a fair test of whether adding fertilizer to the soil helps the plants produce more peppers and of whether Fertilizer A or Fertilizer B helps the plants produce the most peppers.

Now decide the amount of fertilizer to add to each tank. You can add:

- Fertilizer A only
- Fertilizer B only
- both Fertilizer A and Fertilizer B
- no fertilizer

Click each tank to choose the amount of fertilizer to add.



When you are finished setting up the fertilizer in all three tanks, click





8.º ano

PSI - Plantas da pimenta

Ecrã 4

2 pontos

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

Para obter crédito total os alunos deverão:

- adicionar apenas Fertilizante A a um tanque e a mesma quantidade de Fertilizante B a um segundo tanque
- não adicionar fertilizante ao terceiro tanque

Crédito total: INT – 15%

PRT – 8%

Crédito parcial: INT – 28%

PRT – 28%

(sem controlo)

Singapura – 55% / 16%

França – 9% / 34%

4

Montagem experimental: fertilizante

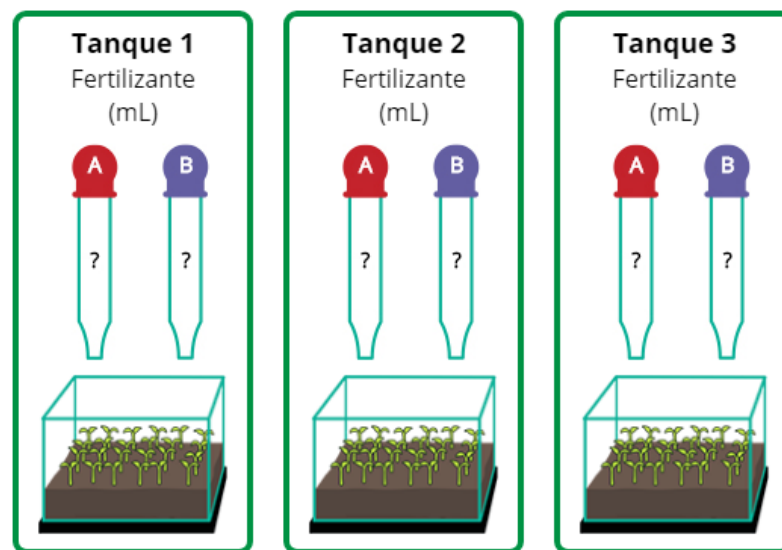
A tua experiência deve permitir testar se a adição de fertilizantes ao solo ajuda a planta a produzir mais pimentas e qual dos fertilizantes, A ou B, contribui para a maior produção de pimentas.

Agora escolhe a quantidade e o fertilizante a adicionar a cada um dos tanques.

Podes adicionar:

- apenas fertilizante A
- apenas fertilizante B
- ambos os fertilizantes, A e B
- nenhum fertilizante

Clica em cada um dos tanques para escolheres a quantidade e o fertilizante a adicionar.



Quando terminares a preparação do fertilizante nos três tanques, clica





8.º ano

PSI - Plantas da pimenta

Ecrã 5

2 pontos

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Conhecer

O Ecrã 5 pedia aos alunos que referissem outros fatores que poderiam afetar o crescimento das suas plantas.

Os alunos recebiam crédito total se referissem dois fatores corretamente (por exemplo, quantidade de luz, água suficiente, temperatura) e crédito parcial se apenas mencionassem.

Crédito total: INT – 54%

PRT – 39%

Crédito parcial: INT – 21%

PRT – 29%

Finlândia – 75% / 15%

5

Montagem experimental: outras variáveis

Para além do fertilizante, o que é que poderá afetar o crescimento dos rebentos?

Escreve **dois** exemplos.

1.

O solo.

2.

A quantidade de luz solar e de água.



PSI - Plantas da pimenta

8.º ano

Ecrã 6

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

O ecrã 6 pedia aos alunos para decidirem a quantidade de água a adicionar a cada um dos tanques (0, 300 ou 600 mL).

Uma vez que a quantidade de água é um fator que deve ser constante, uma resposta correta exigia a configuração da mesma quantidade (diferente de 0) de água nos 3 tanques.

À mesma quantidade em 2 tanques foi atribuído crédito parcial.

6

Experimental Set-up: Water

Next, decide the amount of water to add each day.

Click each tank to set up the water.

Tank 1		Tank 2		Tank 3	
Water (ml)	Fertilizer (ml)	Water (ml)	Fertilizer (ml)	Water (ml)	Fertilizer (ml)
?	0 20 A B	?	20 0 A B	?	0 0 A B

When you are finished setting up the water in all three tanks, click





PSI - Plantas da pimenta

6

Montagem experimental: água

A seguir, decide a quantidade de água a utilizar diariamente na rega.

Clica em cada um dos tanques para programares a quantidade de água.

8.º ano

Ecrã 6

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

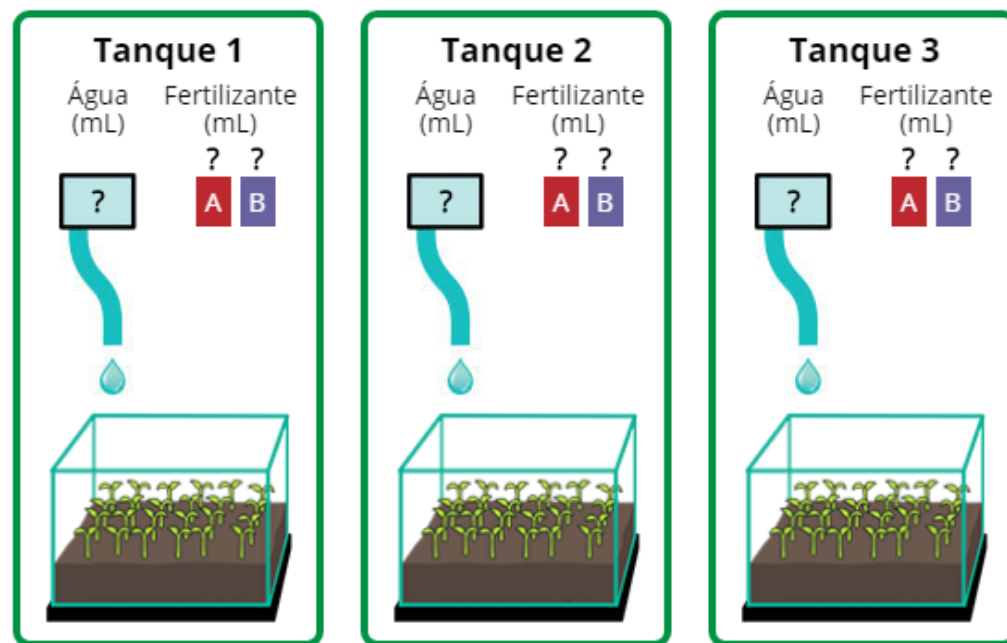
27% dos alunos portugueses colocaram quantidades diferentes em todos os tubos!

Crédito total: INT – 35%

PRT – 26%

Crédito parcial: INT – 21%

PRT – 31%



Singapura – 73% / 8%)

Itália – 23% / 39%)

Quando terminares a preparação da água para os três tanques, clica em





8.º ano

PSI - Plantas da pimenta

7

Ecrã 7

Excluído da escala e da análise

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

O ecrã 7 proporcionava aos alunos a oportunidade de reverem as escolhas que fizeram na montagem da experiência e de introduzirem as alterações que considerarem necessárias (quantidade de fertilizante e/ou de água).


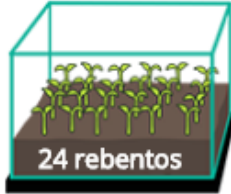
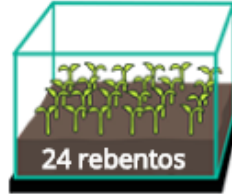
Em média, em todos os países, 26% dos alunos fizeram pelo menos uma alteração (5% alteraram o fertilizante e a água, 14% apenas alteraram o fertilizante e 7% apenas alteraram a água).

Montagem experimental: verificação final

Verifica se a tua experiência permite realmente testar se a adição de fertilizantes ao solo ajuda a planta a produzir mais pimentas e qual dos fertilizantes, A ou B, contribui para a maior produção de pimentas.

Podes alterar as tuas definições ou mantê-las tal como estão. Clica num tanque para alterares as suas definições.

Se vires um «?», é porque ainda não seleccionaste a quantidade de fertilizante ou de água. Clica no «?» para completares as tuas definições.

Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
Fertilizante (mL)	Fertilizante (mL)	Fertilizante (mL)
A ? mL	A ? mL	A ? mL
B ? mL	B ? mL	B ? mL
Água (mL)	Água (mL)	Água (mL)
? mL	? mL	? mL
		
24 rebentos	24 rebentos	24 rebentos

Quando terminares as tuas definições, clica em



As tuas plantas vão crescer durante 6 semanas.



8.º ano

PSI - Plantas da Pimenta

Ecrã 8

Ecrã de transição que indica aos alunos que passaram seis semanas e que as suas plantas cresceram com base nas suas montagens experimentais.

8

As plantas crescem e desenvolvem-se

**Passam seis semanas**

Clica em



para avançar.

**PSI - Plantas da pimenta****Ecrã 9****8.º ano**

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ciclos de vida, reprodução e hereditariedade

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Responder à pergunta em investigação

O ecrã 9 apresentava os resultados do crescimento das plantas (altura e número de flores) em cada tanque, de acordo com as configurações escolhidas (fertilizante e água).

É recordado que o número de flores numa planta é um bom indicador do potencial de produção de pimentas.

Solicitava-se que interpretassem os seus resultados.

As plantas que receberam 300 ou 600 mL de água apresentavam o mesmo crescimento, as que receberam 0 água murcharam e morreram.

9 Resultados: avaliação dos fertilizantes

Após seis semanas, a tua experiência terminou e já não pode ser modificada. Este é o aspeto das plantas nos teus tanques.

Tanque 1

Fertilizante (mL)

A ? mL**B** ? mL

Água (mL)

? mL

Tanque 2

Fertilizante (mL)

A ? mL**B** ? mL

Água (mL)

? mL

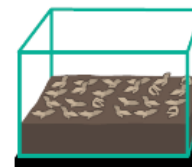
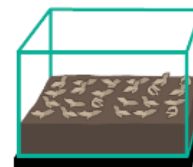
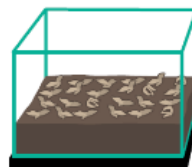
Tanque 3

Fertilizante (mL)

A ? mL**B** ? mL

Água (mL)

? mL



O número de flores numa planta é um bom indicador do número de pimentas que a planta provavelmente produzirá.

De acordo com os resultados da tua experiência, o que podes concluir relativamente a qual dos fertilizantes é melhor para a produção de pimentas?

(Clica numa opção.)



O fertilizante A é melhor.



O fertilizante B é melhor.



Os resultados não demonstram qual dos fertilizantes é melhor.

Explica a tua resposta.



8.º ano

Ecrã 9 - Possíveis resultados

PSI - Plantas da pimenta

Os alunos puderam alterar a configuração experimental para tentar melhorar os resultados (29% dos alunos INT voltaram atrás e alteraram as definições de fertilizante e de água).

A resposta correta baseava-se numa montagem experimental correta e na seleção do fertilizante A como o melhor fertilizante, porque produziu o maior número de flores.

Quase todos os alunos que conceberam uma experiência correta foram capazes de interpretar os seus resultados (13%).

Os alunos que conceberam uma experiência incorreta puderam selecionar: «Os resultados não demonstram qual dos fertilizante é melhor» - não creditado mas diagnosticado.

Crédito:	INT – 13%	PRT – 7%
Interpretação de resultados inconclusivos	INT – 19%	PRT – 17%

Singapura – 42% / 13%
Fed. Russa – 11% / 65%

A 20 ml
B 0 ml
300 or 600 ml



Short Plants,
Many Flowers

A 10 ml
B 0 ml
300 or 600 ml



Short Plants,
Medium Flowers

A 0 ml
B 0 ml
300 or 600 ml



Short Plants,
Few Flowers

A 10 or 20 ml
B 10 or 20 ml
300 or 600 ml



Medium Plants,
Medium Flowers

A 0 ml
B 10 ml
300 or 600 ml



Medium Plants,
Few Flowers

A 0 ml
B 20 ml
300 or 600 ml



Tall Plants,
Few Flowers

A 0, 10, or 20 ml
B 0, 10, or 20 ml
0 ml



Dead Plants



8.º ano

Ecrã 10

PSI - Plantas da pimenta

10

Avaliar um exemplo de montagem experimental

Diversas montagens, igualmente corretas, poderiam ter sido usadas nesta experiência.

As definições seguintes são exemplo de uma montagem correta.

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

Os ecrãs do 10 ao 13 avaliaram a análise de uma montagem experimental correta.

Estes ecrãs basearam-se em exemplos novos e diferentes de experiências corretas e incorretas para colocar os alunos em igualdade (independentes dos resultados da sua configuração experimental).

O Ecrã 10 foi desenvolvido para investigar a compreensão do controlo experimental.

INT – 23%

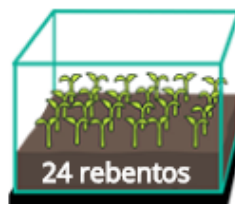
PRT – 11%

Singapura – 65%

Noruega – 12%

Tanque 1

Fertilizante (mL)

A 10 mL**B** 0 mLÁgua (mL)
300 mL**Tanque 2**

Fertilizante (mL)

A 0 mL**B** 10 mLÁgua (mL)
300 mL**Tanque 3**

Fertilizante (mL)

A 0 mL**B** 0 mLÁgua (mL)
300 mL

Observa as definições do fertilizante no Tanque 3.

Porque é que esta montagem tem 0 mL de fertilizante no Tanque 3?

O tanque 3 é o tanque controlo para comparar com os tanques 1 e 2.

**PSI - Plantas da pimenta****Ecrã 11****8.º ano**

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ciclos de vida, reprodução e hereditariedade

Domínio Cognitivo: Aplicar

Prática Científica: Trabalhar com dados

Este ecrã 11 apresenta os resultados de uma montagem experimental correta, proporcionando a todos os alunos a oportunidade de interpretar os mesmos dados.

As respostas corretas referem que o gráfico demonstra que o fertilizante ajudou na produção de pimentas - ambos os tanques com fertilizante produziram mais flores (logo, mais pimentas) do que o tanque sem fertilizante.

INT – 21% PRT – 20%

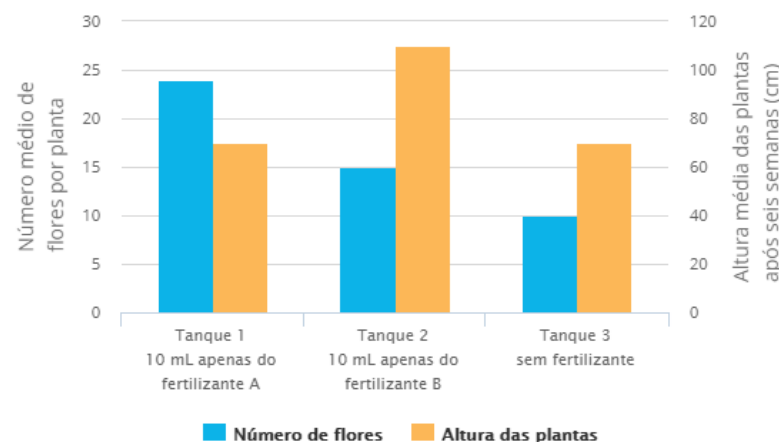
11% dos alunos PRT apenas compararam 2 tanques

Singapura – 50%

Noruega – 18%

11 Avaliar os dados de um exemplo de montagem experimental

Os dados do gráfico mostram resultados de uma montagem experimental correta.

Plantas da pimenta: produção de flores e altura das plantas (cm)

Os resultados desta experiência suportam a ideia de que adicionar fertilizante ao solo ajuda as plantas a produzir mais pimentas?

(Clica numa opção.)

☒ Sim☐ Não

Explica a tua resposta estabelecendo a relação entre os dados e a produção de pimenta.



8.º ano

Ecrã 12

2 pontos

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Aplicar

Prática científica: Trabalhar com dados

Pede-se aos alunos que descrevam os efeitos do fertilizante A no crescimento das plantas, em comparação com o fertilizante B.

Os alunos recebiam crédito total se referissem que:

- o fertilizante A aumentou mais o número de flores nas plantas do que o fertilizante B
- e
- o fertilizante B afetou a altura das plantas, enquanto o fertilizante A não o fez.

Crédito total: INT – 38%

PRT – 39%

Crédito parcial: INT – 16%

PRT – 19%

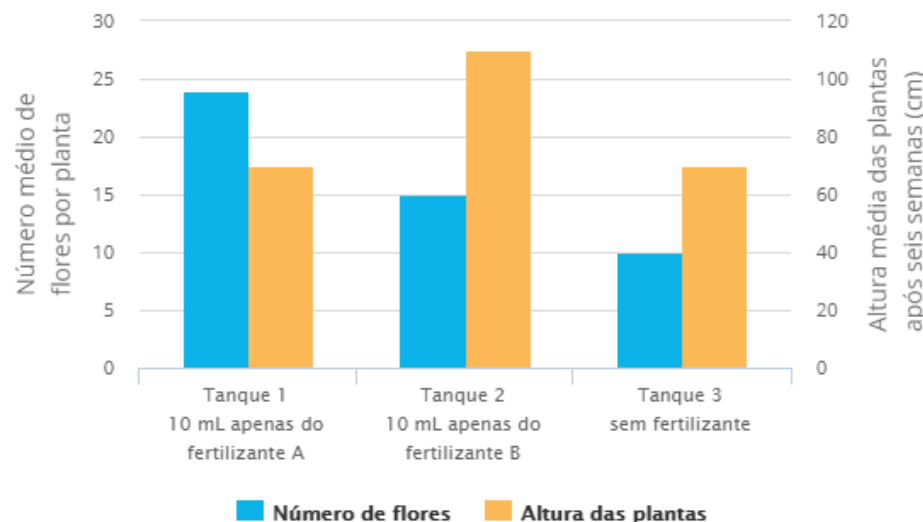
Singapura– 62% / 19%

12

Avaliar os dados de um exemplo de montagem experimental

Os dados do gráfico mostram resultados de uma montagem experimental correta.

Plantas da pimenta: produção de flores e altura das plantas (cm)



O fertilizante A e o fertilizante B afetam o desenvolvimento das plantas da pimenta de modos diferentes.

Indica duas diferenças, ilustradas pelos dados, entre os efeitos do fertilizante A e do fertilizante B nas plantas da pimenta.



PSI - Plantas da pimenta

Ecrã 13

8.º ano

1 ponto

Conteúdo: Biologia

Tópico: Ecossistemas

Domínio Cognitivo: Raciocínio

Prática científica: Produção de provas

Apresentava-se uma montagem experimental em que 3 tanques têm a mesma quantidade de fertilizante, mas o Tanque 1 tem metade de fertilizante A e de B, o Tanque 2 só tem B e o Tanque 3 só tem A.

Perguntados que comparação poderia ser feita, os alunos precisavam reconhecer a resposta correta: o efeito da adição de fertilizante A ou B comparado ao efeito da adição de uma mistura dos dois fertilizantes.

INT – 59%

PRT – 66%

Os rapazes PRT revelaram um desempenho melhor (70% / 61%)

Singapura – 74%

Noruega – 58%

13

Avaliar os dados da montagem experimental de um aluno

Um aluno escolheu as definições seguintes para a sua montagem experimental.

Tanque 1

Fertilizante (mL)

A 10 mL

B 10 mL

Água (mL)
300 mL



Tanque 2

Fertilizante (mL)

A 0 mL

B 20 mL

Água (mL)
300 mL



Tanque 3

Fertilizante (mL)

A 20 mL

B 0 mL

Água (mL)
300 mL



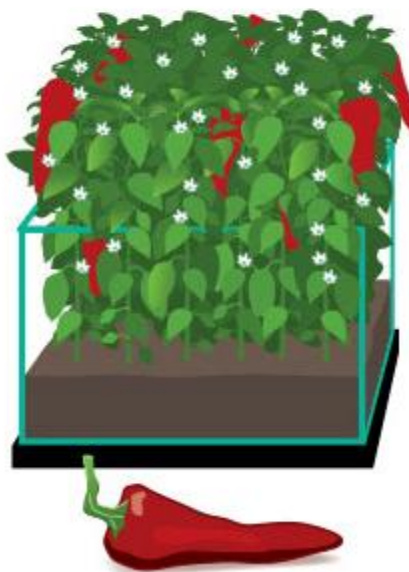
Qual é a comparação que o aluno pode fazer, utilizando esta montagem?

- A** Comparar o efeito de adicionar 20 mL do fertilizante A com o efeito de adicionar 10 mL do fertilizante A.
- B** Comparar o efeito de adicionar o fertilizante A ou o fertilizante B com o efeito de adicionar uma mistura dos fertilizantes A e B.
- C** Comparar o efeito de adicionar o fertilizante A ou o fertilizante B com o efeito de não adicionar fertilizante.
- D** Comparar o efeito de adicionar o fertilizante A ao efeito de não adicionar o fertilizante A.



8.º ano

PSI - Plantas da pimenta

14 Experiência concluída!

Documentação, Infografia e *Dashboard*



TIMSS 2019
DESTAQUES

DASHBOARD INTERATIVO
VERSÃO PORTUGUESA

<https://timss2019.org>