

## 情境讨论与科学探究--纸手巾大测试

郑美红、蔡庆麟

香港教育学院 科学系

中国 香港 大埔露平路 10 号

电邮：[maycheng@ied.edu.hk](mailto:maycheng@ied.edu.hk), [hltsoi@ied.edu.hk](mailto:hltsoi@ied.edu.hk)

收稿日期：二零零四年十二月十五日(于十二月二十三日再修定)

---

### 内容

[摘要](#)

[引言](#)

[何谓科学探究？](#)

[科学探究与情境讨论](#)

[活动设计与推行](#)

[总结](#)

[参考文献](#)

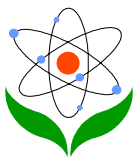
---

### 摘要

本文描述以情境讨论设计初中科学探究活动的经验。学生透过科学探究探讨日常生活的问题，从而澄清科学的定义和特质。文章亦提供学生指引和实验工作纸等相关的资源。在总结部分，计划小组提出建议，拟定该类活动的未来发展方向。

### 引言

科学探究是课程改革文件（课程发展议会，2002）提及的其中一个关键项目，强调培养学生的科学过程技能和对科学本质的了解。常见的教学取向是透过实



验活动介绍科学探究的概念,以预先拟定的探究过程,让学生跟随指示进行探究,务求达到预期的学习目标。这种模式是从教学目标出发,着重学习成果。科学探究理应是开放、自主的,以探究过程主导学习。情境讨论是根据真实情况为基础,让学生组织及分析问题中的有关条件,从提问开始一步一步建构整个探究过程。情境讨论是从情境教学的教学策略(李钰,2003)演变出来,以问题为本的教学策略,协助学生发展自主地进行科学探究的能力。本文介绍了一个纸手巾测试实验活动,从日常生活使用纸手巾的经验,引导中一学生思考问题背后所牵涉的科学概念,并讨论科学探究的定义和特点。

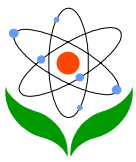
## 何谓科学探究?

科学探究是对自然现象或问题进行有系统的研究(Goldsworthy & Feasey, 1997; Crossland,1998; Hackling & Fairbrother,1996),主要涉及科学本质和探究内容及过程二个元素。前者是指科学的定义和特质;后者则是指研究的方向和过程。两者关系密切,缺一不可。

科学探究的过程大致可分为提问、探究和应用三个范畴。提问是科学探究的第一步,用意是发掘可探究的问题。以空气遇热膨胀的自然现象为例,提出的问题可包括「为什么空气会膨胀?」、「空气在什么情况下会膨胀?」、「空气遇热会怎样?」等。上述现象涉及了三个因素,分别为空气、热和膨胀。虽然这些问题都包含了该三个因素,但所表达的意思却截然不同。第一个问题是找出空气膨胀的原因;第二个是找出如何令空气膨胀;第三个是找出空气遇热的结果。在提出问题后,探究者就会运用已有的知识,尝试列出一些合理解释,然后透过科学探究验证提出的解释。在实验探究的过程中,探究者须运用科学概念和科学过程技巧(Colvill & Pattie, 2002),同时亦须懂得科学的特质,例如公平测试、量化、重复性等重要元素。科学应用是人类文明发展的重要工具,环顾四周的对象,全都是科学衍生出的产品。故此,当取得研习成果后,下一阶段便是探索该研习成果的应用范围。

## 科学探究与情境讨论

根据上述对科学探究的阐述,其学习元素可分为思维和技巧两部分。一般的实验活动多是由教师预先订立探究主题和学习目标,学生只须跟随提供的指引,便可达到基本的要求。这种模式给予学生较少的思考空间,他们只会跟随指示进行实验活动,而不会提问、质疑指示的可靠性、或思考实验本身的意义。久而久之,学生便会遗忘科学的特质。当进行实验活动时,教师通常只会简单介绍实验的背景资料,然后集中讨论实验步骤和注意事项,学生很少机会思考实



验的意义,例如「为何要进行该实验活动?」、「该实验活动想证明什么?」、「为什么要订立该实验主题?」等。

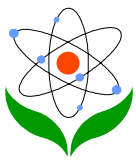
以科学探究的角度来说,提问是开启探究大门的钥匙。为了协助学生发展提问的能力,情境讨论是一个很有效的方法,其学习重点是以真实的问题出发,然后联系到科学概念。利用四驱车作探究是一个很好的例子。很多学生都有玩四驱车的经验,他们能从无数的比试过程中,了解影响四驱车速度的因素,例如:马达的转数、电池的种类、轮胎的种类、齿轮的配搭等。接下来的讨论,便可进一步订定各类变因及如何进行公平测试。由此可见,学生只要清楚问题所涉及的因素,便能主动地参与探究,继而深思科学探究的定义和特质。这样可协助学生发展自主地进行科学探究的能力,将科学探究推广至课堂之外的其它层面。这与真实评估的理念近似,研究学者如 Wiggins(1989)、Kerka(1995)、Tanner(2001)指出,真实评估的一大特色是其设计与日常生活关系密切。提供实际情境,可让学生应用课堂所学的科学知识,促进不同的技巧和能力发展,为适应社会或校外生活作好准备。

## 活动设计与推行

Solano-Flores and Shavelson (1997)介绍了比较探究活动中基础及进阶两种层次。这两个层次的探究活动均会牵涉学生提出、解决及验证科学问题或假设的能力,另外亦会要求他们报告相关的验证结果。在推行基础层次的探究活动时,教师一般会提供较详尽的工作指引,需要较多的准备工夫;他们会为学生提供的准备包括书面指引、活动示范等,并说明要进行的步骤及其原因。教师可就学生的学习经验,考虑选用哪一种探究模式。本文以纸手巾的测试为例,说明情境讨论在科学探究过程中的应用。此示例以较缺乏科学探究经验的学生为对象,活动架构属基础层次,工作纸的指引也较多。纸手巾是日常生活经常接触的对象,品质和价格是影响消费者购买的两个主要因素。大多数纸手巾的广告都标榜品质好、价钱低,消费者应如何决定呢?因此学生必需有使用纸手巾的经验和求知精神,才可有效地进行探究。本活动的情境是环绕两位小朋友对纸手巾的意见,引导中一学生讨论科学探究的定义和特质,例如量化和公平测试,以及介绍所需的科学过程技巧;另外,亦会协助学生思考如何从科学角度考虑问题。就上述提及的情境讨论和科学探究技巧,以下会逐一阐述:

### 情境讨论

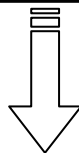
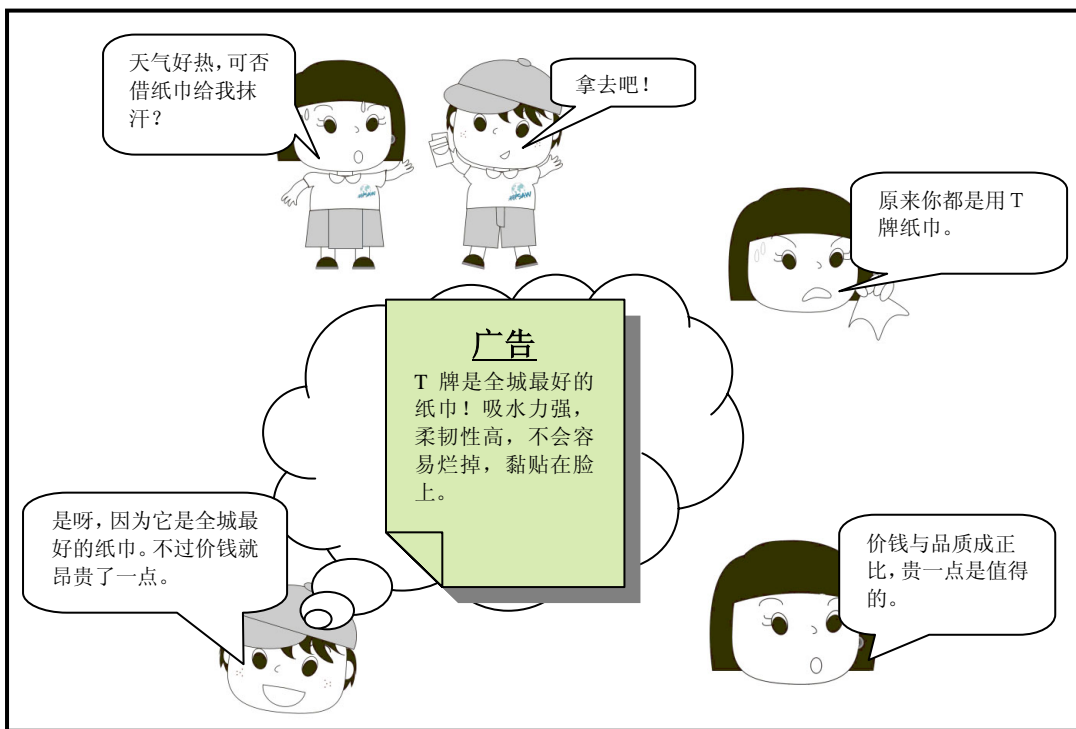
根据日常生活使用纸手巾的经验,拟定情境内容(见图一),让学生思考可进行探究的范围。图一的谈话内容指出了三个问题:一是广告内容经常标榜产品的优点;二是T牌纸手巾是不是吸水强、柔韧性高;三是价格与品质的关



系。学生从而可拟定以下的探究问题:

- 如何比较品质的好坏?
- 找出价格与品质的关系?
- 验证广告内容的可信性?

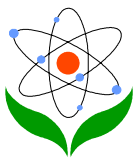
图一: 情境内容



## 問題想一想

从上述的对话中, 你可以得出甚么结论? (请✓出答案, 可多于一项)

- 价钱愈贵, 品质愈好
- 广告的内容一定是对的
- 广告的内容不可尽信
- T牌纸巾吸水力强, 柔韧性高, 不会容易烂掉, 黏贴在脸上
- T牌纸巾物超所值

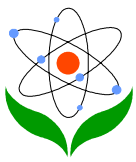


根据情境的内容, 吸水力和柔韧性是两个影响纸手巾品质的因素。吸水力是指吸水速度和吸水量; 而柔韧性则指是否容易破烂。在讨论过程中, 学生须从科学角度出发, 思考如何界定吸水力和柔韧性。

在测试这两种因素时, 须运用量化的概念。学生通常只会单靠感觉作出比较, 但是各人的感觉都有所不同, 所以不是一个客观的指标。从科学角度来说, 量化是将感觉化为可量度的数字, 再配合合适的量度方法, 例如: 时间、长度、重量、面积等, 便可作出客观的比较。

在比较过程中, 各品牌的纸手巾须在相同的测试条件下进行, 这样才能得出有效的结论, 因为不同的测试条件可得出不同的结果。以测试吸水力来说, 纸手巾的面积和层数会直接影响吸水量。假如每张 A 牌的纸手巾有三层, 而 B 牌的有四层, 当测试每张 A 牌和 B 牌纸手巾的吸水量, 就要拟定测试条件, 决定究竟测试单位是一张还是一层。由于学生在这方面有着相同的生活经验, 所以可大大提升他们的讨论气氛。此外, 在讨论过程中, 还可提供一些提示, 协助学生思考以下的科学要点 (见图二):

- 科学方法是运用已有的科学知识进行实验, 并且收集和分析数据, 以解答提出的疑问。
- 每次只可提出一个探究问题, 因为不能同时间找出多个探究问题的答案。
- 将「比较」量化。
- 决定公平测试准则, 选用适当的仪器和材料。
- 审核公平测试条件和实验结果的可信性。



图二：科学探究的特质

**科学锦囊**

为了验证广告内容的真伪, 我们可透过科学方法, 找出纸巾的哪一项品质 (请✓出答案, 可多于一项)?

- 吸水力
- 香味
- 包装吸
- 柔韧性
- 价钱

**要诀一**

科学方法是运用已有的科学知识, 进行实验, 并且**收集和分析**数据, 以解答提出的疑问。

**要诀二**

每次只可提出一个探究问题, 因为不能同时找出多个探究问题的答案。

**你的科学方法是什么?**

进行实物测试, 比较不同牌纸巾的 \_\_\_\_\_。

**要诀三**

将“比较”量化。

完全正确。进行实验时, 我们须将“比较”量化, 决定如何比较不同牌子纸巾的差别 (提示: 通常量度体重 (公斤) 比较身形肥瘦)

量化的方法通常是量度

最后是**设计**和**进行实验**。

设计时, 要考虑实验条件, 以最公平、公正的原则进行测试, 并且选用合适的仪器和材料。

**材料:** \_\_\_\_\_

**仪器:** (请✓出所需的项目)

定时器

量筒

量杯

漏斗

尺

电子秤

夹子

三脚架

本生灯

铁丝网

**其它:** \_\_\_\_\_

另外, 要确保各测试在相同的条件下进行, 并且审核结果的可信性。

**实验条件:**

各测试物的大小都要 (相同 / 不相同)。

如果一张 A 牌纸巾有三层, 而 B 牌纸巾则有四层, 我们应该怎么办?

如果每次量度的结果都不一样, 实验结果的可信性是 (高 / 低)。

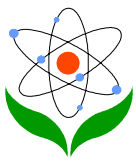
**要诀四**

决定公平测试准则, 以及选用适当的仪器和材料。

我会透过量度它们的 \_\_\_\_\_, 测试纸巾的 \_\_\_\_\_。

**要诀五**

审核公平测试条件和实验结果的可信性。



当学生清楚情境内容后, 就须提出相关的探究问题。此过程涉及变因的概念, 主要分为操纵、应变和不变变因三种。学生须根据各变因的性质, 设计探究实验。

### 科学过程技巧

在日常生活中, 预测、观察、解释是常用的技巧。在科学探究的过程中, 除上述技巧外, 还包括设计实验、运用仪器、记录数据、分析数据、总结等技巧。但在本活动中, 则强调下列技巧:

#### 预测

解释预测的原因, 目的是让学生明白预测不是胡乱猜测, 而是须有确实的数据支持。

#### 实验步骤

学生考虑所涉及的科学概念, 自行拟定实验步骤。为了刺激学生思考, 可透过提示帮助他们。以测试吸水量为例, 这牵涉「饱和」的概念, 然而学生却可能忽略了这一点。此外, 量度的技巧分为直接及间接量度, 是次测试须运用间接量度法。

#### 记录

介绍数据记录表、折线图的运用和格式。

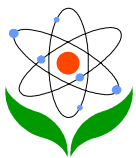
#### 总结

归纳实验结果, 响应提出的预测。

工作纸的设计重点是协助学生分析情境, 引导他们透过科学探究的方法, 找出问题的答案。因为学生是首次以情境讨论的形式进行科学探究, 所以会提供较详尽的指引。以下是工作纸的主要部分:

### 实验活动内容

图三简单描述了吸水量测试的注意事项, 辅助学生设计实验。实验工作纸(见图四)指引学生进行整个探究过程, 包括预测、实验仪器及步骤、数据记录及总结四部分。



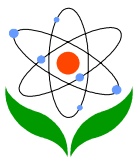
图三：实验活动设计的注意事项

注意事项一  
是次实验是测验纸巾的 \_\_\_\_\_ , 我们应用多少份量的水才足够呢?  
水的份量应 (多于 / 等于 / 小于) 纸巾所能吸取的份量。

**數學方程式**  
水的总容量 = 纸巾的吸水量 + 剩余的份量

注意事项二  
一般来说, 纸巾是须要 (时间 / 空间 / 位置) 吸取水份, 当不能再吸取时, (多余 / 不足) 的水份会从纸巾流出。





图四：实验活动工作纸

## 纸巾吸水能力大比拼

### 实验工作纸

**实验目的**

透过科学实验, 测试不同牌子纸的 \_\_\_\_\_, 验证价钱与品质之间的关系。

**预测结果:** (由高至低排列)

\_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_

原因: \_\_\_\_\_

实验材料:		仪器:	
名称	数量	名称	数量
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

### 实验步骤

步骤一

步骤二

步骤三

步骤四

步骤五

**数据记录**

把测试结果填写在下表。

牌子	价钱 (\$)	(单位: _____)			
		测试一	测试二	测试三	平均值

将有关的数据绘画在图表内。

标题: \_\_\_\_\_

Y 轴: \_\_\_\_\_

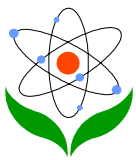
X 轴: \_\_\_\_\_

### 总结

根据图表结果显示, 纸巾吸水力跟其价钱是 (正比 / 反比 / 没有) 关系。

实验结果与预测 (是 / 否) 一样。

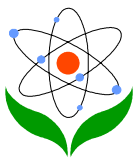
Copyright (C) 2004 HKIEd APFSLT. Volume 5, Issue 3, Article 5 (Dec., 2004). All Rights Reserved.



## 实验活动回顾

完成整个探究过程后, 教师可总结科学探究的特点, 让学生更容易掌握各重点。图五的工作纸总结了以下的学习重点:

- 科学探究的步骤--因为学生是初次由提问开始逐步进行探究, 所以须要强调探究过程的各部分。
- 问题中所涉及的因素--提问之前须清楚知道问题中所涉及的因素。
- 实验假设--让学生知道假设的定义, 同时要求他们指出实验的假设。
- 折线图格式--回顾折线图的格式要求, 澄清或巩固已有的概念。
- 公平测试--指出强调公平测试的原因。
- 实验可信性--检讨和改善实验的方法, 以增加其可信性。



图五：实验活动回顾

1. 科学探究主要有哪几个步骤?

2. 根据是次实验的问题, 当中包含多少个要素, 并指出是次实验测试哪一个要素? 哪些要素会改变的? 哪些要素会保持不变的?

问题中的要素: \_\_\_\_\_

实验测试的要素: \_\_\_\_\_

改变的要素: \_\_\_\_\_

保持不变的要素: \_\_\_\_\_

3. 在预测结果时, 我们通常都会根据已有的知识和经验作出判断, 而这判断是设计实验的基础, 称为「假设」。假设是预测要素之间的相互关系, 引领数据的收集。是次实验中的假设是什么?

实验假设: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. 图表应包含哪些部分? 如何决定 X 轴和 Y 轴代表什么?

图表内应包含: \_\_\_\_\_

X 轴: \_\_\_\_\_ Y 轴: \_\_\_\_\_

5. 为什么要有公平测试? 公平测试的特点是什么?

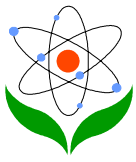
6. 如何提高实验结果的可信性?

除了吸水力外, 我们还可以探究纸巾的哪些品质?

1. 实验目的 —— 提出探究问题, 以及学习动机。
2. 假设 (考虑当中的要素) —— 预测实验结果, 并提出支持的理据。
3. 材料和仪器 —— 选择合适的材料和仪器。
4. 实验步骤 —— 考虑公平测试条件和实验结果的可信性。
5. 数据记录 —— 列出将会量度哪些数据; 设计数据记录数据表格, 用来记录实验数据。
6. 分析结果 —— 列出分析数据的方法。
7. 结论 —— 作出结论, 比较结论与假设是否相同。

教师会根据上述七个项目, 作出评分, 目的是评估同学对科学过程技巧的掌握。

~完~



## 延展问题

在回顾的过程中, 还可以透过进阶的比较探究活动形式, 引导学生思考其它影响纸手巾品质的因素。这样学生可巩固从本活动学到的知识, 以及自行进行探究的能力。

## 总结

根据实际情境进行科学探究, 可把学生的学习空间从课堂延展至日常生活的环境; 学习范畴亦较常用的实验活动广阔, 顾及了思维及技巧的发展。另外, 情境讨论亦可提升学生找出或订立研究问题的能力, 增加他们思考科学探究本身的意义和特质。为了让学生容易掌握问题的核心, 情境讨论的内容应以日常生活的事物为主。因为情境讨论要求学生对问题有详细的了解, 如以他们熟识的事件为探究主题, 则可事半功倍。所以在设计情境问题时, 必须兼备课程内容和生活化问题两个元素。本活动除让学生认识科学探究的定义和特质外, 还让他们从科学角度批判广告的内容, 辨别资料的真伪, 确立良好的消费态度。这模式更可配合科学、科技与社会学习范畴的学习目标(课程发展议会, 2002), 让学生了解科学、科技与社会之间的相互关系, 根据证据对事物作出明智的判断。

## 参考数据

课程发展议会(2002): 《科学教育: 学习领域课程指引(小一至中三)》, 香港: 政府印务局。

李钰(2003)。美国学校情境教学的策略与实践。《教学与管理》, 第 13 期, 页 77-79。

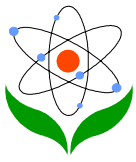
Colvill, M. & Pattie, I. (2002). Science skills- the building blocks, *Investigating*, 18(4), 27-30.

Crossland, J. (1998). Teaching for progression in experimental and investigative science. *Primary Science Review*, 53, 18-20.

Goldsworthy, A., & Feasey, R. (1997). *Making sense of primary science investigations*. Hatfield: Association for Science Education.

Hackling, M. W., & Fairbrother, R. W. (1996). Helping students to do open investigations in science. *Australian Science Teachers Journal*, 42, 26-33

Kerka S. (1995). *Techniques for authentic assessment*. Available: <http://ericacve.org/docs/auth-pab.htm>.



- Solano-Flores, G. & Shavelson, R.J. (1997). Development of performance assessments in science: conceptual, practical, and logistical issues, *Educational Measurement: issues and practice*, Fall, 16-25.
- Tanner, D. E. (2001). Authentic assessment: a solution or part of the problem? *The High School Journal*, Oct-Nov, 24-29.
- Wiggins, G. (1989). A true test: toward more authentic and equitable assessment. *Phi Delta Kappan*, 49(8), 35-37.