

常識科研究課之 「空氣中的水」、「日蝕的發生」、「電的流動」

勞傅燕華、蘇詠梅
科學系

甲. 背景

「水遇熱變水蒸氣，遇冷便變回水。」當小三的學生完成了「水的三態」這單元後，他們大部份都能這樣回答。「電只會流過一個閉合電路。」當小四的學生完成了「電」這單元後，他們都會作出這個回應。「當月球走到地球與太陽中間而在同一直線上時日蝕就會發生。」當小六的學生完成了「日蝕」這課題後也不難作出這個現象的描述。

有研究指出兒童在接受正規教育前已對世界如何運作有自己固有的見解 (Osborne & Wittrock, 1983; Gunstone, 1991; Henriques, 2002)。小學生在學習這些課題前對內容知多少，是一無所知或是已有相當的認識？Keogh 和 Naylor (2002) 從諮詢教師中得知他們所認同的有效教學策略都有注重學生的想法。香港的教師在教學準備時又有沒有就著學生的已有知識作出不同的教學設計？

兒童對科學現象建立多項性概念或理解(Clough 和 Driver, 1986)，他們的理解不一定會因教學而改變(Gunstone, 1991)也不一定在預期的方式中改變(Osborne 和 Freyberg, 1985; Osborne 和 Wittrock, 1983)。在這些課題中，小學生要掌握到什麼學習重點，是否單單就是教科書中的課文重點？課後學生是否真的理解到這些現象發生的原因及過程，或只是學生記憶力好把教師的講課及課文內容全印在腦海中？

與教師討論以上種種問題，才察覺這都是常識科教師未有特別關注的方面。而香港教育學院小學創展協進計劃(PIPS)提供了寶貴機會，讓教院的科學系講師與三間小學教師共同研究，嘗試找出小學生對常識科課題如「水的三態」、「日蝕的發生」和「電流」的一些看法，從而考慮設計課題的教與學活動，以幫助小學生有效學習這些較抽象的概念。研究課主要是從學生的已有知識為出發點，重新考慮什麼值得教和值得學，以及如何教和如何學。

乙. 從學生作起點的研究課

(一) 釐訂課題

爲了解小學生對「水」、「電」、「日蝕」的認識，在課前各邀請約六至八名小學生就所定下的課堂研究主題分別作簡單的訪問調查。

- 在「水」的主題中，結果發現學生都認爲太陽會直接吸收水分，普遍地對「蒸發」概念並不清晰，也沒有「水蒸發後分佈於空氣中」的概念。這結果與文獻調查結果類同 (Johnson, P., 1998; Tytler & Peterson, 2000); 於是，教師們決定把研究的課題收窄爲「水的蒸發和凝結」。
- 在「電」的主題中，學生普遍對電流在電路中的流動有錯誤理解，所以教師認爲研究課應加強這方面的學習。
- 在「日蝕」這課題，學生普遍對相關的內容有初步理解，教師們決定把研究課加長爲一小時的教學，讓學生透過一個有系統的學習對日蝕有較完整全面的理解。

三個課題在處理上的少許差異，主要是根據該學校教師詳細的討論及分析，就著不同學校教師的工作模式及學生的興趣和能力的而作出的研究設計及安排。

(二) 前測設計

就著三個主題，我們參考了有關的文獻。及利用了之前的訪問調查，設計前測問卷，向同級其他班共百多位同學進行全面的調查。前測問卷的目的是要找出同學對主題學習內容的理解，以便教師判斷學生在學習時可能遇到的問題及困難，以及幫助學生掌握學習內容的關鍵特徵。

在設計「水」課題的前測時，參考了一些外國的研究文獻。Bar & Travis (1991); Osborne & Cosgrove (1983); Tytler & Peterson (2000); Russell, Harlen & Watt (1989)，這些研究都是探討學生在學習「水的蒸發和凝結」前，已擁有的見解，並嘗試理解學生在發展這概念時會遇到的困難。教師們最後參考了這些文獻，設計了六條前測問題，其中三條是與「蒸發」有關，另外三條與「凝結」有關。

在設計「電流」課題的前測時也參考了多份研究文獻。Koumaras, Psillos & Kariotogloy (1996); Flear (1994); Kibble (1999); Shepardson & Moje (1994); Summer, Kruger & Mant (1998) 分別都是探討小學生在學習「電」課題時的理解及教師所採取的教學方法；然後才決定前測的內容。

在設計「日蝕」課題的前測時主要是參考了 Kibble (2002) 的概念卡通；Diakidoy & Kendeou (2001)；Davis (2002) 和 Stover & Saunders (2000) 對自然現象課題的研究，再加上教師多年課堂教學的經驗，擬定了十三條開放性的題目作訪問，首七題是學習「日蝕」的先備知識，後六題是與日蝕有直接關係的。

(三) 前測結果

綜合小三學生在「水」的主題前測的表現，我們有以下的發現：

- 學生不清楚水在沸點以下也會蒸發。
- 學生只知水因蒸發而不見了/少了，卻不知水蒸發到哪裡去。
- 學生不清楚水汽會在較冷的表面凝結。
- 學生對於「空氣中有水汽」的概念不清晰，故不能解釋汽水罐表面的水從哪裡來。

小四學生對「電流」的已有知識如下：

- 只有近五成學生(49.2%)選電池為電的來源，其次是電線 (39.7%)，開關掣 (4.8%)、燈泡(3.1%)及不知道(3.17%)；
- 從兩個組合中選取會亮的燈泡，八成的學生選取正確的組合；
- 但在作解釋時，只有三成的學生提及電路，二成的學生說是正負極的緣故；近三成學生沒有作答，另兩成學生說出一些沒有關係的東西；
- 在用箭嘴「→」繪出電流流動的方向時，近三成學生把「→」由電池的正極經過燈泡到電池的負極；二成多學生把「→」由電池的負極經過燈泡到電池的正極；另外二成多學生把「→」由電池的正負極同時流向(或背向)燈泡；亦有二成多學生沒有回答或是回答一些不相關的事情；
- 被問及在電線內電的模樣時，四成多的學生認為是流動的，有一成說是靜止的，近兩成是一些不相關的回應，近三成沒有回應。

在前測問卷中，小六學生對「日蝕」的理解如下：

- 約六成的學生正確選出地球出現日蝕的現象的成因；
- 接近七成學生正確選出日蝕的形成時各星體的不同位置；
- 有七成學生正確估計地球上一年內平均出現日蝕的次數；
- 約七成多學生認為在地球上出現日蝕現象在香港是一定會看得見；
- 有八成多學生正確選出與日蝕現象有關的中國神話；
- 約七成學生選取安全地觀察日蝕的方法。

(四) 確定學習內容及其關鍵特徵

根據前測結果，課程的編排及文獻中的建議，教師們就著主題為研究課確定學習內容的關鍵特徵。

「水」的研究課的學習內容確定為：

- a. 液態水在任何溫度下也會蒸發，而蒸發了的水存在空氣中。
- b. 水汽會在較冷的表面凝結。

「電流」課題的關鍵特徵如下：

- a. 電只能通過閉合電路。
- b. 電流是電線內的電子流動而產生。

「日蝕」的教學設計就其中三個重要項目作為關鍵特徵：

- a. 日蝕成因的兩大關鍵要素－「太陽、月球及地球三者成一直線」和「月球在太陽和地球中間」；
- b. 日蝕的種類－日全蝕、日偏蝕及日環蝕；
- c. 安全地觀看日蝕－不要用肉眼直接觀看。

(五) 教學設計

Osborne 和 Simon (1996) 細心的分析課堂觀察及師生們的訪問，顯示出兒童的學習是如何受教師的提問，以及回應學生問題的技巧和能力所影響；Palmer (1998) 也討論到如何可以提供一個學習空間(Learning Space)，讓學生進行有效學習。所以，為了讓學生更能掌握學習內容的關鍵特徵，教師需以不同的情境來突顯有關概念。此外，關於兒童天真科學觀念的研究，能為教師在計劃或實踐教學時提供見解及指引，以挑戰學生的既有觀念(Shymansky, Woodworth, Norman, Dunkhase, Matthews 和 Liu, 1993)。學者們非常致力於不同的學習範疇內容中選用教學策略及課程內容來試圖加強學生科學概念的學習 (Fetherstonhaugh 和 Treagust, 1992, Diakidoy 和 Kendeou, 2001)。以上的文獻，提供了一個正確方向，為我們的教學設計作導航。

「水的蒸發和凝結」的教學設計如下：

1. 活動一：「液態水在任何溫度下也會蒸發」，三個情境為：
 - a. 在研究課時，把試管內 5ml 的水加熱至沸點。
 - b. 於研究課前三天，把盛有 5ml 水的試管放置在課室內。
 - c. 學生於家中，以豉油碟盛五滴水。

這三個不同的情境，是想突顯：

- 水的容量在沸騰和蒸發中減少了，是因為形態改變了。
- 蒸發是可在任何溫度下進行。
- 蒸發了的水，變成氣態，存在空氣中。

2. 活動二：「水汽會在較冷的表面凝結」

- a. 一隻湯匙置於冰箱，取出後不久，匙面出現水珠。
- b. 另一隻湯匙置於課室內，匙面卻沒有出現水珠。

以上兩個活動設計，都嘗試利用變易，突顯有關的關鍵突徵，幫助學生學得更有效。例如：

- 活動一，同樣的 5ml 的水，不同的方法加熱後(情況一是煮沸了，情況二是被周圍環境加熱了)，部份的水不見了，變成氣態，存在空氣中。
- 活動二把兩隻一模一樣的湯匙，放在不同環境(冰箱內和課室內)，便有不同結果。教師們更能進一步讓同學參與，鼓勵他們提議利用不同的物件，放在以上的環境，看看是否有相同結果。

「電流」的教學設計如下：

1. 活動一：提問學生是什麼令手電筒亮著？電源來自哪一部分？以帶出電池是其中一種電的來源。這是參考了 Fler (1994)建議讓學生多參與及說出自己的看法，及作科學性的測試。
2. 活動二：Sherpardson 和 Moje (1994) 建議學生要親身參與電路的接駁來加強對電的認識。著學生接駁電路以燃亮燈泡以帶出電路必須閉合才能正常運作。老師將一個燈泡、一條電線及一枚電池貼在黑板上，然後學生分組嘗試令燈泡發亮。過程中學生會發現一條電線是無法令燈泡發亮的。若同學要求，教師可派發多一條電線給他們再作嘗試。
3. 活動三：老師向學生提供一個開關掣及一至兩條電線，讓學生把開關掣安裝在適當的位置，以能隨時把燈泡燃亮或關掉。
4. 活動四：十人一組作角色扮演，帶出電流是電線內的電子流動而產生。每組學生提供三個角色帽(燈泡、電池及開關掣)。其餘學生手拉手扮演一條電線(每位學生左手握著一團預先寫有「電子」二字的紙)。代表燈泡、電池及開關掣的學生隨意走進小組中不同的位置，模仿一閉合電路。準備妥當後，老師按一下代表「開關掣」的學生，「電線」學生就把左手握著的紙團由左手傳到右手，然後再傳到另一位學生的左手上。每當紙團傳到「燈泡」時，他便以「吹哨子」方式表示燈泡亮著，紙團一直不斷地傳著，直至教師再按「開關掣」關掉「電源」為止。這個活參考了 Kibble (2002) 的建議。
5. 老師利用已預先製作的單車輪，模仿電子如何在電線內流動(單車鏈的移動)。這個活動參考了 Summer, Kruger 和 Mant (1998)的建議。

在設計「日蝕」教學時參考了教育文章、書本及網頁作以下安排：

1. 引發學生聯繫與日蝕相關的已有認識
在前測中不是所有學生都知道「日蝕」的中國神話，且參考了 Mohapatra (1991) 的意見，在引起學習動機這部分中，先展示一些日蝕的網上照片 <http://www.bbc.co.uk/science/space/myspace/yourgallery/eclipsecollection.shtml>，然後與學生討論「日蝕」的中國神話。
2. 模擬與日蝕有關的星體運動
在前測中只有六成多的學生能夠說出太陽、地球與月球三者之間的運動，參考 Davis (2002) 的提議，設計活動讓學生模擬與日蝕有關的星體運動。此外，亦參考 Kangassalo (1994) 對運用電腦模擬的研究及多個網頁的動畫，設計及播放電腦模擬宇宙俯瞰動畫，讓學生看到太陽、地球和月球在宇宙間運行的情形。
3. 用多種方法讓學生體驗日蝕的成因：
在前測中只有六成多學生能夠指出日蝕的成因，就 ASE and PPARC (1999) 所建議，設計活動讓學生個別模擬體驗日蝕的成因。然後參考 <http://www.ied.edu.hk/invent/invention/invention.html> 日蝕形成的動畫用電腦模擬日全蝕及日偏蝕的形成。此外，學生運用「自製日蝕箱」模擬日環蝕的成因。
4. 找出發生日蝕的時間：
在前測中，有七成的學生選擇一年內地球上會出現一至三次的日蝕。活動設計是引導學生到香港太空館網站 <http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/index.htm> 找出 2001 年至 2003 年的日蝕時間。
5. 辨別觀察日蝕的正確方法：
前測中只有六成多的學生能夠選擇正確觀看日蝕的方法。活動的設計是由學生在播放的電視新聞片段中找出人們觀察日蝕的方法，就他們對觀察太陽的已有知識討論正確的觀看日蝕方法，繼而播放香港太空館及教育署課程發展處(1999) 出版的《小學天文教材套》中的短片鞏固學生的理解。
6. 鞏固概念學習及延展活動：
活動讓學生扮演天文小記者訪問其他同學在本堂所學習到的問題。學生分組討論及找出在本課還是不明白的地方和想知道多些的地方。此外，學生要在課後繪畫 Kibble(2002) 所建議的卡通描繪日蝕的成因及過程。

(六) 「計劃-教學-評估」模式的改善教學

參與的教師考慮在前測所得到的數據作共同計劃教學設計，且採用「計劃-教學-評估」模式互相支持教學。如果有四位教師參與的話，三名教師一同觀看首名教師的課堂教學，課後作回饋及檢討，然後修定及計劃第二名教師的教學，如此類推。以下是每個課題教師共同檢討後所擬定改善建議及實際情況分析，反映到「計劃-教學-評估」模式能促進改善實際教學。

在「水」的一課中，共有四位教師進行研究，在第一課後，各位教師和研究員，就此課節的安排，都作出了不少改善提議，有關建議和在第二課的實際教學情況分析如下：

在第一課後檢討擬定改善建議	在第二課的實際教學情況
活動一前後，建議邀請學生在試管上畫上水的刻度。	能利用不同顏色作比較，並能利用黑板顯示和進行討論。
把工作紙一分為二，免學生分心；紙上的畫圖，如試管內的水和活動二的湯匙，也有提議作改善。	利用不同工作紙記錄兩個活動，較為清楚；改善後的工作紙，較易跟進和作記錄。
在討論活動結果時，同時間利用黑板畫出水形態的改變。	有多用了黑板，學生更能有效地參與討論，氣氛更佳，學生投入學習。
建議著學生自由提供物件，放入冰箱內，帶出水凝結效果。	學生熱烈地參與，有理性地選擇可用物件，包括鏡片、眼鏡和鐵間尺。
教師應多提出「為什麼」問題，刺激學生思考。	能提供機會讓學生發揮，興趣大增，更為投入。

在第二課後再作檢討，教師們提出以下幾點：

1. 在黑板上帶出重要的相關詞彙是重要的，建議要多運用黑板，如作總結之用。
2. 教師在用詞上要一致性，例如「水蒸氣」和「水汽」，意思是否一樣？
3. 加強學生共同探討問題的機會。

在完成四個教節後，教師在課後檢討時，都再一致強調讓學生參與學習的重要，儘可能減少教師主導學習的時間，亦應設計有趣的、生活化的相關難題，挑戰學生，讓他們多思考，轉化所學的知識於日常生活中。

在「電」的一課教學中，只有兩位教師參與，而教學上的改善如下：

在第一課後檢討擬定改善建議	在第二課的實際教學情況
1. 一班共有六組，其中三組的電筒中的電池被預先取去，學生需要打開電筒來作比較，找出電筒不亮的原因。	✓ 學生作比較後，再選用適當的物件令電筒亮著。
2. 建議著學生構圖說出令燈泡亮起的模樣才可以另取物品	✓ 效果良好，學生需要經過腦到的思考及手到的操作
3. 建議學生用膠紙把電路各部分貼在	✓ 把電路貼在咭紙上作展示用，效果非常

畫紙上，由「完整」引入至「閉合」。	好，學生不用手忙腳亂地吊著接駁好的它路
4. 在討論電流時注意是「電流是流經電路」，而不是「電由電池流到電線，再到燈泡，回到電池」	✓ 教師能引導學生說出電路是完整，沒有斷開，帶出閉合電路的概念。
5. 在角色扮演活動時的準備要充足如預先把角色帽固定，把紙球放在膠袋中，由教師派發。此外活動指引要較清楚加強活動的成效，如指示學生屈起雙手，左手握紙球，把紙球交到右手再交到隔鄰同學的左手上，不要掉在地上或桌上。	✓ 步驟改為由左手交到右手再交到隔鄰同學的左手上，減少學生把紙球拋來拋去，引致混亂。
6. 多用黑板繪畫線路，加強學生的理解	✓ 有多用黑板繪畫線路輔助教學
7. 教師在用腳踏車鏈模擬電路中的角色，未辨清究竟是開關掣還是電源。	✓ 教師雖然已經與學生共同認定教師在是模擬電源的角色，但教師未有出力踏單車腳踏，難以突顯其扮演角色。

參與的教師們在第二個教節完結後後再作檢討，指出還需要改善的地方是：

- 注意用詞的 consistency 如電源與能源之別
- 還需多用黑板如寫出「閉合電路」等重要詞彙
- 在進行模擬活動時傳紙球時，不需要著重向左或向右，最重要的是向同一方向，模擬電子向一個方向流動

在「日蝕」教學時四個教節的教學中首兩課的改善進程如下：

在第一課後檢討擬定改善建議	在第二課的實際教學情況
8. 移走投影機，讓學生有更多空間進行模擬活動；	✓ 學生活動空間增加，活動較自如。
9. 讓學生講出日蝕傳說；	✓ 提高學生學習興趣。
10. 逐張展示網上圖片；	✓ 讓學生細心觀看圖片，效果良好，學生投入學習。
11. 網上搜尋活動 - 由於時間有限，預先進入網頁；	✓ 省卻了輸入網址的時間，提高了教學效率。
12. 課後延續課業 - 著學生繪出成因及過程。	✓ 還未有清楚指示，到底是要繪出成因還是過程、還是要在同一張紙畫下兩者。

四位參與的教師在第二課、第三課後繼續檢討，擬定改善建議其後的教學。一直至第四堂教學後的檢討，眾教師都認為還要在以下各方面作改善：如果教學時間容許的話，應儘量減少教師主導的教學時間，多些學生小組的交流和討論，及由

學生共同探討活動的步驟和原因，再向全班作匯報。

(七) 後測結果

綜合學生在後測的結果，發現學生對水的理解均較前測進步，教師們都應為學生在敘述和解釋蒸發和凝結現象時，能運用相關合適的詞彙，解釋也更為詳細，也能有效地把知識轉移和應用於生活上的一些事例上。

例如：前測中只有一成學生能夠正確解釋冰凍的汽水罐上水珠的成因，後測中則有近六成學生能解釋正確這現象(在課堂上並沒有處理這現象)。

選電池為電的來源的學生由五成增至六成多；九成多的學生正確選取會發亮的電路；比起之前的三成學生，在後測有六成多學生在作解釋時提及電路；在用箭嘴「→」繪出電流流動的方向時，學生在前測及後測的改變不大；被問及在電線內電的模樣時，在後測較小數學生說電是靜態，比起之前有三成多學生沒回應，在後測只有兩個學生在沒回應，顯示學生對電的模樣有較具體的印象。

為什麼地球會出現日蝕的現象？日蝕的出現是下列那項各星體在不同位置上所形成的？我們應該怎樣安全地觀察日蝕？以上三題選中正確答案的的學生由六成多增至九成多；其餘三題選取正確答案的學生的也有小數的增加，約百分之十二至十七左右)。

丙. 研究課對教師發展的影響

從學生的學習成果來看，由於教師給予空間讓學生進行觀察，親身體驗和小組討論，所以學生上課時的表現較投入，較易產生成功感。在其中一教節後，有一位教師驚嘆地說：「某同學都在填寫工作紙呢！」明顯地，較弱的同學也在研究課中提升了學習興趣和能力。

同時，在課堂上運用不同的情境及活動，是希望給學生一個訊息，科學就是在生活當中，並不是遙不可及的，是與日常的經驗息息相關的。就是這點，同學很直接地想到日常情況，更能嘗試作出解釋。例如：在「水」的一課當大家在討論凝結現象時，一位同學立刻提出：「沖熱水涼時，我都見到沖涼房鏡片上有水珠，我現在知道為什麼了！」其它同學也就這現象也七嘴八舌作解釋，完全投入。這正正就是主動學習的好例子。課後，教師給予學生一個難題跟進：「怎樣利用這隻不銹鋼杯，把空氣中的水現形？」雖然已下了課，同學們還未想放棄；在課室外，把教師重重圍著，只是希望教師聽聽他們的建議，熱烈程度，真教人感動。也令教師們反思，為什麼以往的教學未能帶動這主動學習的文化？

在「日蝕」一課中的延展活動是學生在課後繪畫日蝕形成及日蝕過程的卡通。分析結果顯示，近八成學生獲得了不同程度上有關日蝕的正確理解。約 13.5% 的學生能繪出月球圍著地球公轉到某一位置產生日蝕。有 30.9% 學生繪出在日蝕發生時月球在太陽和地球中間，當中更有 7.1% 繪出了正確光線圖。另外，有 11.1% 繪出在日蝕發生時月球在太陽和地球中間，並嘗試繪出日蝕情況。由此可見，在課堂後，有超過半數 55.5% 學生能掌握(瞭解並用繪圖表達)正確日蝕概念。

其實，研究課不單是能讓學生學得更有效，對教師而言，也有一定的沖擊。在研究課的早段，各位老師都顯得憂慮，一來擔心所涉及的課題，在以往的教學都未有如此交待過，是否有需要教得這麼深入呢？二來是擔心學科知識不足以應付，對自己缺乏信心。以上種種焦慮，並不是單靠參加教師進修班、參考新的課程資料或自創新的教學活動便能解決。當研究課進行中，教師的討論越見有深度，態度也越來越積極，自發性也越來越強。進行研究課能提供一個很好的機會讓老師發展，而這發展也覆蓋三方面，正如 Bell (1994) 在她的文章中所提及的：個人發展 (Personal Development)、社群發展 (Social Development) 及專業發展 (Professional Development)。

1. 個人發展 (Personal Development)

個人發展是指個人對自己改變過程的感覺 (Bell & Gilbert, 1996)。對各位參與的教師而言，進行研究課就能帶動這改變。由於其中大部分的教師都是文科出身，在早段的研究課，對教科學課題，他/她們都表示擔心和缺乏信心，也承認自己不是一個好的科學教師。在研究課進行期間，由於定期開會，提供了多個機會大家分享，由教師以往的教學方法，到學生對這課題的已有概念，一一仔細地討論，表達己見。這類討論證實是很重要的，教師們都表示這討論平台能有效地進行互動，澄清概念，加深對學生的認識。雖然進行研究課是要付出代價，譬如時間用多了，但感覺上教師都一致認為自己對學生了解多了，教類同這課題的信心也大增了，也感受到自己更能承擔這份工作解責任。正如以下的教師所說：

「我以往教科學的恐懼很大，現在已大大減少了，見到學生對學習的興趣提高，自己的教學信心也增大了。」

「改善了我的教學方法，學生的學習成效及興趣比往前提高了，我教得有信心及愉快。」

2. 社群發展 (Social Development)

教師往往覺得教學是一種孤獨的工作，課室內發生的事，一一都是自己的決定，沒有別的老師支持、批評、認同或鼓勵，社群發展是指教師感覺到這種孤獨教學是有問題的，漸漸珍惜協同工作的價值，也能發展成爲習慣。透過課堂研究，教師們的反思，不期然都提及這改變，也深深感受到這改變帶來的喜悅。

以下是教師們的一些心聲：

「是次的課堂研究促進教師間的交流及合作」

「我們已不再是孤軍作戰，大家敘在一起討論教學已是常見的事了」

「教師們認爲有改變的原因是教學設計內容不再由一個人決定，改以集體協作及集思廣益，大家不斷修定教學計劃」

「教師彼此間會進行觀課，可從互相檢討和改善教學中互相支持」

透過課堂研究，教師們已大開中門 - 這不單是指課室的門，也是他們的心，讓別人進入，毫無介蒂下作出「批評」，但是是善意的，因大家是朝同一個方向走，是爲了改善學生學習；由此更能引發同事之間的相互討論，學習社群(Learning community) 便能慢慢地建立起來。

3. 專業發展 (Professional Development)

若教師們有機會一起討論教學，覺察自己在教學上的不足，從而被鼓勵扮演「teacher-as-learner」的角色，他們的專業成長更爲顯著，因爲這是一個好的學習機會，而不是爲他們在教學上作補救。進行課堂研究能讓教師經歷以上過程，也有機會進行研究，成主「teacher-as researcher」這點。透過前測和訪問，讓教師能以學生作起點設計教學，並在一個有支援、互相支持和鼓勵的環境下進行。很明顯地，在初期的討論，大家的關注在於怎樣進行活動、秩序是否會有問題或資源是否足夠等問題上交換意見，如有教師提及：

「課前準備及設計是很重要的，教院可否提供？」；

「進行這活動會否有秩序問題？」

漸漸地，討論的焦點已變成相互教學的分享，利用文獻，分析怎樣讓學生學得更好、更有效，怎樣幫助學生建構相關概念。教師開始關注自己回應學生

想法的能力，更相信要尊重學生的意見，才能令學生體會到要對自己的學習負責。完成這研究後，大家都甚為興奮，是因為學生們的反應，是正面的、雀躍的。

以下是教師們的一些說話：

「我要讓同學多參與學習，因這是他們的一課」

「教師對這課題的本科知識有顯著的增加，對我將來的教學一定有裨益」；

「雖然在研究計劃中有不錯的成效，但在事前準備工作很多，所以擬定課題時，必須選擇較困難的內容作研究，才較有意義」，

「既花了那麼多心血及時間，應向教育界發報研究成果互相分享，讓其他教師作參考之餘，也可一起給建議如何做得更好」。

這些都顯示教師們在專業方面的成長，是他們在師訓課程後的另一專業成長的歷程。課堂學習研究提供了一個渠道，讓教院導師和前線教師一起進行研究，一起學習，一起成長。

參考：

- ASE/PPARC (The Association for Science Education & Particle Physics Astronomy Research Council) (1999). *Total Eclipse of the Sun: An activity for primary schools*. Herts: ASE & Swindon: PPARC.
- Bar, V. & Travis, A.S. (1991) Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Bell, B. (1994) Teacher Development as Professional, Personal, and Social Development. *Teaching and Teacher Education*, 10(5), 483-497.
- Bell, B., & Gilbert, J. (1996) *Teacher Development: A Model from Science Education*. Washington: Falmer Press.
- Clough, E. E., & Driver, R. (1986) A Study of Consistency in the Use of Students' Conceptual Frameworks Across Different Task Contexts. *Science Education*, 70(4), 473-96.
- Davis, R. W. (2002) There's a lot to learn about the Earth and Space. *Primary Science Review*, 72, 9-12.
- Diakidoy, I. N., & Kendeou, P. (2001) Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11, 1-20.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992) Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653-672.
- Fleer, M. (1994) Determining Children's Understanding of Electricity, *Journal of Educational Research*, 87(4), 248-253.
- Gunstone, R. F. (1991) Learners in science education. In P. Fensham (Eds.) *Development and dilemmas in science education*. New York: Falmer Press.
- Henriques, L. (2002) Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202-215.
- Kangassalo, M. (1994) Children's independent exploration of a natural phenomenon by using a pictorial computer-based simulation. *Journal of Computing in Childhood Education*, 5(3/4), 285-297.
- Keogh, B., & Naylor, S. (2002) Research into practice: a view from the classroom. *Primary Science Review*, 71, 19-21.
- Kibble, B. (1999) How do you picture electricity, *Physics Education*, 34(4), 226-229.
- Kibble, B. (2002) Earth and Space: Misconception about Space? It's on the cards. *Primary Science Review*, 72, 5-8.
- Kibble, B. (2002) How do you picture electricity? *Primary Science Review*, 74, 28-30.
- Koumaras, P., Psillos, D., Kariotogloy, P. (1996) Science education notes, *School*

- Science Review*, 77(280), 97-101.
- Mohapatra, J. K. (1991) The interaction of cultural rituals and the concepts of science in student learning: a case study on solar eclipse. *International Journal in Science Education*, 13(4), 431-437.
- Osborne, J., & Simon, S. (1996) Primary Science: past and future directions. *Studies in Science Education*, 26, 99-147.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985) Assumptions about teaching and learning. In R. Osborne and P. Freyberg (Eds.) *Learning in science: The implications of children's science*. Auckland, New Zealand: Heinemann Publishers.
- Osborne, R., & Wittrock, M. C. (1983) Learning Science: A generative process. *Science Education*, 67, 489-508.
- Osborne, R. & Cosgrove, M. M. (1983) Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Palmer, P. (1998) *The Courage to Teach: Exploring the Inner landscape of a Teacher's Life*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Johnson, P. (1998) Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 2: Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 696-709.
- Russell, T, Harlen W. & Watt, D. (1989) Children's ideas about evaporation. *International Journal of Science Education*, 11(Special Issue), 566-576.
- Sherpardson, D. P., & Moje, E. B. (1994) The nature of Forth Grades' understandings of electric circuits. *Science Education*, 78(5), 489-514.
- Shymansky, J. A., Woodworth, G., Norman, O., Dunkhase, J., Matthews, C., & Liu, C. (1993) A study of changes in middle school teachers' understanding of selected ideas in science as a function of an in-service program focusing on student preconceptions. *Journal of Research in Science teaching*, 30, 737-755.
- Stover, S. & Saunders, G. (2000) Astronomical misconceptions and the effectiveness of science museums in promoting conceptual change. *Journal of Elementary Science Education*, 12(1), 41-51.
- Summer, M., Kruger, C., Mant, F. (1998). Teaching electricity effectively in the primary school: a case study, *International Journal of Science Education*, 20(2), 152-172.
- Tytler, R. & Peterson, S. (2000) Deconstructing Learning in Science – Young Children's responses to a Classroom Sequence on Evaporation. *Research in Science Education*, 30(4), 339-355.
- 香港太空館及教育署課程發展處(1999)。《小學天文教材套》。香港：香港太空館及教育署課程發展處。

網頁參考

BBCi - Space - Solar Eclipse Picture Gallery.

<http://www.bbc.co.uk/science/space/myspace/yourgallery/eclipsecollection.shtml>

香港太空館。 <http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/index.htm>

科學家的發現。 <http://www.ied.edu.hk/invent/invention/invention.html>