

## 情境討論與科學探究--紙手巾大測試

鄭美紅、蔡慶麟

香港教育學院 科學系

中國 香港 大埔露平路 10 號

電郵：[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(於十二月二十三日再修定)

---

### 內容

[摘要](#)

[引言](#)

[何謂科學探究？](#)

[科學探究與情境討論](#)

[活動設計與推行](#)

[總結](#)

[參考文獻](#)

---

### 摘要

本文描述以情境討論設計初中科學探究活動的經驗。學生透過科學探究探討日常生活的問題，從而澄清科學的定義和特質。文章亦提供學生指引和實驗工作紙等相關的資源。在總結部分，計劃小組提出建議，擬定該類活動的未來發展方向。

### 引言

科學探究是課程改革文件（課程發展議會，2002）提及的其中一個關鍵項目，強調培養學生的科學過程技能和對科學本質的了解。常見的教學取向是透過實驗活動介紹科學探究的概念，以預先擬定的探究過程，讓學生跟隨指示進行探究，務求達到預期的學習目標。這種模式是從教學目標出發，著重學習成果。



科學探究理應是開放、自主的，以探究過程主導學習。情境討論是根據真實情況為基礎，讓學生組織及分析問題中的有關條件，從提問開始一步一步建構整個探究過程。情境討論是從情境教學的教學策略（李鈺，2003）演變出來，以問題為本的教學策略，協助學生發展自主地進行科學探究的能力。本文介紹了一個紙手巾測試實驗活動，從日常生活使用紙手巾的經驗，引導中一學生思考問題背後所牽涉的科學概念，並討論科學探究的定義和特點。

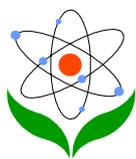
## 何謂科學探究？

科學探究是對自然現象或問題進行有系統的研究(Goldsworthy & Feasey, 1997; Crossland,1998; Hackling & Fairbrother,1996)，主要涉及科學本質和探究內容及過程二個元素。前者是指科學的定義和特質；後者則是指研究的方向和過程。兩者關係密切，缺一不可。

科學探究的過程大致可分為提問、探究和應用三個範疇。提問是科學探究的第一步，用意是發掘可探究的問題。以空氣遇熱膨脹的自然現象為例，提出的問題可包括「為什麼空氣會膨脹？」、「空氣在什麼情況下會膨脹？」、「空氣遇熱會怎樣？」等。上述現象涉及了三個因素，分別為空氣、熱和膨脹。雖然這些問題都包含了該三個因素，但所表達的意思卻截然不同。第一個問題是找出空氣膨脹的原因；第二個是找出如何令空氣膨脹；第三個是找出空氣遇熱的結果。在提出問題後，探究者就會運用已有的知識，嘗試列出一些合理解釋，然後透過科學探究驗證提出的解釋。在實驗探究的過程中，探究者須運用科學概念和科學過程技巧(Colvill & Pattie, 2002)，同時亦須懂得科學的特質，例如公平測試、量化、重複性等重要元素。科學應用是人類文明發展的重要工具，環顧四周的物件，全都是科學衍生出的產品。故此，當取得研習成果後，下一階段便是探索該研習成果的應用範圍。

## 科學探究與情境討論

根據上述對科學探究的闡述，其學習元素可分為思維和技巧兩部分。一般的實驗活動多是由教師預先訂立探究主題和學習目標，學生只須跟隨提供的指引，便可達到基本的要求。這種模式給予學生較少的思考空間，他們只會跟隨指示進行實驗活動，而不會提問、質疑指示的可靠性、或思考實驗本身的意義。久而久之，學生便會遺忘科學的特質。當進行實驗活動時，教師通常只會簡單介紹實驗的背景資料，然後集中討論實驗步驟和注意事項，學生很少機會思考實驗的意義，例如「為何要進行該實驗活動？」、「該實驗活動想證明什麼？」、「為什麼要訂立該實驗主題？」等。



以科學探究的角度來說, 提問是開啟探究大門的鑰匙。為了協助學生發展提問的能力, 情境討論是一個很有效的方法, 其學習重點是以真實的問題出發, 然後聯繫到科學概念。利用四驅車作探究是一個很好的例子。很多學生都有玩四驅車的經驗, 他們能從無數的比試過程中, 了解影響四驅車速度的因素, 例如: 馬達的轉數、電池的種類、輪胎的種類、齒輪的配搭等。接下來的討論, 便可進一步訂定各類變因及如何進行公平測試。由此可見, 學生只要清楚問題所涉及的因素, 便能主動地參與探究, 繼而深思科學探究的定義和特質。這樣可協助學生發展自主地進行科學探究的能力, 將科學探究推廣至課堂之外的其他層面。這與真實評估的理念近似, 研究學者如 Wiggins(1989)、Kerka(1995)、Tanner(2001)指出, 真實評估的一大特色是其設計與日常生活關係密切。提供實際情境, 可讓學生應用課堂所學的科學知識, 促進不同的技巧和能力發展, 為適應社會或校外生活作好準備。

## 活動設計與推行

Solano-Flores and Shavelson (1997)介紹了比較探究活動中基礎及進階兩種層次。這兩個層次的探究活動均會牽涉學生提出、解決及驗證科學問題或假設的能力, 另外亦會要求他們報告相關的驗證結果。在推行基礎層次的探究活動時, 教師一般會提供較詳盡的工作指引, 需要較多的準備工夫; 他們會為學生提供的準備包括書面指引、活動示範等, 並說明要進行的步驟及其原因。教師可就學生的學習經驗, 考慮選用哪一種探究模式。本文以紙手巾的測試為例, 說明情境討論在科學探究過程中的應用。此示例以較缺乏科學探究經驗的學生為對象, 活動架構屬基礎層次, 工作紙的指引也較多。紙手巾是日常生活經常接觸的物件, 品質和價格是影響消費者購買的兩個主要因素。大多數紙手巾的廣告都標榜品質好、價錢低, 消費者應如何決定呢? 因此學生必需有使用紙手巾的經驗和求知精神, 才可有效地進行探究。本活動的情境是環繞兩位小朋友對紙手巾的意見, 引導中一學生討論科學探究的定義和特質, 例如量化和公平測試, 以及介紹所需的科學過程技巧; 另外, 亦會協助學生思考如何從科學角度考慮問題。就上述提及的情境討論和科學探究技巧, 以下會逐一闡述:

### 情境討論

根據日常生活使用紙手巾的經驗, 擬定情境內容(見圖一), 讓學生思考可進行探究的範圍。圖一的談話內容指出了三個問題: 一是廣告內容經常標榜產品的優點; 二是 T 牌紙手巾是不是吸水強、柔韌性高; 三是價格與品質的關係。學生從而可擬定以下的探究問題:

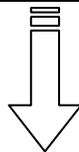
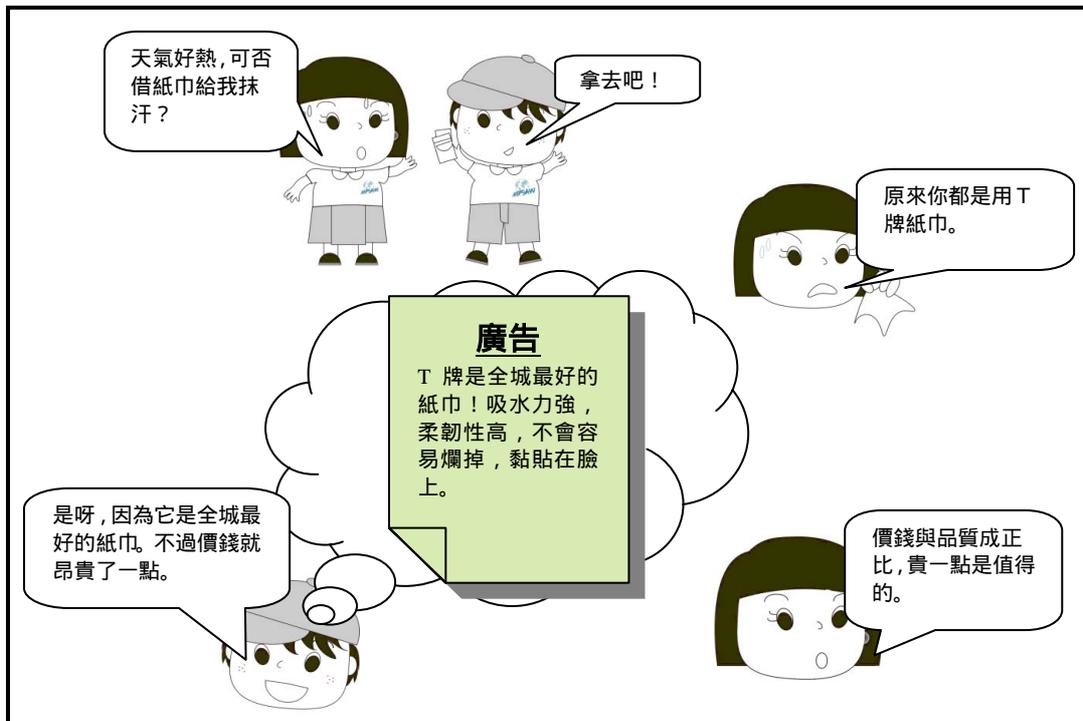
- 如何比較品質的好壞?



■ 找出價格與品質的關係？

■ 驗證廣告內容的可信性？

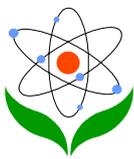
圖一：情境內容



## 問題想一想

從上述的對話中, 你可以得出甚麼結論? (請✓出答案, 可多於一項)

- 價錢愈貴, 品質愈好
- 廣告的內容一定是對的
- 廣告的內容不可盡信
- T牌紙巾吸水力強, 柔韌性高, 不會容易爛掉, 黏貼在臉上
- T牌紙巾物超所值



根據情境的內容，吸水力和柔韌性是兩個影響紙手巾品質的因素。吸水力是指吸水速度和吸水量；而柔韌性則指是否容易破爛。在討論過程中，學生須從科學角度出發，思考如何界定吸水力和柔韌性。

在測試這兩種因素時，須運用量化的概念。學生通常只會單靠感覺作出比較，但是各人的感覺都有所不同，所以不是一個客觀的指標。從科學角度來說，量化是將感覺化為可量度的數字，再配合合適的量度方法，例如：時間、長度、重量、面積等，便可作出客觀的比較。

在比較過程中，各品牌的紙手巾須在相同的測試條件下進行，這樣才能得出有效的結論，因為不同的測試條件可得出不同的結果。以測試吸水力來說，紙手巾的面積和層數會直接影響吸水量。假如每張 A 牌的紙手巾有三層，而 B 牌的有四層，當測試每張 A 牌和 B 牌紙手巾的吸水量，就要擬定測試條件，決定究竟測試單位是一張還是一層。由於學生在這方面有著相同的生活經驗，所以可大大提升他們的討論氣氛。此外，在討論過程中，還可提供一些提示，協助學生思考以下的科學要點（見圖二）：

- 科學方法是運用已有的科學知識進行實驗，並且收集和分析數據，以解答提出的疑問。
- 每次只可提出一個探究問題，因為不能同時間找出多個探究問題的答案。
- 將「比較」量化。
- 決定公平測試準則，選用適當的儀器和材料。
- 審核公平測試條件和實驗結果的可信性。



圖二：科學探究的特質

**科學錦囊**

為了驗證廣告內容的真偽,我們可透過科學方法,找出紙巾的哪一項品質(請✓出答案,可多於一項)?

- 吸水力
- 香味
- 包裝吸
- 柔韌性
- 價錢

**要訣一**

科學方法是運用已有的科學知識,進行實驗,並且**收集**和**分析**數據,以解答提出的疑問。

**要訣二**

每次只可提出**一個**探究問題,因為不能同時找出**多個**探究問題的答案。

**你的科學方法是什麼?**

進行實物測試,比較不同牌紙巾的 \_\_\_\_\_。

**要訣三**

將“比較”**量化**。

完全正確。進行實驗時,我們須將“比較”量化,決定如何比較不同牌子紙巾的差別  
(提示:通常量度體重(公斤)比較身形肥瘦)

量化的方法通常是量度

最後是**設計**和**進行**實驗。

設計時,要考慮實驗條件,以最公平、公正的原則進行測試,並且選用合適的儀器和材料。

材料: \_\_\_\_\_

儀器:(請✓出所須的項目)

計時器

量筒

量杯

漏斗

尺

電子秤

夾子

三腳架

本生燈

鐵絲網

其他: \_\_\_\_\_

另外,要確保各測試在相同的條件下進行,並且審核結果的可信性。

**實驗條件:**  
各測試物的大小都要(相同/不相同)

如果一張A牌紙巾有三層,而B牌紙巾則有四層,我們應該怎麼辦?

如果每次量度的結果都不一樣,實驗結果的可信性是(高/低)。

**要訣四**

決定公平測試準則,以及選用適當的儀器和材料。

我會透過量度它們的 \_\_\_\_\_, 測試紙巾的 \_\_\_\_\_。

**要訣五**

審核公平測試條件和實驗結果的可信性。

\_\_\_\_\_



當學生清楚情境內容後,就須提出相關的探究問題。此過程涉及變因的概念,主要分為操縱、應變和不變變因三種。學生須根據各變因的性質,設計探究實驗。

### 科學過程技巧

在日常生活中,預測、觀察、解釋是常用的技巧。在科學探究的過程中,除上述技巧外,還包括設計實驗、運用儀器、記錄數據、分析數據、總結等技巧。但在本活動中,則強調下列技巧:

#### 預測

解釋預測的原因,目的是讓學生明白預測不是胡亂猜測,而是須有確實的理據支持。

#### 實驗步驟

學生考慮所涉及的科學概念,自行擬定實驗步驟。為了刺激學生思考,可透過提示幫助他們。以測試吸水量為例,這牽涉「飽和」的概念,然而學生卻可能忽略了這一點。此外,量度的技巧分為直接及間接量度,是次測試須運用間接量度法。

#### 記錄

介紹數據記錄表、折線圖的運用和格式。

#### 總結

歸納實驗結果,回應提出的預測。

工作紙的設計重點是協助學生分析情境,引導他們透過科學探究的方法,找出問題的答案。因為學生是首次以情境討論的形式進行科學探究,所以會提供較詳盡的指引。以下是工作紙的主要部分:

### 實驗活動內容

圖三簡單描述了吸水量測試的注意事項,輔助學生設計實驗。實驗工作紙(見圖四)指引學生進行整個探究過程,包括預測、實驗儀器及步驟、數據記錄及總結四部分。



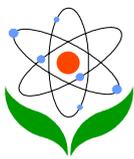
圖三：實驗活動設計的注意事項

注意事項一  
是次實驗是測驗紙巾的 \_\_\_\_\_, 我們應用多少份量的水才足夠呢?  
水的份量應 (多於 / 等於 / 小於) 紙巾所能吸取的份量。

**數學方程式**  
  
水的總容量 = 紙巾的吸水量 + 剩餘的份量

注意事項二  
一般來說, 紙巾是須要 (時間 / 空間 / 位置) 吸取水份, 當不能再吸取時, (多餘 / 不足) 的水份會從紙巾流出。





## 實驗活動回顧

完成整個探究過程後，教師可總結科學探究的特點，讓學生更容易掌握各重點。圖五的工作紙總結了以下的學習重點：

- 科學探究的步驟--因為學生是初次由提問開始逐步進行探究，所以須要強調探究過程的各部分。
- 問題中所涉及的因素--提問之前須清楚知道問題中所涉及的因素。
- 實驗假設--讓學生知道假設的定義，同時要求他們指出實驗的假設。
- 折線圖格式--回顧折線圖的格式要求，澄清或鞏固已有的概念。
- 公平測試--指出強調公平測試的原因。
- 實驗可信性--檢討和改善實驗的方法，以增加其可信性。



圖五：實驗活動回顧

### 實驗回顧

1. 科學探究主要有哪幾個步驟？

考慮當中的要素      預備所需的材料

提出 \_\_\_\_\_ → 設計 \_\_\_\_\_ → 進行 \_\_\_\_\_

回應      找出各要素的關係      收集有關的實驗數據

作出 \_\_\_\_\_ ← 分析 \_\_\_\_\_

2. 根據是次實驗的問題，當中包含多少個要素，並指出是次實驗測試哪一個要素？哪些要素會改變的？哪些要素會保持不變的？

問題中的要素： \_\_\_\_\_

實驗測試的要素： \_\_\_\_\_

改變的要素： \_\_\_\_\_

保持不變的要素： \_\_\_\_\_

3. 在預測結果時，我們通常都會根據已有的知識和經驗作出判斷，而這判斷是設計實驗的基礎，稱為「假設」。假設是預測要素之間的相互關係，引領數據的收集。是次實驗中的假設是什麼？

實驗假設： \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. 圖表應包含哪些部分？如何決定 X 軸和 Y 軸代表什麼？

圖表內應包含： \_\_\_\_\_

X 軸： \_\_\_\_\_ Y 軸： \_\_\_\_\_

5. 為什麼要有公平測試？公平測試的特點是什麼？

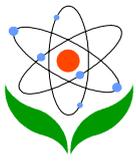
6. 如何提高實驗結果的可信性？

除了吸水力外，我們還可以探究紙巾的哪些品質？

根據上述科學實驗的模式，設計一個實驗，以測試紙巾的其中一種品質。同學將設計填寫在實驗工作紙上，其內容應包括下列的項目：(設計時，可參考“紙巾吸水能力大比拼——實驗工作紙”)

1. 實驗目的 —— 提出探究問題，以及學習動機。
2. 假設（考慮當中的要素）—— 預測實驗結果，並提出支持的理據。
3. 材料和儀器 —— 選擇合適的材料和儀器。
4. 實驗步驟 —— 考慮公平測試條件和實驗結果的可信性。
5. 數據記錄 —— 列出將會量度哪些數據；設計數據記錄數據表格，用來記錄實驗數據。
6. 分析結果 —— 列出分析數據的方法。
7. 結論 —— 作出結論，比較結論與假設是否相同。

完



## 延展問題

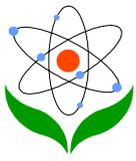
在回顧的過程中，還可以透過進階的比較探究活動形式，引導學生思考其他影響紙手巾品質的因素。這樣學生可鞏固從本活動學到的知識，以及自行進行探究的能力。

## 總結

根據實際情境進行科學探究，可把學生的學習空間從課堂延展至日常生活的環境；學習範疇亦較常用的實驗活動廣闊，顧及了思維及技巧的發展。另外，情境討論亦可提升學生找出或訂立研究問題的能力，增加他們思考科學探究本身的意義和特質。為了讓學生容易掌握問題的核心，情境討論的內容應以日常生活的事物為主。因為情境討論要求學生對問題有詳細的了解，如以他們熟識的事件為探究主題，則可事半功倍。所以在設計情境問題時，必須兼備課程內容和生活化問題兩個元素。本活動除讓學生認識科學探究的定義和特質外，還讓他們從科學角度批判廣告的內容，辨別資料的真偽，確立良好的消費態度。這模式更可配合科學、科技與社會學習範疇的學習目標（課程發展議會，2002），讓學生了解科學、科技與社會之間的相互關係，根據證據對事物作出明智的判斷。

## 參考資料

- 課程發展議會(2002):《科學教育:學習領域課程指引(小一至中三)》,香港:政府印務局。
- 李鈺(2003)。美國學校情境教學的策略與實踐。《教學與管理》,第13期,頁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.