

P10-170  
伍、研究結果

一、教師實施探究教學的困難與問題及其分析：

1. 教師理解的探究教學型態：

- 視科學實驗方法（科學實驗過程技能）就是探究能力的培養。所以探究教學重點在於實驗過程技能。
- 視澄清概念或連結概念與現象的教學為探究教學。而經常僅到達課程某一現象是屬於某某科學原理，例如抹布吸水是毛細現象，雷射光線在水中與空氣介面轉彎現象是光的折射。
- 視解決問題為探究，而教學重點在於解決問題的策略與操作方法的訓練。教師安排情境或問題，學生進行問題解決，最後形成知識概念和方法間關係。例如，以烤肉點火為問題的情境，學生討論如何點燃炭火，過程涉及燃燒三要素的概念，當學生經由嘗試不同策略方法將木炭點燃，教師引導關連解題方法和燃燒特性。
- 視知識的應用為探究。教師認為國小學生對於科學基本認識尚有很多不足，探究的核心應給予學生應用知識的機會，所以應先教導學生基本的科學概念，例如何謂光的反射、折射，再以此瞭解為基礎，開放學生探討複雜現象的理解（例如萬花筒）。

2. 教師實施探究教學的困難與問題

- 教師心中常存有「標準答案」或「正確概念」，因此討論常於正確答案被提出時就結束。教學中缺少不同觀點的論述，舉證與形成假設的教學活動內涵。
- 由於概念的學習一直是教師重視的及習慣的，因此學生提出的探究問題常被轉為認知問題。
- 教師專業不足，目前自然科授課教師，很多非本科系畢業，學習過程亦甚少有探究學習的經驗。師資養成教育，探究教學亦非其課程重點，致使不論在認知、經驗與能力方面上均有不足情況。
- 探究教學重視學生不同觀點的陳述，當問題一開放，教師無法處理學生所提出的五花八門問題，不論是回應學生問題，將問題分類或是引導學生澄清問題，致使討論的內容侷限於教師預定的範圍。這個問題反映出教師對於主題內容專業瞭解程度及帶領學生討論的能力。
- 行政配合問題，學校期中、期末考統一命題，而考試方向又偏向記憶性題型，導致教師不願意花太多時間給學生探究，因為對考試沒幫助。
- 教學進度時間的壓力。教材內容的份量過多，而教材內所提出的每個概念均需講解，教師一直處於趕進度的狀態，無法騰出時間實施探究教學。當學生的觀點或問題偏離教師預期時，不是刻意被忽略，就是簡短討論後被轉移。教師會急於回到單元目標，致使少了發現問題的機會。
- 學生程度不足，不願意動腦想。探究是學生自主性學習具體表現。一般教師大致認識學生自主的重要性。然而受訪教師同時提出基本知識的重要，認為學生程度不足、不大願意動腦思考，也不習慣挑戰困難的問題。

### 3. 教師實施探究教學的困難與問題之分析：

針對上述教師對於探究教學的理解，實施探究教學的困難問題，研究者有以下的分析：

- 科學學習強調精準不含糊以及客觀標準，「標準答案」、「正確概念」就成為教師教學重要目標。然而科學理論的發展卻也不斷演變、調整、修改，甚至典範轉移。科學理論的發展、躍進，往往是依賴對原本既定理論的不滿足與質疑。習獲正確概念固然重要，然而，覺察問題的習性，於不疑處有疑，質疑既定的理論，進而澄清求證的能力更是科學教育核心目標。這也是探究教學與探究能力一直受到科學教育重視的原因。問題是先給學生正確的概念，重視基本概念學習，打好基礎再來探究。或是由探究方式獲得概念深入的理解。固然不是每個單元、每個概念都需要經由探究方式習得，然而，教師可以再思考的是概念的理解與探究能力的培養，二者有先後嗎？一定得在概念學習到一定基礎後，才能進行探究學習嗎？一個主題教學設計能否結合這兩項目標呢？
- 教師的專業（學科專業、教學專業）一直都是課程實踐的重點。然而，教師須具有多少專業才能進行探究教學？專業永遠不會「足」，如果僅比學生多一點當然是不夠的，但更為重要的是教學行動的反思，重點是能否和學生一起探究一起成長。當教師能堅持探究的理念，嘗試不同的教學，教科用書的不完備也就不會是大的障礙。再者教學不等於教材，更不等於教科書。
- 儘管學者對於探究教學有不同的詮釋，不同領域的教學型態重點、步驟、程序、包含元素也不盡相同。再者探究所涉及的技能、思考包羅廣泛。然而從文獻的分析，探究教學仍有核心元素存在。自然領域強調實驗操作與方法，但動手操作未必有探究，尤其是缺少思考的活動更是背離探究教學理念。僅重視引發學習動機，缺乏方法的訓練，將會使教學熱鬧有餘，學習不足。
- 探究是建構知識的方法，其來自對現象的疑惑，或對已知概念的質疑，進而行動（求證、澄清）的過程。因此探究的核心理念在於質疑與求證。從教師對於探究教學的理解所述，教師普遍透過不同方式，促進學生獲取（建立）正確概念與實驗方法，很少引導學生質疑已知（教科書所描述）的概念，例如水的沸點是 $100^{\circ}\text{C}$ ，凝固點是 $0^{\circ}\text{C}$ 。一般實驗結果不會是這兩個理想值，教科書描述的是大約值嗎？是儀器測量誤差嗎？還是前人（科學家）做錯了？室內放一瓶香水，很快香味飄到每個角落，教科書說這是擴散現象，然而擴散的速率是很緩慢，而且在室溫均勻（沒有風）情況下，每個方向的速率是一致的，而實際觀察並不是這樣。但是，從來沒有人質疑香味飄到屋內各角落，主要機制不是擴散而是空氣對流。探究的核心目標是質疑、假設到求證，在課堂上出現比較多的是求證，而且聚焦在方法上。探究教學內涵的理解、反思，掌握探究教學核心理念，認識探究教學有哪些重要的元素，例如形成假設、論述舉證自己觀點。進而能「看出」一個教學活動哪裡具探究理念，對於教師欲進行探究教學應是重要的。
- 問題解決教學是台灣民國82年自然科課程的核心理念，一般教師對此模

式尚稱熟悉，然而受到概念學習目標的束縛，解決問題的目的卻是指向概念的獲得，致使遺漏了探究重要的元素—對既定知識概念的質疑。再者，一般教師提出的問題是來自於教科書，而教師通常心中有既定的「答案」，致使學生覺察問題的機會少了，問題解決教學流於操作方法的訓練。

## 二、教學案例發展與分析：

藉由研究者與國小教師合作，以探究理念轉化學校課程教材方式，進行教學實錄，再抽取重整教學實錄片段，轉寫為教學案討論教材。教材內容包含研發教師的反思與研究者對岸力的分析。

案例名稱：課室探究氛圍

單元：六上的「燃燒」

教學者：賴老師

### 案例架構說明

#### ➤ 觀察情境 察覺問題

藉由如何讓廣口瓶中的蠟燭繼續燃燒，引動學生探索燃燒的相關因素，並仔細觀察試驗過程的現象。

#### ➤ 提出想法 澄清問題

請各組根據試驗的結果、意外的發現，提出各組的觀點與解釋。

#### ➤ 相互質疑修正 建立共識

鼓勵大家思考是否贊同他組的觀點，藉由質疑與論述，經歷科學社群建構知識的歷程。

### 教學目標：

#### ➤ 營造課室探究氛圍。

#### ➤ 由現象觀察提出探究問題

#### ➤ 察覺自己概念的改變

### 教學情境內容與教師教學反思

……

S：上一次第一組不用廣口瓶，而找來塑膠杯，上面挖一個洞，讓空氣從那個洞進去，所以火比較不容易熄滅。我們拿的是廣口瓶，上面沒有洞的，所以蓋住的時候，它很容易熄滅。(2'58")

T：記得嗎？只有第一組是紅茶的杯子？上面挖了一個洞，其他組別都用廣口瓶，不管你是用打氣桶，或是吹氣，結果其它五組的蠟燭都怎麼樣？

S：熄了。

T：只剩第一組繼續燃燒。誰可以再說一次，為什麼這一組可以繼續燃燒？跟你們的有什麼不一樣？

S1：因為我們在上面打了一個洞，然後我們又在旁邊打了一個洞，拿吸管吹氣，我們平的會吹到那個火焰，所以我們向下吹，吹的時候底下還有一些空氣，被吹的時候那個空氣會往上升，上面有一個洞空氣會出來，外面的空氣也會從那個洞進來，這樣就形成對流。

T：很棒，形成空氣的對流。所以有對流現象是讓外面的新鮮空氣繼續進去幫助蠟燭燃燒。你們蓋住的廣口瓶有沒有達到對流？

S：沒有。

## 教學反思

- 當時的我好像心中已經有了「對流」的答案，就等著學生說出口，我以為只要是從學生口中說出來的，應該就不是我說的答案了吧！所以跟學生討論一陣子之後，學生一說出「對流」，我馬上幫他們做結論，這樣似乎又暗示其他的學生，這就是答案了。但是其實說出「對流」的學生是否真的瞭解什麼是對流呢？有待進一步追問。其他學生也沒學到「聽不清楚時可以再追問」，而就跟著老師的知識權威認同該組及老師的說法。
- 學生說：「…我們平的會吹到那個火焰，所以我們向下吹，吹的時候底下還有一些空氣，被吹的時候那個空氣會往上升，上面有一個洞空氣會出來，外面的空氣也會從那個洞進來，…」這段話聽起來好像很有道理，但是再想一想，為何被吹的空氣會往上升？照理說口中呼出的二氧化碳應該比較重，會往下沈才對吧！但是當時我沒發現，聽的學生也沒發現，就這樣認同了。另外，看起來學生認為杯子底部打的洞中，同時有空氣進入和出來，一般我們認為的對流應該是從一個孔進入、從另一個孔出來，是否會在同一個洞有空氣同時進出，這個還需要進一步去探究呢！
- 為何將廣口瓶拿高一點，空氣還是沒有進去幫助燃燒，蠟燭還是熄滅了呢？其實這也是一個值得繼續探究的問題，也許可以進一步實驗廣口瓶拿高到哪一個高度，蠟燭就不會熄滅了。學生可以再做一次實驗，驗證自己的假設。但是在課堂上沒預期發生的事情一連串出現時，我當時並沒有注意到這一點，只從跟大家最不一樣的，且已經提出自己看法的「對流」來總結。而且也沒有學生提出這樣的質疑，所以這個部分好像就這樣結束了，如果我再敏銳一些，也許可以留下來當他們課後研究的課題呢！突然發現這個部分應該可以加入老師對學生的「好奇」，就會延伸出學生探究的機會，而不是學生的回答貼近老師的答案，老師就幫他做總結，探究就死了。

T：即使廣口瓶拿高一點往裡吹，裡面空氣的對流的效果也沒有第一組好。所以只有第一組的繼續燃燒，其它組的都熄滅了。所以我們在這裡可以繼續佐證第一個實驗的結果，蠟燭燃燒需要空氣。有人習作三十二頁寫「需要氧氣」那是錯的，空氣裡面這麼多的東西，你怎麼知道是氧氣？如何證明是氧氣？我們只能證明是空氣而已。你們懂嗎？但是，下課之前老師追加了一個實驗，因為第三跟第五組他們提到了，在裡面加水，加了水之後發現水在冒泡泡，我們以為是沸騰，後來是不是？（4'41"）

S：不是。

## 教學反思

- 這是第二次課的開始，其實我的心裡有些著急，因為第一次追加的兩個實驗還沒討論，今天還要進行氧氣的實驗，所以趕著想把追加的第一個實驗（如何讓蠟燭繼續燃燒）收尾，就用習作小結。想藉著追加的第二個實驗（蠟燭燃燒時，廣口瓶倒放，外面加水）來引出接下來要介紹氧氣的實驗，心中有些不知所措，所以乾脆放手讓學生自己討論看看，看看他們會下什麼樣的結論？心中覺得這樣也是一種探究吧！讓學生藉由課本習作上面沒有的實驗來討論，這樣不會有標準答案可以參考，不會有安親班已經上過了，不會有預設立場，不會妨礙了學生的思考，所以就開始了這場「下結論」的討論了。

T：因為水是冷的，我請你水再加多一點，結果你看到一個很訝異的現象，你還記得嗎？這個實

驗你看到什麼？(5'05")

S：在廣口瓶旁邊的水都跑進去廣口瓶了。

T：...外面的水進去之後，瓶裡面的水位是不是比外面的還要高，跑進去之後蠟燭有什麼現象呢？

S：熄滅了。

T：然後下課的時候有兩組同學很棒，逸任那一組和聖荃那一組。他們兩組跑到前面來，說沒有看清楚到底是蠟燭先熄滅還是水先進去，所以要求再做一次實驗。.....結果看到別組敘述的現象，蠟燭火先熄滅，然後水忽然波波的就跑進去了，所以水就上升了。

S：老師，這是怎麼回事？(6'37")

T：對火還在燃燒，水有進去一點點，然後最後蠟燭熄滅的時候，水是很快進去了。...我現在想請問的是，請你在下課之前拿一把尺來量下高度？記不記得？(7'05")

S：水的高度。

T：水哪裡的高度？你可不可以去黑板的圖指一下？哪一個部分的高度？你怎麼量的？

S：這裡，就是這樣量的。

T：對，這個高度，然後還有嗎？我有請你量兩個高度。.....我請你量這個高度跟這個，記不記得？我說這兩個數據很重要。請問有沒有哪一組量？

S：沒有。

### 教學反思

- 這節課開始的討論感覺很棒，全班專注地想著問題，並參與討論，雖然大部分的孩子回家後並沒有再想這個問題，但是當老師帶領全班重新回憶這個追加的實驗，幾位同學開始跟著回想上次的實驗並提出自己的觀察。可惜的是做這個追加實驗已經跨到下課時間了，當時有點混亂，老師最後請同學量的數據，學生都沒有量。其實我可以在說明實驗時就直接提醒學生要測量兩個高度，學生應該就不會因為急著下課而沒聽到老師的補充，但是也考慮到如果事前告訴學生要測量廣口瓶內外水的高度，好像就在告訴學生最後水會跑進去，而且會形成怎樣的結果，這個部分很掙扎，也因為時間緊湊，就等學生做出結果再提醒。結果造成沒聽清楚一陣混亂、草草結束了！

T：下課前我給你一個問題：「如果蠟燭燃燒需要空氣，上面那一段不是還有空氣嗎，為什麼蠟燭熄滅了？」(8'27")

S1：因為水已經去沾了一些空氣，然後火上面有一些是二氧化碳，只剩一點點空氣，火沒了的時候，裡面全部只剩下二氧化碳。跟火燒的產生二氧化碳。.....

T：有沒有別的看法？

S2：因為裡面的空氣沒有辦法對流，因為下面是水，空氣要對流才可以燃燒。

T：空氣要對流才不會熄滅。因為這個被水封起來，它沒有對流，它就熄滅了。那裡面到底還有沒有空氣？

S2：沒有。

T：再想一下噢！(9'55")

S3：因為蠟燭燃燒的時候會產生二氧化碳，二氧化碳也會跑進去，跑進去這麼高水就漲這麼多，二氧化碳占這一部分（指著上面），這一點點空氣的話，蠟燭再燃燒一下，空氣就會沒了，所以蠟燭會熄滅。

T：所以你還是覺得裡面是剩下蠟燭燃燒剩下的氣體，原來裡面裝的空氣就已經沒了，所以就熄滅了。

S3：就被燃燒掉。

T：已經被燒光了。好。所以他跟聖荃的說法是一樣的。

S4：因為二氧化碳比較重，水在它上面所以它沒有辦法，只好在水上面，然後蠟燭就這樣熄滅了。

T：你是說上面這裡產生的二氧化碳，本來要掉下來是不是，可是水在這裡，二氧化碳下來就卡在這裡，所以就將蠟燭給弄熄了。還是沒有回答這裡到底有沒有東西？

SS：有。

T：有，是什麼？剛剛 S1 跟 S3 說蠟燭燃燒剩下二氧化碳化碳，所以蠟燭熄滅了。S2 說有空氣，只是沒有對流，所以熄滅了。S4 說的是它產生二氧化碳掉下來，所以蠟燭熄滅了。那還有沒有

別的想法？還是你們贊成誰的說法？

S5：氧氣被蠟燭燃燒的時候用完了，剩下其它很多氣體，二氧化碳也有，只不過它還包含很多氣體，所以蠟燭熄滅了。(11'21")

T：所以剩下的氣體是不能幫助燃燒的。有沒有聽懂他說的。他說空氣裡面除了氧氣還有很多其它的氣體，那只有氧氣可以幫助蠟燭燃燒，氧氣用完了而剩下的氣體還在，所以 S5 認為那裡面還有氣體，可是那些氣體是不能幫助燃燒，是不是？還有沒有別的想法？還是你已經覺得要贊成誰的想法？

S6：有水蒸氣。(11'58")

T：有水蒸氣所以會熄掉？可是我們空氣這裡有水蒸氣啊。我們上水蒸氣那一課就提到空氣中有水蒸氣，那為什麼裡面的水蒸氣會讓它熄，這裡的水蒸氣不會讓它熄滅？

S6：因為它那個地方比較小。

T：地方比較小，水蒸氣就會熄滅。

S6：不是，水蒸氣會比較多。因為水可以直接升高，它那個水蒸氣會增加。可是我們這裡不會。因為我們這裡的地方比較大，比較廣。

T：你是說那裡比較小，水蒸氣裡面增加比較多，濕度比較高。

S6：可是這裡範圍比較大

T：所以外面不會熄，這裡會熄。哇！出現五種說法噢。沒有舉手的人想一下，你贊成誰的想法？

S7：蠟燭熄滅的時候水就慢慢進去了，如果速度快的話，裡面應該會有一些風速，加上還有空氣裡的水蒸氣，然後上面也是跟 S5 講的一樣有很多氣體，和燒完的二氧化碳，...二氧化碳和其它空氣壓下來，被水和風速吹上去，結果風速剛好把那個火給熄滅了。(12'50")

T：上完天氣所以風速進來了。她說水進來的時候，把空氣擠上去，結果風流動，蠟燭就熄掉了。趕快我們先沉澱一下想一下，剛剛共有幾種說法？

S5：六種(13'39")

T：六種。第一種是 S1 跟 S3 的，他們覺得說裡面產生的都是二氧化碳，所以熄掉了。第二種是 S2 說的封起來，空氣不對流了。所以就熄掉了，對不對。第三種是 S5 說的，他說有空氣，可是空氣裡面別的氣體，是不能幫助燃燒的。它會幫助燃燒的氣體被用光了。所以就熄掉了。還有 S4，她的說法是什麼，我已經忘記了，誰還記得？(13'47")

S4：就是說二氧化碳比較重。

T：噢，二氧化碳比較重，蓋下來就熄滅了。第五種是 S6，裡面的水很多，水蒸氣比這裡的多，所以它濕了就熄滅了。第六種就是 S7 的有風把它吹熄了。你想好了嗎？你想要贊成誰的說法？還是你想要說服別人，為什麼你覺得自己的比較有道理。所以要去說服別人，請你們要相信我。

S3：因為它在對流的時候，原本和那個燃燒的在上面的二氧化碳對流的話，二氧化碳也會下來，它空氣都在上面，有一大部分的二氧化碳都在中間，所以那個蠟燭沒有辦法，因為二氧化碳裡面沒有氧氣，所以它不能燃燒，所以它就熄滅了。(14'48")

T：你跟 S4 說的有點類似啊，對不對？好，S8。(15'14")

S8：我贊成 S5 的說法。

T：好，我們先....，你要補充嗎？

S4：老師我覺得應該是全部都合起來，就應該是答案了吧。

T：全部六種說法合起來，所以你要第七種，是綜合的嗎？那我們先來投票一下。(15'27")

S1：老師我還有，...是水進去的時候會把空氣擠出來，然後火在燒的時候，空氣都用完了，剩下的空氣是從下面跑出來，然後裡面沒有空氣所以火才會熄掉，然後水才跑進去。

T：所以跑進去是因為空氣跑出來，所以水跟空氣交換位置，那裡面沒有空氣就熄掉，上面一段就沒有空氣了。(15'50")

S1：那是二氧化碳。

T：那就是跟 S4 剛剛說的一樣。上面是二氧化碳，也是你自己原來的說法。好，我們來投票。噢，你還有

S9：上次我們看到蠟燭還在燃燒的時候會有一點水進去了嗎，就把它密封了，而火會繼續燃燒，產生二氧化碳，裡面都是二氧化碳，就把蠟燭弄熄了。(16'05")

T：所以跟剛剛的 S3 和 S1 一樣嘛。請你們想一想，要來投票。噢，S10 還有別的想法。

S10：我覺得蓋下去的時候瓶子裡面還有一些可以助燃的氣體，水先在下面，那些助燃的氣體還沒有被用光，蠟燭燃燒到後來助燃的氣體被用光了，水裡面有一些會助燃的氣體，所以水遞補進來，但是那個蠟燭已經先熄滅了。(16'28")

T：你的意思是它用的是水裡面的助燃氣體還是原來上面空氣裡面助燃的氣體？  
S10：水進來遞補，原來那個杯子裡可以助燃的氣體被用光了。  
T：可是上面那個空間到底是什麼？其它氣體？  
S10：就跟 S5 講的一樣  
T：你是贊成 S5 的說法，  
S5：補充，補充  
T：噢，好 S5 補充  
S5：裡面那個助燃氣體沒了嘛，水遞補進去，水裡面還有一些助燃的氣體，可是裡面那個助燃氣體太少了，沒有辦法供火燃燒，蠟燭就熄滅了。(17'28")  
T：所以他說水會跑就去是遞補位置囉？有沒有聽到這個說法？本來杯子裡是有助燃的氣體和其它的氣體，蠟燭燃燒的時候把助燃的氣體用掉了，助燃氣體用掉的位置水跑進來補，這是 S5 的補充說明。可不可以投票了？  
S5：可以。  
T：可以了嗎？討論夠了沒？你還要再說。  
S7：像 S5 說的，水進去剛好補起來，然後二氧化碳和其他的氣體剛好掉下來，被水給堵住了，所以就被衝上去，就有風速上去，所以把它吹熄滅了。(18'05")  
T：噢，她說水跑進來補的時候，產生的二氧化碳也出不來，所以被塞在裡面。而且是這樣跑的時候又有風速，所以把那個火給吹熄了。  
T：...好，共有七種說法。贊成第一種「裡面剩下的都是蠟燭產生的二氧化碳，所以它熄滅了。」舉手。噢！怎麼自己都不舉？(18'19")  
S5：因為我覺得...  
T：噢，你已經改變主意了，沒關係，可以改變主意噢。兩為，手放下。贊成第二種，「把它封住了，空氣不對流，就熄滅了」舉手。四位。第三種就是 S4 的，「二氧化碳比較重跑下來，就把蠟燭給弄熄了」。贊成的舉手。  
S4：老師，我想要投...  
T：可以，沒關係，你可以改變。好，零位。.....  
T：...所以現在人最多的是誰？  
S5：S5

#### 教學反思：

當回頭看自己的教學，每次都覺得遺漏一些當時未來得及處理，或根本沒有看到、有聽沒有到的東西，聽起來好像會有些對不起某些學生，但這似乎是我們的體制文化長久以來的模式，似乎不是一朝一夕可以改變的。換一個角度來想，也許在老師的心中已經存在某些自然篩選的機制，某些聲音我們就自然把它忽略，選擇自己當下覺得重要的、對教學進行有利的來處理，這對團體的教學應該也是很必要的，否則一直發散下去，也很難收尾。倒是如何去看到自己當時篩選的那把尺，還真的不容易。

這樣的篩選也跟長期大班教學或小班教學有關吧！看著我幼稚園老師每年變化不同的課程、跟著孩子的討論走，這樣的感覺也很棒呢！他們沒有課本的束縛，也能發展出自己的一套課程。雖不一定能寫得洋洋灑灑，但相信在他們心中也自有一把尺。能每天跟著孩子討論，發展課程是非常快樂的事情才是！然而老師心中的那把尺如何建立？如何評鑑？如何被看到？被自己、被外人看到？這次我參與探究教學案例研發的一點心得與專家意見。

案例分析：

### 一、關於學生的探究

1. 很明顯的，教師和同學都很有默契，學生勇於發表，而且條理相當清晰，是長期努力運作的成果，亦是成功的探究形教學的必備條件之一。

2. 教師希望學生探究的最少有兩個問題和相關概念：

- 如何讓蠟燭繼續燃燒？（對流和空氣的概念）
- 燃燒用了多少空氣？或怎麼知道只燃燒了氧氣？（空氣中只有約 1/5 是氧氣，有氧氣才會燃燒）
- 教師先提出第一個問題，學生都很專注的討論和做實驗，並且還出現了「冒泡泡＝燃燒」的誤解，是一個學生發現的問題，很值得追蹤，但是不在教師的課程設計當中。

這時候，教師要選擇：順著學生的思維，繼續探究燃燒呢？還是把焦點轉到氧氣在空氣中的成分？

關心知識獲得和教學進度的教師大概會這麼想：

我希望學生明白幾個概念：

- 蠟燭要有空氣才會燃燒
- 空氣要能對流，蠟燭才會燃燒
- 空氣中能支持燃燒的只有氧氣
- 氧氣佔空氣的 1/5
- 實驗時水中的泡泡是空氣

我要清晰的傳達這些概念給學生，用來歸納剛才實驗看到的現象，就可以教下一課了。

關心培養學生探究能力的教師可能會這麼想：

- 我希望趁這個機會讓學生透過觀察和討論釐清幾個概念之間的關係，盡量讓學生提出自己所用的線索和推論，並且鼓勵他們互相提問和質疑，從而練習科學家探究時，所採用互動模式和態度。
- 至於空氣的氧氣成分和測量，假如學生沒有主動的提出來，我就留到以後教學時告知，反正這知識在教科書都寫得很清楚，不必做探究。
- 賴老師採取第二個途徑，而且成功的帶出學生的想法，也改變了一些學生的想法。

### 二、關於教師的探究課程設計

1. 教師發現學生兩年前已經做過教科書裡的實驗，正是做外加實驗的好機會，一來看看學生保留了多少知識，另外可以了解他們如何利用已知來做進一步的探究。

一般而言，帶動學生探究的問題，應該以單元的範圍和已經墊底的知識來做出發點，因為科學探究不只是好奇，還需要學習探究的方法和思維，所以教師提出方向是很正確的。

2. 要求學生複製或重複經典的實驗，能夠讓學生了解到觀察和測量的方法，或是學到控制變因的研究設計，但是不算作探究，賴老師讓學生做一個簡單卻有深度啟發的實驗設計，別有心思，值得敬佩。

3. 討論後的歸納

討論結束後有兩種歸納的方向：

- 概念的歸納 —

先前討論過的想法，將所得到的概念做個整理，確認學生獲得正確的結



論，在本課當中，即是空氣的對流，氧氣在空氣中佔的比例等等，是一般教師都習慣強調的。

● 思路歷程的歸納 —

教師也可以選擇歸納出實驗的前中後是怎麼解釋現象的，例如：怎麼找線索、怎麼重頭再做嘗試、哪些線索澄清了想法、哪些同學的話影響了我的想法、我的想法是否有改變等等。

- 第二種的歸納對於探究的學習比較有幫助。希望鼓勵學生探究的教師，可以在討論之後做第二種的歸納，第一種的歸納則留到下一節課的開頭，來回顧作為另一探究或學習的基礎。

### 三、關於教師的探究教學方法

1. 寫下來同學們的想法很多，這一次討論有七種看法，會超出很多學生的短暫記憶，所以會建議請每一組把想法寫在小白板上，拿到前面給學生閱讀，這個做法有幾個優點：

- 聽不到的同學可以用看的，不必老師重覆
- 學生須練習把想法表達得清楚，看得到的較容易修正
- 可以同時做比對
- 可以看到澄清和補充幫助學生看到思路和想法的改變
- 可以把小白板移動分類，把類似的想法放在一起做更詳細的比對
- 協助學生運用圖象思維的工具

2. 這次的討論成功的釐清了相當複雜的現象，主要是教師的引導，往後教師希望逐漸讓學生掌控互動和發言，可以參考一下的方法：

- 請說明想法的同學站到前面，直接和同學對話。這個做法會把一個個的想法突顯出來，討論較會聚焦。
- 提供學生討論時可用的語言，例如：
  - 大家都聽到嗎？（有人聽不到的話，由發言人再說，不必教師重覆）
  - 大家聽懂嗎？
  - 有問題要問嗎？
  - 有不同的看法嗎？（有的話，換請有看法的同學到前面對著全部同學說，也讓大家看到他們的對話）

賴老師是一位探索型的老師，從師生互動對話中可以看出，他不斷引學生思考現象背後的可能，原因是什麼？期待這些想法是來自於學生，也因為這種的特質、課堂中的意外常成為很好的探究源頭：第一組學生不用廣口瓶，改用塑膠杯，原本是不符原來實驗命題，第三組看到水滾了！先尊重學生的意見，再追問怎樣確認水是滾了！對於非預期中的實驗結果，教師是以學生做錯了或者肯定學生，這是意外的發現，怎樣再次確認它的再現性，這是能否引發學生探究、培養學生探究態度、營造探究的課堂氛圍重要的處理方式。

案例名稱:讓燈泡亮起來

教學者:陸老師

案例架構說明

- 觀察電池、燈泡的外型結構(20min)  
全班觀察電池和燈泡構造與特徵。  
教師依學生說的內容板書或畫出來。
- 怎麼讓燈泡亮起來 (60min)  
小組活動，每組一份實驗器材(燈泡、電池、電線)，嘗試串接讓燈泡亮起來。並記錄(畫下來)  
全班討論  
教師到各組分別指導。

教學目標

- 讓學生觀察並說出電池、燈泡的外型構造特徵，以利於後續電路聯接時，能注意的不同的接點。
- 開放不同串接方式，引出「通路」的概念。

## 教學情境內容與教師教學反思

T：現在讓你們試試看，一組只有一個實驗器材，所以你們要合作，可以輪流去操作，輪流去看。

S：老師這個電池是怎麼裝電的啊？

T：電池怎麼裝電

S：把這個剝開裡面是什麼啊。

T：剝開就有電嗎，

S：不可能啦

T：有沒有人能夠告訴她，有誰能告訴電池怎麼樣才會有電。需要不需要把這個皮剝開。

S：不用。

T：那怎麼樣才會有電。高志。

S：後面要有一個鐵圈圈的，前面要有一個扁扁的

T：前面要有一個扁扁的，後面要有一個鐵絲圈的。那樣電才會出來。

S：才會把電引出來。

T：才會把電引出來，還有哩。可是我不需要那個東西。你們講的都是類似像那種電池盒，

T：你講的是這個東西，對不對。

S：不是

T：所以再給你一個電線就對了。好。

T：請各組負責實驗器材的同學請到這邊來，我先給你們一分鐘時間，你自己先玩玩看，覺得它可以幹嘛。待會你想讓他亮起來對不對，怎麼讓它亮起來。

(學生操作.....)

S：老師有一點點火花

T：有火花噢，

S：老師亮了。亮了。

T：好。不要急。來請坐。請把實驗器材放在桌子中央，第五組第六組第四組。組長負責先保管器材。把它放在抽屜裡面。先聽老師這邊說一下。你們要幫我找出來，怎麼可以讓燈泡亮起來？

S：....

T：只有那種方法嗎？

S：不一定

T：我需要你找出來的答案很清楚的告訴我說，我怎麼接一定會讓燈泡亮起來。

T：待會需要你們建立一套方法，不是讓它亮起來亮了就好了，亮了就知道答案是嗎？

S：不是，你是要知道它是怎麼亮起來

T：我就是要你們知道怎麼傳電的。那就只有那種方法，

S：不一定

T：一定可以有不同的方法可以試，對不對！可是試到最後，就像剛剛夢軒講的一樣，你要告訴我你怎麼把電接到燈泡讓它亮起來。應該給我這樣的答案。聽懂噢。好，我現在給你們一些提示。請看黑板。當電池我們已經講過，它前面一個正號一個負號，那除了正號之外的這個部位，凸的那個地方跟後面那個扁扁平平或者凹進去的那個地方以外，電池有沒有其它部分你可以試試看電有沒有出來。

S：中間不可能

T：中間不可能，你怎麼知道不可能。

S：因為它不導電

T：你覺得這邊不可能通電是嗎，

S：不可能

T：不可能嗎，有沒有認為有可能

S：有點縫

T：有點縫，所以有可能會導電，是嗎。

S：它電池電出來是在正極或是負極，

T：一定是從正極或是負極出來，旁邊這一塊塑膠皮這塊會不會

S：不會

T：不會。趙軒命搖頭。包住所以出不來。確定？它到底需不需要電從這邊出來。

S：不需要

T：不需要。那你的意思是...不是了。

S：循環

T: 循環, OK, 沒關係。待會試試看, 如果你那組覺得有可能, 你自己可以編號, 這邊編 1 編 2 編 3, 我的意思是說待會你可以去試試這些地方。可是我覺得中間這塊包住, 剛才有人說包住它不可能, 那你這邊就不要了, 甚至於剛剛高志說, 那個包塑膠皮如果剝掉, 就可以。那你試試看啊。你把那個電池稍微打開一點點小縫, 我說過你是有想法要去做的話, 我同意。可是你不要無緣無故把它的皮剝掉。

T: 哪個地方? 那個, 這個地方, 還有哩, 夢葉。

S: 轉進去的地方

T: 轉進去那個地方, 還有沒有。舒同。

S: 把燈泡挖一個動, 接電線進去。

T: 這裡是不是。可是你的意思是要把這個玻璃打開就對了。

S: (聽不清楚)

T: 你的意思是把它打開一個小洞, 把電線接進去裡面, 是不是。

這樣子喔。像舒同想做的實驗跟老師的有點像, 老師以前就很好奇說把它打開來會怎樣, 舒同你有興趣下課後教你做這個實驗。

S: 我也要。

T: 有興趣的再留下來。這個我們先不要做, 上課做太危險。

T: 來竹軒,

S: 玻璃

T: 玻璃好, 玻璃也可以試試看

S: 應該不行

T: 應該不行, 確定? 你有做過嗎, 憑什麼猜不行。

S: 因為玻璃不是導電

T: 確定?

S: 因為玩過

T: 所以你有玩過這樣子。那你們就相信他的話嗎? 玻璃, 趙軒搖頭。可以把它列入一個點去試試看。還有沒有。

S: 潑水

T: 潑水啊, 你為什麼想潑水

S: 可以導電啊。

T: 水可以導電噢。確定。這個先保留。今天先不讓你碰水好不好。你就做老師給你三個材料, 第一個電池, 第二個電池, 電線三個東西。但是我要你先做記錄。

T: 對, 但是記的時候請你簡單的話, 像老師畫這樣子對不對, 你畫完一個燈泡可能就下課了。所以你很簡單的記, 怎麼記呢? 來, 老師告訴你。當你畫電池的時候, 電池很明顯一個長方形, 然後呢, 前面一個凸起來, 這樣畫一下就好了。聽懂嗎。那電線怎麼接, 你要畫清楚噢, 它是接在這個正極的接出來直接畫出來。

T: 記得噢。時間給你之後, 你用最短的時間看你試幾種會亮的不會亮的都要怎樣記錄下來。

.....

S: 亮了

T: 先不急, 你要把它畫下來。

S: 不會亮

T: 會亮不會亮都記錄下來。

把它畫下來。

S: 老師你看, 你看。

T: 你有兩條電線嗎, 那你怎麼畫兩條。我只給你一條電線而已啊。

T: 有沒有把它拆開過。

S: 沒有。

T: 怎麼樣電跑到燈泡那邊去。

有沒有亮過

S: 有

T: 那有沒有記錄下來。

S: 還沒。

T: 你馬上把它畫下來。

會亮的把它記錄下來,

不會亮的也要把它記錄下來，好不好。

電線接哪個點看清楚噢。是接哪個點，是接這個。接哪個地方。

S：都記錄嗎？

T：都記錄下來。

S：我們弄很久

T：都不亮噢。不理你對不對。

T：你能不能告訴他你的方法。

有沒有亮過。

S：有

T：可是你這個圖裡面沒有燈泡啊。燈泡在哪裡。你燈泡怎麼接。

S：燈泡不在這裡

T：好，OK。各位，你們記得噢，老師給你燈泡，也給你電線對不對，究竟你在做的時候，有些時候你要接電線，有些時候你要接燈泡，你們待會再去試試看噢。你沒有試過的方法都去試試看好不好。上面給你特別的符號你也去試一下。

T：對啊，沒關係啊，沒有亮的它有時候也會讓你找到一些答案。你把它找出來知道它為什麼不亮。那也是一種方法。不一定要亮的才用。你們四種都會亮，你們都沒有試過不會亮的。

S：試過

T：不會亮的把它記下來。

來，你們哩，你們有沒有試過會亮的。

你們看噢，她在接的時候是只碰到加還是減，加用不到嗎，如果用不到為什麼畫加在那邊。

S：想到了，我知道了。我們兩個都要接，這個接到正極，這個接到負極。

T：畫下來，來畫下來。

案例分析：

從「電路探索」教學看到的可能性

一、第一段 Page1 Line1—Line26：試跟學生但又想帶路

1. 看到學生的提問和好奇，Line4：學生自發性的提問，Line6：學生的好奇
2. 看到老師試著鼓勵學生的好奇，看到老師不提供答案，讓學生多想想 (Line5, 7, 25)
3. 看到老師試著跟著學生的思路走，先放棄原先的分組活動 (Line2-3 所說的被學生打斷了)
4. 看到老師雖然想接受學生的好奇，雖然想鼓勵學生，卻沒有完全呼應到學生的思路，Line4「怎麼裝電」和 Line6「剝開裡面是什麼」在老師的口中變成 Line9「怎麼樣才会有電」和 Line7「剝開就有電嗎？」可見老師的重點和學生的不同。老師把兩個問題都往自己的方向引導。老師相當的堅持 (Line12「怎麼樣才会有電」) Line14「那樣電才會出來」Line16「才會把電引出來」，最後成功的讓學生放棄對電池本身的探究。
5. 怎樣才能更支持學生的方向，又不放棄老師原先準備要學生想的呢？我的想法是：
  - 把學生的問題寫下來：可以板書；可以給學生長條紙自己寫；可以弄個壁報欄放這些問題。
    - 把想法寫下來，代表重視
    - 寫了之後留下，代表更重視
    - 不馬上提出答案或要求別人給答案，表示問題不簡單
  - 問題放著，待單元教學快結束時，再回過頭來看看，大家對那些問題有沒有收集到可用的資訊，如何利用已知再進一步探討。
    - 這樣做不只重視，還教探究的思路
    - 也表示最好的問題值得給很多時間和思想，不是談談而已。

二、第二段 Page2 Line27—Page3 Line6

第一段 Page1 Line1—Line26 師生想的一樣嗎？

1. 老師有一個假設：學生知道「有電出來」和「燈泡亮起來」是同一回事。
2. 老師的另一個假設：學生知道什麼是「通電」、「傳電」和「導電」，又知道這些和「燈泡亮」的關係。
3. 但是我覺得有些學生是可能不知道  
P. 2 L. 35 S 在猜 T 的意思，在談「怎變亮」  
P. 2 L. 36 T 在談「傳電」  
我不曉得兩人所指的是否有交集
4. P. 3 L. 3「怎麼把電接到燈泡讓它亮起來」好像說得很清楚了，但是多少學生聽到？聽懂？記得？小組成員在這方面有共識嗎？
5. 為了確保師生都有相同的理解，讓活動的方向一致，我建議寫出一張工作紙，可以減少很多來往澄清的時間。

以探究理念建議修改方向：

一、希望學生獲得的知識/概念

1. 電路和電路的種類
2. 電流和影響電流的因素
3. 導電/不導電的物質 (材料)
4. 電和電池

## 5. 家中的電路

### 二、希望學生練習的技能/能力

1. 有系統的觀察和記錄
2. 觀察後做預測
3. 從預測到形成假設，從假設到預測

### 三、教學活動構思

1. 提問、收集學生問題，留到後面處理（如靜宜的第一課）--了解學生的好奇，作為教學的參考。
2. 探索活動—學生跟著工作單試出和畫出各種通電和不通電的電路，教師不給任何引導和暗示（見工作單）（如陸老師的第二堂課）
3. 從探索活動引出：歸納、規律，進一步的預測
4. 「說明」課—給學生閱讀關於電池、電路的資料，學生從中找出①重要名詞的定義②新知③跟自己的提問有相關的資訊，試著推論進一步的想法。
5. 依據已讀到的資料做 guided inquiry 或 structured inquiry（視學生的發現和提問而決定）探究內容是通電和導電，談個人提問。
6. 談家中的電路，談安全措施，引出 open inquiry

### 四、探索活動工作紙(這是發給學生的)

1. 探索的問題：燈泡會亮嗎？
2. 說明：
  - 電池、電線和燈泡連起來的方法有很多，每種方法能連一個電路(circuit)
  - 有些連接的方法會讓燈泡亮起來。當燈泡亮起來，我們說這個電路能「通路」(closed circuit)畫一個例
  - 有些連接的方法不會讓燈泡亮起來，表示電路未能通電。畫一個例
  - 這個探索活動是要找出能通電和不能通電的例子。
  - 材料：燈泡 2 個、電池 2 個、30cm 電線
3. 探索的步驟和思維
  - 小組合作試出幾種連接的方法，把每一種連接的方法用上圖的方式畫出來，並且記錄通電的結果（但不要寫在圖上）
  - 跟另外一組交換畫出來的圖，看看
    - 你們畫的有相同的嗎？
    - 預測哪些通電？哪些不通電？
    - 你們用什麼原則/標準來決定或預測？
    - 連一連，測試你的預測
    - 你的原則要修改嗎？用預試的結果來修改。
4. 歸納
  - 通電的電路有哪些共同點？
  - 不通電的電路有哪些共同點？
5. 後續的探索
  - 假如再加…會有什麼不同的連接方式？通電的原則會有什麼改變？
  - 假如燈泡換成…會有什麼不同效果？用相同的連接方式？
  - 跟同學討論想法

案例名稱：六上「電磁作用～活動一：指北針和地磁…探討地磁在哪裡？」

教學者：黃老師

案例架構說明：

- 學生預測校園不同地點的「地磁方向」，並在學習單畫出「假設地磁北方圖」。
- 設計方法，找出校園不同地點的「地磁北方」。
- 實地測量校園不同地點的「地磁北方」。
- 比較「預測」和「實測」的異同。
- 澄清「地磁」的概念。
- 提出接續的探究問題！

教學情境內容與教師教學反思：

【預測校園不同地點的「地磁北方」】

T：地球有固定的北方嗎？

S：有。

T：那北方在哪裡？

請利用指北針指出北方的位置？

S：(每人都用手指出所在位置的北方。)

T：地球的磁力線是曲線圖，大家認為學校的磁力線會如何呢？

S：也是曲線吧？

S：我認為是直線？

T：很好，有不同的看法，就值得來探究！

T：老師現在發下校園平面圖。讓各位來進行校園各「地點」的北方預測，你認為校園各位置的北方會指同樣的位置嗎？想一想，預測一下，並畫在平面圖上。

教學反思：

- 希望讓學生透過校園平面圖來預測校園各地點的北方，並藉此來畫出校園的磁力線。
- 但學生卻有不同的預測！有些學生認為校園各地的北方受地磁影響，會像地球的磁力線一樣呈曲線；另一些學生則預測校園各地的北方都會平行的指向北。
- 學生不同的預測，正是讓學生有機會透過實作來探究此議題。
- 學生對於對磁力線的概念還很模糊。後續修要改變的策略是：讓學生利用指北針先找出地理北方。

【設計方法，找出校園不同地點的「地磁北方」】

S1：上網找資料，看看有無校園方位的資料。

S2：直接拿指北針，到校園各地測量所在地的北方！

T：實地測量是好方法。可以試試！

教學反思：

- 有學生提出到校園實地測量。正符合老師的設計，心中暗喜，順勢要求全部學生到校園各地進行測量北方。
- 對於上網找資料，就請學生回家試試！
- 學生在短時間內，無法想出多種解決問題的方法。



### 【實地測量校園不同地點的「地磁方向」】

T：校園相同的地點，同學預測的北方卻不同？誰預測的才對呢？

S1：校園就是地球的一部分，磁力線當然會是像地球 磁力線一樣是曲線的。

S5：我記得北方是固定的，所以不管走到哪裡，北方應該都是平行的。

T：不同的見解，該如何來判定何者是正確呢？

S：拿指北針到校園實地測量，最準了！

T：這個方法很好，但要如何操作、記錄呢？

T：老師另外提供一空白校園圖，讓各位到校園各地實地測量。

#### 教學反思：

- 看學生所預測的校園各地的北方預測圖，各組不盡相同，看來學生對地磁的認知是不一樣的。
- 依學生不同的預測圖，另發一張校園地圖讓學生到校園實地測量。
- 學生預測的依據常是自己是似而非的觀念。
- 校園廣大，讓學生到校園每個位置都測量，時間花費太多，讓愛玩的小朋友有機會玩耍！

### 【比較「預測」和「實測」的異同】

S1：預測圖和實測圖差異好大！

T：說說看，為什麼有差異呢？

S1：是不是因為操場不夠大？

T：不夠大是什麼意思？

S1：就是和地球比，操場很小。

T：第一組說得很好，還有其他的想法嗎？

S2：為什麼 3 樓的北方也和 1 樓一樣呢？

T：那你原來認為是如何？

S2：就像我畫的一樣，3 樓的北方會往下，往中間正北。

T：哪實際測量的結果是如何？

S2：不管校園的 3 樓、1 樓或遠方的操場，北方都是一致。

#### 教學反思：

- 學生預測圖和實測圖有差異，請該組同學報告，其他組學生卻無法看到他們的記錄。
- 如何讓全班學生可以同時看到大家的記錄呢？
- 預測和實測的差異，需大家討論並留時間讓學生思考，有些同學才能體會這麼大的校園，在從地球的觀點看來是「非常小」的相對位置和大小。
- 可改用實物投影或單槍將記錄放大，讓全班同學一起參與討論和比較。如此或可激發更多的想法。

### 【澄清「地磁」的概念】

T：地球表面北邊屬於地理北極，但卻是地磁南極；相同的地球表面南邊屬於地理南極卻是地磁北極。

#### 教學反思：

- 基本觀念學生能理解，但再講難一點，就有學生出現茫然的眼神！故點到為止。
- 地磁和磁力線的概念，不容易連結起來。
- 「校園空照圖」，讓學生進行探究，效果應該會更好。

【提出接續的探究問題！】

T：校園的地磁北方，我們已經實際測過並找到。

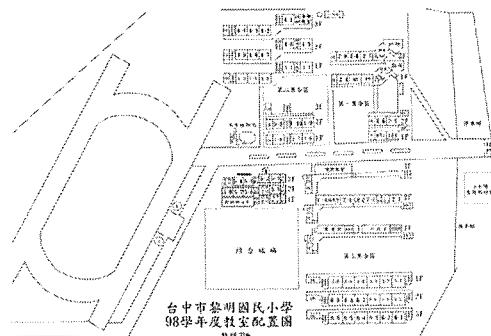
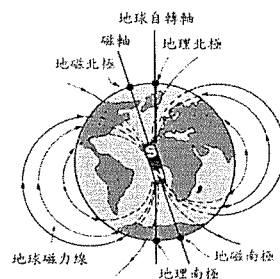
T：老師提出挑戰：

- 1、住家在 14 樓的同學，你認為家裡的地磁北方在哪裡？
- 2、台北、高雄的地磁北方和台中方位一樣嗎？
- 3、北方的方位連結起來的磁力線又是如何？

T：有興趣的同學可找方法試試！

教學反思：

- 對學生提出挑戰！讓有興趣的學生可以延續探究的精神，自己找答案
- 1、地球是一個大磁場，在地理的北方藏著地磁的南極，而地理的南方是地磁的北極，因為這現象，影響了指北針可以準確地指出地理的南北！
  - 2、學生已知道指北針的指針是一磁針，受地磁的影響，指向南北。而對地球的磁力線只知道像課本所示，是好多條的曲線。
  - 3、學生對所處的校園南北位置大概知道，但磁力線的分佈就沒有確定的答案。（學生模糊的磁力線概念）
  - 4、教學者印製校園平面圖給每組學生，讓學生預測校園各個角落的北方位置，進而畫出校園的磁力線。（學生預測校園各角落的北方）
  - 5、學生因為有磁力線的概念，故對校園各角落的北方會有像磁力線一樣曲線的畫法。



◎ 附件：各組預測校園各位置的北方

組別	第1組
1/預測	<p>◎ 預測校園佈力線 - 請畫出來!</p> <p>• 組別: ①</p> <p>• 日期: 98.6.12</p> <p>台中市黎明國民小學 97學年度教室配置圖 97.07.31版</p>
1/實驗	<p>◎ 預測校園佈力線 - 請畫出來!</p> <p>• 組別: ①</p> <p>• 日期: 98.6.12</p> <p>預測</p> <p>台中市黎明國民小學 97學年度教室配置圖 97.07.31版</p>

### 案例分析：

對學生的經驗來說，北方測量或是磁力線測量，這兩個概念糾葛在一起——地理北方需透過磁針測得，磁力線也是透過磁針測量。要有一項固定作為已知，例如，如果地理北方固定(地圖標示出來)，再讓學生到校園的各處以磁針測量磁力線方向，指針所指方向是地磁方向。

在開始階段，建議教師不能給太多意見，放手、信任，給學生摸索空間，如果討論時教師介入，給了太多意見。探究教學，教師的講解需在學生探索之後。探索之前請學生先做預測，並把預測的理由(想法)寫下來。另外給操作單(worksheet)或學習單，引導學生實驗或調查紀錄。

整體而言，教師還是受限在正確概念的學習，急著把地球磁場方向，地磁現象告知學生。儘管有討論、操作，因為少了引入學生的思考，從學生想法切入，使得概念的學習無法深入，亦即，未能結合知識與能力的學習方式。

建議教學調整，把握住教學的步調——收與放的協調：

1. 應該是一開始就讓學生測校園各處的磁力線方向，畫在地圖上。
2. 測量之前請學生先有一個預測，寫下預測。
3. 進行測量操作，畫下測量磁力方向。
4. 比對預測和測量結果。有差異思考原因何在?進一步做何種澄清，如果不同
5. 進行討論，看出相同與差異。
6. 從測量的相同中看到現象的普遍性——科學概念
7. 從差異性看到每個人觀點不同，操作測量方法的不同。

不在一開始即討論，而在預測、摸索、測量之後，你帶著學生一起來詮釋，開始的時候，我們預測是甚麼?談了哪些問題，經過探索後，對這些問題有沒有比較清楚，更進一步認識。哪些問題我們已經解決了，哪些問題我們還是不清楚。這個時候學生才會感受到經過一個探究過程，我對一個原來不清楚的問題我增加了什麼樣的認識。對這個主題裏面我更加理解認識的東西是什麼，哪一些我還是有問題的。

案例名稱：水的三態變化

教學者：陳老師

案例架構說明：

- 關於水和冰的異同，學生說出自己的想法。
- 利用肉眼和工具，觀察水和冰的特性。
- 師生共同討論，水和冰的異同。
- 透過討論，了解水和冰的關係。
- 根據討論結果，老師協助學生做成假設。
- 老師明示，以上流程為科學假設的練習。

教學情境內容與教師教學反思

【了解學生的想法】

師：這一單元，老師要上的是有關水和冰，請你們先不要討論，寫你的想法就好了，你覺得水跟冰有什麼不一樣？

(各組報告)

教學反思

- 我原本的想法是希望學生根據自己的經驗來回答這個問題，但是不少學生受教科書的影響，除了外形之外，會侷限在用途。
- 把想法寫在紙上，是強迫學生思考，並把想法寫出來。也因為這樣，剛開始學生反應想不出來，或是寫不出來，或是不知道怎麼寫。
- 部份同學表達的想法時，常因為會用的詞彙比較少，所以意思表達不甚清楚，老師可以用問答的方式，或是請其他同學轉述解釋，幫助該位同學更清楚表達。

【幫助學生把觀察聚焦】

品如：水不能拿，冰可以拿；水不能溶化，冰可以溶化，水是透明，冰是白白的。

生：白白的。

師：同學有沒有問題要問。

仲：冰是透明的，不是白白的。冰是透明的，不可能是白白的。

生：有些是透明的。

師(重覆學生答案)：一個是水不能溶化，一個是溶化，一個是水是透明的，一個是冰是白白的。

瑄和婷：水的溫度有很多種，但是冰的溫度一定是冷的。

師：好，這一組認為，冰的溫度是冷的，那水的溫度怎樣？

生：很多種。

師：很多種，有哪些種？

生：有溫的、冰的、熱、溫、燙、燒、冷的。

教學反思

- 學生看冰塊的顏色時，有的學生看到白白的，有的透明的，但是也有一些學生看到半透明的。因此學生對水和冰的顏色會困擾。(非黑即白，即學生的固有觀念~認為不是這個就是這個。比較不能接受模糊地帶，即有些特徵是二者都有。)
- 或許是生活中太常見，學生常常會忽略很明顯的變化。例如：冰塊融化變成水時，冰塊會漸漸變小。
- 學生的觀察，多偏向外觀，比較不會注意到溫度的變化，當有學生提到水和

冰是溫度變化時，老師可藉此機會強化學生對溫度變化的敏感。亦可引導學生，在室溫下，冰塊會變成水，是因為冰受熱融化而成。

#### 【引發學生更多想法】

師：好，老師把你們講的答案，大概寫在黑板上。你們看一下，如果，我們要把水跟冰，剛剛有人講的是現象，有人講的是用途，有的講的是看到的，我們要把你們剛剛講的分成幾類，你們想想看，我們可以怎麼分？水跟冰有什麼不一樣？我們可以從哪些方面來分呢？

軒：視覺、嗅覺…

生：嗅覺不行吧！

軒：水的味道

生：味道不行吧

師：我們是可以從哪些現象來區分？水跟冰有什麼不一樣？

軒：都同一…

君：就是可拿不可拿…現象…可以流動，可以做冰淇淋，可以..，是他的用途。

師：你講的是固體液體，這是從他的什麼來分？

君：現象

師：固體

師：這是從他的哪一方面的特性？是不是從他的形狀？水是什麼？有固定形狀？還是沒有固定形狀？

生：水沒有固定形狀，

師：水沒有固定形狀，所以是什麼體？

生：液體。

師：冰有固定形狀，所以他是

生：固體。

師：所以我們可以從形狀來看。那還有從什麼來看呢？

君：水可以流動，可以發電，可以洗澡，可以..，是從他的用途。

師：是從他的用途。

君：然後，可以看他的溫度，還有

師：可以從他的溫度來看。剛剛有同學提到，水的溫度有很多種，有冰，熱，燙，也有同學認為冰的溫度是冷的，也同學提到，冰的溫度比水低。這是從溫度來看。還有從什麼來看，剛剛同學有從這個來看(粉筆畫黑板，在透明，白白下劃線)

生：顏色。

師：從顏色來看。甚至有同學講到他們之間的關係。有同學認為，冰會溶化成水，水會凝固成冰，他們之間的關係。可是老師不敢保證他們講的是對的喔！

#### 教學反思

- 透過老師的追問，可以促進學生思考，或者給一些需要較長時間思考的同學一個機會。
- 學生會根據所看到的現象回答，老師可幫助學生將答案分類。
- 這一部分希望讓學生能發現，水和冰為相同物質，只是形態的不同。而造成外部形態的差異乃是因為熱的關係。

#### 【從觀察中了解物質狀態的關聯】

師：你認為這是水的溫度。你剛剛還有講到什麼？第五組，你剛剛還有講到什麼？

生：…

師：水可以變成冰，冰可以融化成水。哪一個融？

生：容器的容

師：冰可以融化成水，水不能融化成冰。

軒：可以融化成冰啊！！

師：第五組，你認為冰可以融化成水，水可以

生：凝固成冰。

師：你剛剛講凝結？還是凝固？

軒：凝固，我剛剛講凝固。

師：好，凝固成冰。

### 教學反思

- 學生此時可能會說出一些從教科書看到或是以前聽過的科學名詞，例如：凝結、凝固、蒸發等，老師先不必急得讓學生區分這些科學名詞間的關係。僅須讓學生有『水可以變成冰，冰亦可以變成水』的概念。
- 然而，還是有些課外閱讀知識較豐富的學生，會說出凝固、融化、蒸發等科學名詞，先鼓勵認同；也會有些同學會知道這些名詞，但關連並不正確，或概念不清楚，可先簡單說明，這些名詞和水及冰有關，但不是很正確，可以在後面章節再說明介紹。

#### 【幫助學生形成假設】

師：我們謝謝第三組，再來還有二組沒有報告。我們歡迎第七組。

君：冰的溫度永遠都會比水還要冷。然後，你把水放在地上，灑在自己身上，你的身上會是濕的，可是你把冰灑在自己身上，不會比水還要來的濕。水是永遠敲不爛的，冰是一敲就爛了。

師：我們謝謝君，他講到，冰的溫度一定比水低。

師：然後還有講到什麼？好，水的形狀怎麼敲

君：水怎麼敲都不會爛掉。冰一敲，就碎掉了。

秀：老師，冰啊，是不是都超過零下，才會結成冰？

師：好，有人問說，冰是不是零下，冰的溫度是不是都低於零？是不是都零下幾度？你們覺得呢？

軒：不一定啊，我把他在陽光下，他會變熱啊。

師：可是他會融化啊，融化之後呢？

軒：融化之後，還是冰冰的。

秀：老師，冰是不是融化之後...

君：因為在南極有很多的冰，而且南極的溫度都在零下幾度，而且，在那種地方都可以結成厚大的冰，...，所以在零下幾度才可以結成冰。

師：所以呢，安秀的問題是冰在融化之前，他的溫度是不是都低於零度呢？你們可以想想看。至於這個問題的答案呢，等到最後，這個單元教完之後，我們可以再來回想，是不是低於零度。老師先問一下好了，你認為都低於零度的舉手。好，放下，大概七八位，你認為冰會高於零度的舉手。也是五六位。

### 教學反思

- 我們希望學生能夠根據觀察的現象，作一些科學性的假設。如果是水，可以看到哪些現象？如果是冰，又可以看到哪些現象？當學生看到這些現象時，能區分是該物質現在的狀態是水？是冰？以及二者之間的關連。

#### 【結論】

師：在科學學習上，我們透過觀察之後，對這種科學現象會有自己的想法，將自己的想法形成假設，然後再找證據來證明自己的想法對不對。這節課我們學習的是將自己的想法形成假設。

### 教學反思

- 因為中文語詞科學學習最怕的是學生在活動之後，不清楚自己在做些什麼？因此，在活動最後，老師最好在總結時告訴學生，這一個活動主要目的是什麼？而一般教師在課堂上會總結科學概念，同樣的，如果老師是要讓學生學

習科學探究能力，也同樣明示，讓學生明白自己在此課堂上學習哪些探究能力。



### 案例分析：

探究教學需要引出學生的觀點，當教師放開學生討論提出意見時，常常碰到學生對於科學概念語詞模糊的問題，例如，要學生提出生活中有關溶解現象的經驗，學生會提到冰受熱變成水。這時教師常會把問題轉向甚麼是溶解、甚麼是融化的語詞界定，原有的討論脈絡被中斷。另外，教師會認為這些語詞不要從教師的口中說出，但是因為學生對於這些語詞的內涵、界定不清楚，討論情境就會演變成猜謎，猜教師的答案，探究的說理論述反而不見了。

語詞甚麼時候出現未必有一定的方式，也未必不能有教師口中說出。關鍵是學生的探究走到甚麼位子。例如，教師藉由提問引出學生的觀點，從這段教學過程，我們能看得到學生對溶解的概念，有哪些想法，有怎樣的想法...因為有不同的學生，有不同的想法，你不能用一個想法來含概全部的學生，有一些可能他的想法不同，但是它叫做溶解，有一些學生說融化溶解，不一樣的語詞，但是其實概念是一樣的，當這些觀點與現象提出，教師可以介入擊出科學家如何界定這幾個語詞，再讓學生用這個界定來檢視哪些現象符合，那些現象不符合。

探究教學是培養學生探究技能、探究態度，歷練學生產生知識的歷程，所以它常常是對於某個議題或問題的釐清，一種概念的深化的歷程，但絕對不是科學概念語詞界定的活動。因此，教師不要預期學生會因為一次的探究活動就【懂得】溶解意義如何界定，甚至清楚甚麼是溶解、甚麼是融化。但是，經由探究歷程，學生會得很多不同的角度來看事情，關於溶解現象他會有一些發現，也還會有一些問題。當然，它對於溶解概念也一定會有進一步的認識。但是，不是再一次探究活動，它就完全抓住這個概念的意涵，概念的發展是一種廣度、深度不斷持續的延伸歷程。再者，不是每個概念的獲得都要經由探究歷程，閱讀、聽課、生活經歷都是發展概念逛度與深度的方式。

案例名稱：環境會影響植物的生長

教學者：許老師

#### 案例架構說明

- 探討影響植物生長的因素：陽光、水份、溫度、濕度、土壤、空氣…等。
- 培養學生進行觀察、思考問題、澄清問題、「形成假設、確立變因、設計實驗」、進行試驗、著手記錄並討論、形成具邏輯性的結論。

#### 教學目標

- 完成單元教學目標
- 帶領學生進行探究學習，並期能經過體驗學習，回顧探究歷程，讓學生瞭解科學家面對問題時所進行的探究模式。

#### 教學情境內容與教師教學反思

透過問題的「討論」，往往是帶領學生進入探究學習的第一步。在本次的教學中，由於個人是挪用其他老師的自然課進行教學，因此在師生關係方面顯得較生疏，而學生也是第一次接觸到探究式的教學，為了讓學生能熟悉這種「無限制發想」的課程進行方式，課程之始除了放慢腳步外，教學者還會運用各種議題來和學生們互動，以促進師生之間的默契，活絡教室氣氛。

以第二次上課時的空餘時間討論俗言「用手指月亮，會被月亮割耳朵」為例，姑且不論醫學領域，我和孩子們只探討一個主要問題：「如果『用手指月亮，會被月亮割耳朵』這句話為真，那這耳朵到底是誰割的？誰是最有可能的兇手？」，我們從討論神話故事內容中知悉月亮上總共有嫦娥、吳剛、月兔和桂樹四個生物，究這四個個體，孩子們開始陳述自己的看法。孩子先從動植物的運動能力排除了「桂樹」是兇手的可能性，因為桂樹不會動。進而從桂樹的生長速度排除了「吳剛」是兇手的可能，因為桂樹生長速度太快，所以吳剛根本無暇進行犯罪行動。最後只剩下嫦娥和月兔比較有可能是兇手，此時學生分成兩派進行推論，認為月兔是兇手的孩子們指出：月兔手上有搗藥的工具（視為兇器），所以比較有可能是兇手，不過在認為「嫦娥」是兇手的學生提出月兔並沒有傷人的動機啊！因為人們指著月亮並沒有防礙到牠，更進一步提出：嫦娥是因為背叛后羿服下長生不老藥而昇天，自己心理可能不喜歡別人指指點點…等的理由，所以看到人們指著月亮，就以為人們在指責她而報復，才会有「用手指月亮，會被月亮割耳朵」的俗諺產生。學生們最後都同意嫦娥是兇手的可能性最大。經過這一個討論之後，學生們認為這樣的討論非常有趣，也希望以後能夠多有這方面的討論。

在「用手指月亮，會被月亮割耳朵」俗諺的討論中，我們可以發現一些科學教育的脈絡。教學者用這個例子引導學生在黑板上進行實驗的設計示範（其內容如下）。雖然這不是一項很符合科學實驗的論證，但就學生的學習而言，讓學生喜歡進行「有所依據」的討論，就是進入探究的第一步。

- ◎探討問題：「用手指月亮，會被月亮割耳朵」俗諺為真，是誰會割人耳朵？
- ◎實驗假設：「用手指月亮，會被月亮割耳朵」俗諺為真。（用手指月亮→割耳朵）（指哪一個人物？）
- ◎實驗設計：
- 操作變因：用手指月亮中的人物（嫦娥、吳剛、月兔和桂樹）
- 保持不變的變因：當時時空的人、事、物。
- 應變變因：是否會被割耳朵。
- ◎結論：用手指「嫦娥」，會被割耳朵；用手指「吳剛、月兔和桂樹」，不會被割耳朵。

## 教學反思

在初任自然科學教師時，遇到學生提出非自然科學相關問題時，或是學生提出老師無法回答的問題時，我們常常會用「這和自然科學或課程沒有關係」而回絕學生的問題，久而久之，學生的提問自然就會變少了，甚至連自然科學方面的問題都不問了，即學生的好奇心也漸漸被老師給封閉了。而經過幾年來的教學經驗累積之後，面對學生的問題，我都比較傾向用正面的態度看待，即使是自己無法立即回答的問題，我也會誠實告訴學生，並利用討論技巧，引導學生共同找出問題的脈絡與解答。即便遇到學生的戲謔問題，我還是會很慎重的進行討論，並經由辯證讓學生知道自己的問題或回答缺乏邏輯性。

以下是在薯條發黴實驗教學時師生的一段對話，其探討宗旨在闡述「食材」的差異(操作變因)會造成發黴情況(應變變因)的不同。在對話中可以發現，學生提出「品種」的差異會造成薯條發黴的情況不同，然而在現實的情形下，我們無法就薯條的品種追根究底，這也是教學者想要傳達給學生的想法，不過學生還是很堅持自己的想法，甚至連童話故事裡的橋段都搬出來了，然而教學者仍然有耐性的引導學生作觀念的溝通，最後學生也指出僅能就產品的生產者能夠作為變因控制的基礎。

師：食材有什麼差別？

生：品種不同。

師：品種差異對不對？我們怎麼知道那個麥當勞薯條炸出來的，跟肯德基的薯條炸出來的，是不是同一種的，你們知道那個薯條怎麼做的嗎？

生：把馬鈴薯切成一條一條，然後再炸。

師：應該不是將馬鈴薯切成一條一條，而是把馬鈴薯打成泥和一和，或是把它變成馬鈴薯粉，然後再加水把它弄一弄，然後用機器一壓，就變成一條一條的馬鈴薯條，最後就下去炸。因此吃炸薯條的時候，不會感覺到纖維，因為它打得很爛了。

好，那這樣子你還可以辨別出它的品種嗎？告訴我。

生：可以啊，你可以問他啊。

師：你問誰？

《模仿點餐》那個小姐，我想要馬鈴薯一包，小姐請問一下，這個馬鈴薯是哪一個國家生

產的？它的品種是什麼？它有什麼特徵嗎？

生：(笑)

師：小姐會告訴你嗎？告訴我，會嗎？

生：她會跟你講最好的地方。

師：最好的地方是哪裡？

生：馬鈴薯王國。

師：那個小朋友請你到幼稚園去上課，哪裡的馬鈴薯最好，請告訴我。

生：麥當勞。

師：我現在的問題是，哪一個品種最好？小姐怎麼知道是哪一個品種的？

生：跟旁邊的人問，工作人員或老闆。

師：請問一下，你們想一下，麥當勞的所有人都知道，那個馬鈴薯的品種嗎？

生：就問那個首腦就好了。

師：請問一下麥當勞的首腦在哪裡？

生：麥當勞叔叔。

師：麥當勞叔叔在哪裡？他就在門口，而且還蹺著腿，對不對？他不是這樣子而已嗎？他會不會跟你講話？

麥當勞叔叔如果會講話，肯德基爺爺就跳出來，所以我們是沒有辦法去知道它的品種。

生：(哄堂大笑)

師：有那麼好笑嗎？我們不是搞笑課，食材的品種不一樣，好，我們認為品種會有差異對不對？

那成分有可能不同，可是我們沒有辦法確定它們的品種，不過在台灣人做的實驗裡，他是用了幾？

生：…

師：什麼？

生：三家。

## 教學反思

也由於上課氣氛的輕鬆，學生對於教師的心防也就降低了不少，即便是自己知道很「突兀」的想法也願意說出來，而這就是進入探究學習的第一步，藉由百花齊放的發散思考，蒐羅到許許多多的議題材料，再由這些議題材料中理出其邏輯性、可行性，並進一步計畫去解決源問題，驗證自己的想法，就完成了一個探究式的學習循環。

在早期的師資養成歷程中，教本或課程標準、課程綱要限制了教材教法課程的講授，基本上以形塑老師為這些制式課程從事教學工作，對於教師的教學創造利產生莫大的阻礙，以致於老師只要小有教學方式的創新，即會成為受學生歡迎的好老師。以指導參加科學展覽競賽活動為例，許多教育同仁對於這一塊感受到一份恐懼，而當學校徵詢自願指導的老師時，幾乎避之唯恐不及；當學校指派這項指導工作時，也只好硬著頭皮依樣畫葫蘆居多，假如老師們本身

能夠有探究學習的經驗，就不用為指導學生參加科展而擔心，因為教學的探究就是期待老師對於制式教學方法的解構，從新檢視自己的教學，並對自己的教學進行探討，透過這樣的程序，精進自己的教學，更能將這疑份寶貴的自我探究經驗，潛移默化的帶給自己的學生，讓學生從事探究學習。

舉個人 97 年指導學生從事黃金葛葉片大小與生長形態關係的研究失敗的例子來說：研究題目的來源是因為花店裡的服務員說：「越長在上端的黃金葛，它的葉片會更大」，於是我就和學生一起到社區中調查每一戶人家所種植的黃金葛生長形態，經過 167 株的黃金葛調查結果，發現確實如此，更進一步進行種植的實驗，結果經過半年，還是沒有辦法做出結果來，因而作罷，轉換題目。

在這個研究中，老師跟學生都針對「傳說」的不確定性產生質疑，不過透過三天帶著學生實地的踏查(解決問題一)，確實加深了研究的信心，甚至著手進行實徵研究；在進行黃金葛樣本繁殖工作時，也遭遇到變因控制問題(每一株黃金葛的生長情形會有所差異)，經過學生的研討之後，我們決議到河堤邊採集數量龐大的同一母株衍生出的黃金葛，以控制黃金葛的品種及基因(解決問題二)；在取得樣本後，又發現到黃金葛樣本的粗細有所差異，為了解決此疑問題，和學生討論的結果是測量每一段要芋插的黃金葛，儘量控制到長短、粗細相同者在同一個實驗組別(解決問題三)；在一切就緒後，學生們認為黃金葛原有的葉子可能因光合作用效果差異會造成新生葉子的大小差異，因此決定摘除所有的葉子(解決問題四)；在一切就緒後，就採購培養土進行黃金葛的繁殖，此時學生提出培養土是否可能會造成黃金葛的生長差異，為此，學生討論後決定計算所需的培養土，並將所有的培養土充分混合後才開始種植(解決問題五)；然而，根據種植經驗，盆子大小會影響總養分的多寡，為了避免養份的差異，採用同一種盆子栽種(解決問題六)；學生再由養份過度到水份的差異也會影響實驗結果，因此決議每天的澆水量都一樣(解決問題七)；又深怕培養土仍有氧份的差異，學生們看到輔導室裡種的黃金葛是用水耕的，所以為了避免培養土氧份不均及澆水量的差異，決定另外用水耕的方法進行實驗(解決問題八)…，經過一連串的討論與問題解決，終於開始進行種植實驗。

記得當時種植的時間是十一月份，經過一個月後，發現到黃金葛生長的速度極為緩慢，學生們開始討論其可能形成的原因，季節不對？土壤問題？日照亮不足？因為寒流來，太冷了！隨著時間流逝，科展競賽日期逼近，我和學生討論之後不得不放棄這個研究主題，另外從事別的研究。不過，黃金葛的種植一直持續了一年半，直到老師調校後仍然持續，最後在校方認為這些實驗植栽有礙觀瞻後被處理掉而終止實驗。

這次師生共同進行探究的學習歷程，對於個人的教學也有相當的啟示：「認真的帶學生去探討與發掘知識，孩子會學到更多」，也基於此項經驗，同一批學生在轉換題目後仍然有突出的表現，取得全國參賽權，迄今仍在從事科展研究。

#### 【學生的理解與實驗設計】

許多老師在進行對學生而言是抽象概念的實驗變因教學活動時，通常都會

遇到挫折，按照教本上的實驗案例告知學生什麼是操作變因？什麼是保持不變變因？什麼是應變變因？在教學活動當下，學生是否真正理解卻不得而知，總要遇到下一次進行實驗規劃時，才會發現學師當時只是強記這些瑣碎的片段知識而已，對於實驗變因的歸類仍是懵懵懂懂。經過幾次的教學後，探究其原因是因為「變因」概念在九年一貫課程中已經沒有正式的教學脈絡，此外，實驗案例對學生而言與生活的關聯性不大，也顯得較生疏，自然而然教學效果會比較差。鑒於此，個人在四年前教授變因時，即利用下面這個「生小孩」例子進行教學，讓學生較能夠切入實驗設計的學習。

◎探討問題：兩個人在一起（指男女結婚）後，會不會生小孩。

◎實驗假設：男女結婚後，在一切正常情況下，會生出小孩。

操作的變因：不同的組合（男生加女生，男生加男生，女生加女生）三組

保持不變的變因：提供相同的生活條件（吃、喝、拉、撒、睡，都要一樣）

應變的變因：一切正常情況下是否生出小孩？有或無。

◎結論：男女結婚後，在一切正常情況下，會生出小孩。

在本學期「防鏽與防腐（南一版，第三單元）-食物腐敗的因素探討」教學中，個人發現這一個六年級班級的學生然缺乏實驗設計的概念，因此再次運用到「生小孩」的實驗變因教學，在教學當下學生的回饋明顯較以教本實驗設計為佳，更能透過這樣一個學生較有興趣的方式進行探討，以下節錄課堂上師生的對話：

《教師發覺學生的實驗設計能力不佳，並進行提問》

師：實驗有三個要素是什麼？

《學生僅回答部份概念，但整個時驗設計的概念並不算完整》

生：其他條件都要一樣。

師：其他條件都要一樣，好，很好，條件，很好，條件一樣的叫什麼？

生：??(疑惑)

師：(在這個實驗中)就是食物不同對不對？在這個實驗的食物不同，其他的條件都要一樣，然後會知道結果是哪一種、哪一種會比較不容易發霉對不對？

生：??(疑惑)

《因為學生的反應透露出學生對於實驗的基本概念不清楚，教師決策進行實驗變因的說明》

師：在實驗裡面它有幾個名詞，第一個，第一個這個叫做，操作的變因，有沒有聽過這個名詞？」 變因！變因！變！變！變！

生：??(疑惑)

《教師就課堂上討論的薯條發黴實驗進行變因控制的教學》

師：不知道！我的天啊！好，這叫「變因」。

這個是一定要教你們的，因為你們到中學考試的時候一定會遇到。變因，變因有

「操作變因：實驗裝置不一樣的地方」，然後另一項叫「保持不變的變因，保持不變嘛，因為它條件都要一樣，所以他保持不變」，然後目的就是要知道說「誰不容易發霉」，這叫「應變變因，應該會改變，因為應該是隨著操作的變因改變的變因，叫做應變變因」。

好，我舉這個薯條實驗的例子，這個實驗裡面，好，食物的不同，或是品牌的不同，就是他操作的變因，其他條件不管是罐子，他的場地，他盡量控制是一樣的，應變的是說最後 K 牌的薯條，最不容易發霉，對不對？所以結論就是 K 牌的最持久，然後再來是 M 牌的，摩斯漢堡牌的對不對？然後接下來是麥 X 牌的，對不對？這三種可以做比較出來，這是變因的控制，在你們以前的實驗應該都有提過這一個東西，你沒有印象的，請舉頭？

生：(都伸長脖子)

《教師發覺學生對於薯條發霉實驗的變因控制略有概念，爲了加強學生的概念，再以「兩個人結婚後是否會生孩子？」爲例進行教學。》

師：好，請恢復原狀。現在怎麼會有印象了？剛才我問的時候都不知道。我們再舉例說明一下，我舉一個最經典的例子來講好了，男生跟女生，結婚跟生小孩有沒有關係。

《學生隨口臆測答案》

生：沒有。

《教師用另一種較學術化的問法，讓學生回到所要討論的主題》

師：沒關係！好，基因交換跟生小孩有沒有關係？

生：有。

師：有哦，假如喔，我們要探討是說，兩個人在一起會不會生出小孩子。

生：不會。

師：不會，你怎麼那麼確定。

生：不一定。

師：不一定嘛！你要講「不一定」。那麼好，現在是男加女，理論上正常情況下，請問一下會不會？

生：會。《應變變因→結論一》

師：會生小孩子！男生加男生會不會？

生：不會。《應變變因→結論二》

師：正常的情況下不會對不對？女生加女生會不會？

生：不會。《應變變因→結論三》

師：正常的情況下也不會。好，剛才有人告訴我說，好，男加男不會，女加女不會，這個有沒有問題，有沒有質疑的？

生：(搖頭)

師：沒有！好，現在男生加女生會不會生小孩？

生：會。

生：不一定。

師：不一定，很好，不一定，所以我們要做實驗對不對？

生：(驚訝)

師：做實驗好，假設，這裡有一男一女，你們班有小情侶，第一我們每天都要給他們一樣的東西。爲什麼呢？現在我們要操作的是什麼？保持不變的變因，就是他們吃喝啦撒睡都要一樣，對不對，每天給他喝多少水，吃多少東西，哪時候讓他大小便，都是一樣的時間，這樣子他才會維持一個什麼，保持不變的變因啊，對不對？

生：(點頭)

《教師在變因控制例舉討論後，配合板書(視覺化)，利用簡易的實驗設計，讓學生瞭解一個完整的實驗所需的模型，最後用簡單的問題測驗學生的理解程度》

師：(配合板書)好，結果這六個人，都是一樣的生活，他吃的東西都一樣，睡覺的時間也一樣，上廁所的時間也一樣，都一樣，好，操作的變因就是說，男生加女生，男生加男生，女生加女生，好，我們會有三大類對不對，每一類有五組，好，乘以五組，這樣總共需要幾個人，30個，剩下五個人可以做觀察組，目的是什麼？《學生回答出整個實驗設計的目的，顯示學生已經能充分了解實驗設計的模型》

生：要研究兩個人在一起會不會生出小孩子。

《教師最後再次複習實驗設計的全貌，增加學生的印象》

師：(配合板書畫關係圖)好，結論就告訴我們說不一定，結論就告訴我們說，不一定，結論告訴我們，男生加男生不會生出小孩子，女生加女生不會生出小孩子，可是男生加女生不一定會生出小孩子，就是結論了，就是什麼，應變的變因，因爲男生加女生，有可能生出小孩，因爲操作不一樣對不對？男生加男生不會生出小孩，女生加女生不會生出小孩子，這個就是什麼，操作變因，保持不變的變因，應變變因，這樣子清楚了嗎？

## 教學反思

### 【探究式的引導】

在整個教學的過程當中，教師只是扮演積極的引導者角色，就像是一個節目主持人，通常會隨著學生所提出來的看法做延伸教學，藉此試圖讓學生自行建構一份令大眾認可的知識探索模式，而當學生能完成這種探究體驗的學習時，對於學生而言，無非是一大鼓舞，而這也就是探究教學的目標：「讓學生主動發掘問題、思索問題，進而解決問題，獲得真理」。

在教師上課時語言的運用方面，從實際教學對話的脈絡中可以發現：有許多對話看起來是很無厘頭、或有中斷、跳躍的現象。經過影帶的觀察與記錄中可以知道，教學者與學生的表情與肢體語言，也是一項很重要的訊息表達方式。而生動活潑的教學是每個學生都喜歡的上課方式，因此，豐富談諧的肢體語言，應該也是屬於國小階段探究教學的要項之一。

### 一、引導學生進行實驗觀察時，教師引導語呈現的方式

在「防鏽與防腐(南一版，第三單元)-食物腐敗的因素探討」的教學



中，教學者為了教學上鋪陳的方便性，利用網路上兩個有趣的實驗影片作為防腐實驗的引子，利用類似「誰來找碴」遊戲的方式進行教學活動，比較兩個實驗的異同之處，藉此刺激學生的想法，引導學生進行實驗觀察。

而教學者在此階段應本廣納之心，對於學生的意見均要與以充份的尊重，避免學生停留在過去「師說、生聽」或「學生意見被教師忽視」的學習經驗中，如此才能引出學生的各種想法。

現代社會由於感官物質化的風氣鼎盛，學生的學習態度與熱忱不若過往，總要有新鮮事才能引起學生的興趣，因此實做體驗或聲光影音媒體的刺激較能有效提起學生們的學習動力，因此本教學即使用事半功倍的影片，輔以「發現實驗的缺失或差異」為討論重點，進行引導。

關於引導的程度，教學者在多年的教學經驗累積下認為：在影音的吸引下，教學者只要在影片播放的同時簡單的提示幾個重點部份，但不直接給予明視，以便訓練學生的覺知敏感度。另外，也發現：越多的教師陳述，不但會抹煞學生的思路，更會造成課堂上師生互動的熱度低落。

〈例舉一：美國薯條實驗照片播放時教師的引導對話〉

師：有做過實驗的請舉手？好，放下，你們有做過實驗對不對？那我們先看一個我們今天預計要看的，首先放一個影片給你們看，然後，這個影片你們應該有看過，好，這是一個外國人的實驗，好像你們班應該有一個翻譯官，對不對？你要看他每一個動作喔，等一下我會問你喔，好，這個應該，有沒有翻譯官翻譯一下，這是什麼意思，三週後了，對不對？每次都點那種東西，三個禮拜後，五週後。

生：五個禮拜了。

師：五個禮拜了，五個禮拜你會看到一個熟悉的，這個是我最喜歡的，你看，像不像有一個卡通影片叫做，風之谷，風之谷就是王蟲它們作戰以前就是這樣子對不對，我喜歡，好，八週後，白色的黴菌很多，黑黴菌，白黴菌，麥當勞的什麼東西，十週後，像那個長一點點的，它還是沒有什麼事情對不對，然後十週後那個薯條，不過這個影片最後告訴我們說，其實他這個導演他有個，他比較反對速食主義的，不是那個人吃素喔，是那個速食，是漢堡薯條類的東西，所以他才拍了段影片，不過這個影片流傳很久以後，有很多人就認為說他可能有作弊的嫌疑，好，那我們問題來了，這個沒辦法把它遮掉對不對，好，我的問題就是說，在這個實驗裡面你有沒有看到它很多實驗的缺失，好，有的話太好了，你們所講的能不能記下來做呈堂証供，有什麼缺失，在這個實驗裡面，你們以前不是做過很多實驗嗎，這個實驗有什麼缺點，你說。

〈例舉二：台灣薯條實驗照片播放時教師的引導對話〉

師：接下來要看台灣版的，台灣版的就很有趣，這幾個人都是，台灣版的，好，他去買東西回來放，這個宅男他對話很無聊，這個宅男不是我，M牌的對不對，K牌

的對不對？他們就比較有實驗的精神，雞塊，看一下手法，停，第一個問題，這一個裝置跟那個外國人的裝置有什麼不一樣，告訴我。

生：一個可以鎖起來，一個不行，只能蓋下去。…

## 二、引導學生進行思考問題時，教學者對整個課程結構做通盤的了解，以有效掌握教學進程。

現代的學生，由於資訊傳遞媒介的發達與便利性，各式各樣的奇想百出，如何引導學生針對課程設計內容進行思考，對於教學者而言是一大考驗。為此，個人認為：教學者必須在被課時即對整個課程做通盤的瞭解，並進行學生特質分析，預期學生所能提出想法的方向，才能有效「適度」學生掌握整個課堂的活動。

在本單元中，教學者即對影響黴菌生長的因素主軸進行瞭解，即：菌種、環境差異(陽光、空氣、水、溫度、空間等。在掌握大原則之下，對於學生的提問便能夠有持無恐。

邏輯推理事需要時間練習的，尤其是處於零星常識遍地開花的資訊時代，要學生專注於一個主題而接續討論一節課，確有其困難性。因此，教學者在進行討論教學或引導學生探究時，必定遭受到學生無法繼續的情況。為此，教學者宜運用各種方式激勵學生，讓學生能夠產生繼續動腦的動力。

## 三、在學生產生不合理的臆測時，教師應利用新問題或與學生相處時所達成的默契做有效的暗喻。

對於學生臆測且容易誤導其他學生的想法，教學者不會立即給與否定，反而會利用新問題引導學生進一步思考或習慣語法與肢體表情動作傳達「較不認同」的暗喻。

〈例舉一：學生提出嚴謹實驗中不可能產生的處理〉

《學生提出裝漢堡的罐子裡有水，且應該是從漢堡中蒸發而來》

師：漢堡？，對，漢堡裡面有水，請問你們的漢堡有像餅乾一樣硬嗎？

生：(搖頭)

師：沒有！對不對？

生：(點頭)

師：所以漢堡裡面有水，好。

《另一學生進行第二項猜測》

生：他有可能是噴水進去的。

《教師判斷該項猜測雖然具有可能性，但是在正式的實驗中是不可能作假，因此利用「這我不知道」來防止學生就這個想法繼續討論，也避免誤導其他學生》

師：他有可能噴水進去，好，有可能，也有可能，這我不知道。

四、遇學生提出較無章法的敘述時，教師應利用提問協以演繹法協助學生進行思考，澄清自己的看法。

〈例學一：學生提出較無章法的說法，教師必須協助澄清問題〉

《學生提出一個現象的說法》

生：沒有開始的時候他把蓋子打開，然後開始的時候，他把蓋子蓋進去。

《在互動過程中，教師透過學生的肢體及表情語言，獲知學生的思考方向，並進行再次確認》

師：終於有人提到蓋子這個問題了。好，他意思是說蓋子可能有打開跟關起來對不對？

生：(點頭)

《教師透過提問，引導學生進行深入思考》

師：假如他蓋起來，就是他會這樣子(指裝置無密封)，然後就不動它了嗎？

《對於教師的提問，學生感到不解 - 教學者跳躍式的思考，容易讓學生產生困惑，應避免》

生：??(疑惑)

《教師再次澄清自己的問題，並給予學生進一步的提示》

師：假如它都這樣的時候(指裝置無密封)，它還有什麼缺點？剛剛有提到蓋子的問題，很好，其實蓋子裡面真的是有問題，我認為也有問題，因為我等一下要讓你看第二個實驗，蓋子有沒有蓋緊，對不對？

生：(點頭)

師：好，沒有蓋好，沒蓋好會怎樣？

《學生說出教師在這一段教學對話安排所預設的答案》

生：空氣會進去。

師：好，沒蓋好空氣會跑進去。

五、在討論進行中，終止學生提出想法後之時機點

(一)在學生提出合乎邏輯的想法後，教師旋即激勵學生再提出其他看法。

〈例學一〉

《學生提出合乎邏輯的看法》

生：溫度不同。(指美國與台灣兩個置放地點的溫度不同，影響兩組實驗的實驗結果)

《老師對於學生提出的正確推論表示讚賞-增強學生進行思考的動力》

師：溫度不同。(點頭)

〈例學二〉

《學生提出合乎邏輯的看法》

生：有沒有加防腐劑。

《老師對於學生提出的正確推論表示讚賞-增強學生進行思考的動力》

師：有沒有加防腐劑！太好了，還有沒有？沒了！就這樣子？六年五班就這麼七個問題而已，說(指著另一個學生)。

(二)在學生提出含糊的想法後，教師引導學生進一步確認想法後，旋即激勵學生再提出其他看法。

〈例學一〉

《學生提出看法》

生：用的油不一樣。

《老師引導全班學生確認自己所提出之看法》

師：用的油不一樣？油。

《學生進一步確認自己的看法》

生：一個用植物油，一個用葵花油。

〈例學二〉

《學生提出質疑》

生：食材。

《老師反問全班該學生所提出的質疑-引導學生思考》

師：食材！食材怎麼樣？

《學生進一步提出說明》

生：他那個就是不一樣的。

《老師引導全班學生確認自己所提出之看法》

師：就是品牌不同？

《學生進一步確認自己的看法》

生：就是可能是番薯的，可能是馬鈴薯的。

《老師引導學生澄清問題後，激勵學生再提出其他看法》

師：番薯，馬鈴薯的，就是食材不同，好，還有沒有？

(三)在學生提出想法後，教師旋即引導學生針對同一議題進一步的臆測與探討，帶學生澄清自己的看法後，再激勵學生提出其他看法。

〈例學一〉

《學生提出質疑》

生：為什麼罐子裡面會有水？(指裝漢堡及其他速食食品的罐子)

《老師反問全班該學生所提出的質疑-引導學生思考》

師：為什麼罐子裡面會有，好，有沒有誰可以說？

《學生進一步提出說明》

生：水蒸氣蒸發！

《老師引導全班學生確認自己所提出之看法》

師：什麼東西蒸發？

《學生進一步確認自己的看法》

生：水蒸氣。

《老師引導學生澄清問題》

師：水蒸氣就是哪裡的水蒸氣。

《學生進一步澄清自己所提出之說明》

生：漢堡。

《老師對於學生提出的正確推論表示讚賞-增強學生進行思考的動力》

師：漢堡？，對，漢堡裡面有水，請問你們的漢堡有像餅乾一樣硬嗎，沒有，對不對，  
所以漢堡裡面有水，好。

《學生針對同一議題提出進一步的臆測》

生：他有可能是噴水進去的。

《老師引導學生結束進一步的臆測與探討》

師：他有可能噴水進去，好，有可能，也有可能，這我不知道。

還有沒有，還有沒有別的問題？就是在這個實驗裡面，你看到，老師(在實驗時)  
千交代萬交代不可以做的事。

《同一名學生仍針對同一議題提出進一步的臆測》

生：可是他放水進去，他只有薯條沒有放水。

《老師用封閉性問題引導學生結束進一步的臆測與探討》

師：他只有薯條沒有放水是不是？

《學生結束同一議題的進一步的臆測與探討》

生：對啊。

《老師在學生針對同一議題進一步的臆測與探討結束後，激勵學生再提出其他看法》

師：好，只有薯條沒放水。如果有放水的話，只有薯條沒放水，那假如他都沒有放水  
呢？ 快點，用你的大腦，有沒有問題，你想到什麼就說出來。

〈例舉二〉

《學生提出看法》

生：沒辦法！

《老師反問該學生所提出的看法-引導學生澄清問題》

師：沒有辦法怎樣？

《學生進一步提出說明》

生：沒有辦法確定。

《老師反問該學生所提出的看法-引導學生澄清問題》

師：沒有辦法確定那個罐子是不是乾淨的是嗎？(老師從對話的脈絡知道學生的想法)

《學生確定自己的看法》

生：對。

《老師用問題明確告知學生議題終止，並引導學生提出其他想法》

師：如果都沒有呢？(指罐子都很乾淨)

還有沒有什麼？沒了！你們班有三十五個人耶怎麼還想不出來！

(四)在學生提出不合邏輯的想法時，教師引導學生澄清自己看法不合邏輯，並終止學生針對同一議題進一步的臆測與探討。

〈例學一〉

《學生提出質疑》

生：他擺放的高低處。

《老師反問該學生所提出的質疑-引導學生思考》

師：我不懂耶，什麼比較高低處？有一個在上面，一個在下面嗎？

《學生進一步提出說明》

生：對，上面比較潮濕，下面就比較乾燥這樣。

《老師再反問該學生所提出的說明-引導學生思考》

師：那幾個盆子不是都放在同一個地方嗎？

《學生再進一步提出說明》

生：對啊。

《老師再反問該學生所提出的質疑-引導學生思考》

師：放在桌上！每個罐子都是放桌上不是嗎？

《學生提出另外一個說法-顯示學生已經意會到自己原先所提出的想法不合邏輯》

生：他把罐子收起來。

《老師告知學生實驗時應遵守的規範，藉此終止同一議題的討論》

師：他沒有收起來，實驗中是不准收的。

(五)在學生提出與之前討論過的想法時，教師引導學生澄清兩個想法是同一個議題，並終止學生針對同一議題進一步的臆測與探討。

〈例學一〉

《學生提出看法》

生：水氣。

《老師反問該學生所提出的看法-引導學生確定問題》

師：水氣？

《學生確定自己所提的看法》

生：看蓋子有沒有水氣。

《老師再次確認學生所提的看法》

師：就是裡面有沒有水？

《學生說出先前所提出的看法》

生：罐子裡面有沒有先噴水。

《老師告知學生此一議題已經討論過，並終止同一議題的討論》

師：沒有啊！（前面已經討論過了-美國實驗中「水蒸氣」來源的討論）

【開放討論非課堂直接相關議題討論的時機點】

依個人教學經驗，在帶領小學生進行討論時，如果從頭到尾都否定學生討論

非直接相關的議題，學生的主動思考意願會降低，且因為討論課時，大腦思索的時空轉換速度極快，並非每個學生都能夠跟上。因此，在討論時進行非直接相關的趣事說明，可以讓學生有喘息的空間，此項極其重要。

(一)在學生提出想法後，教師旋即引導學生澄清且確認自己的見解後，遇與其他領域相關的知識，則進一步與學生再討論，但僅止於「點到為止」的說明。

〈例學一〉

《學生提出看法》

生：用的油不一樣。

《老師反問該學生所提出的看法-引導學生確定問題》

師：用的油不一樣？油。

《學生澄清且確認自己的見解》

生：一個用植物油，一個用葵花油。

《老師在確認學生已提出合乎科學的推論後，順便將社會領域議題帶入，增加學生新知》

師：好，老師告訴你，只要是漢堡店的，除了印度以外，全部都是用牛油，為什麼要用牛油，為什麼要用牛油，為什麼不用豬油？

《學生提出看法》

生：牛油比較香。

《老師提供非直接回答式的線索，以便讓有興趣的學生在課後自行探索》

師：是宗教信仰的問題。

〈例學二〉

《學生提出看法》

生：煮出來的時間。

《老師在確認學生已提出合乎科學的推論後，順便解釋工業中的「製程」，增加學生新知》

師：煮出來的時間！你是說製程對不對？他的意思就是說，在一個食品，有一個叫做製程，就是說，從原料然後到產品出來的時間叫製程，來。

(二)在教學進行一段時間後，為了讓學生放鬆，可以針對學生所提出的議題衍生為逗趣的討論，借以讓討論更活絡，並提昇學生的專注力。

〈例學一〉

《學生提出看法》

生：天氣。

《老師反問該學生所提出的看法-引導學生確定問題》

師：天氣有什麼關係告訴我？

《學生進一步提出說明》

生：因為下雨天會發霉。

《老師舉例再反問該學生所提出的說明-引導學生思考自己的看法不合邏輯》

師：下雨天會發黴？那請問一下：「罐子是不是通通在同一個地方？那有沒有天氣的問題？因為大家(每一個實驗裝置)都一樣。

就像是你們好了，你們有沒有吃同樣的飯，尿出來的尿會不會一樣？

《藉由老師的引導，學生明瞭自己的看法不合邏輯》

生：不會。

《老師延伸議題以活絡教學氣氛》

師：不會，對不對？為什麼尿出來不一樣？

好，今天午餐吃什麼告訴我？因為我沒有吃午餐。

生：米粉。

生：麵還有米粉。

生：米粉。

師：今天吃米粉，然後呢？

生：還有肉。

師：肉，還有呢？

生：包子，饅頭。

師：今天禮拜幾？為什麼吃饅頭？

生：小饅頭。

師：小饅頭！好，請問回家幾點大便告訴我？

生：晚上。

師：晚上大概幾點？今天回去，你們今天大便的時候，請問味道有沒有一樣？告訴我。

生：沒有(沒有聞)。

師：沒有！好，很好，那我要問一下，你今天去聞聞看，你今天大出來的味道有沒有特殊，和你今天吃的是不是一樣，這就是一個研究的，場地不同對不對，場地不同的時候會影響到，這我以前告訴你們的，來。

(三)在教學進行一段時間後，為了激勵學生的主動思考，營造競爭的氣氛，可依班級學生的特質，使其產生群體比較心理，借以讓討論更活絡，並提昇學生的專注力。

〈例學一〉

《學生提出看法》

生：溫度。

《老師對於學生提出的正確推論表示讚賞-增強學生進行思考的動力》

師：溫度，太好了，終於有一個問題，溫度，很好。

《老師依高年級學生異性競爭特質營造群體比較心理，借以激勵學生進行思考》

還有沒有，你們班是男生比較聰明還是女生比較聰明？

生(男生)：男生啊。

師：好，先抽籤問一下，籤借我一下，59號，59-35幾號，24，怎麼比我還慢，不



行，你們是六年級嗎？

生：對啊。

師：那麼簡單怎麼不會，24 號請起立一下，好，我們請最公正的 24 號告訴我們男生比較聰明還是女生比較聰明，好，接下來還有沒有人要反映問題的，沒有了。

生：沒有。

師：好，沒有了，我們接下來看實驗了。

生：好。

(四)為了讓學生了解自然科學的實驗設計，教師舉學生較熟知的議題進行討論，借以讓學生對一個實驗的設計有大略的理解。

由於教學者在討論進行中發現：參與本教學的班級學生明顯缺乏實驗設計的素養，因此在討論告一段落、即將進行實驗設計前，利用學生生活上較熟悉的事物讓學生進行探討。教學者經過多年的六年級教學經驗，發現學生對於兩性議題的好奇心極強，因此將「兩個人結婚後是否會生孩子？」融入「實驗變因」教學之中，經過實施之後，絕大多數的學生都能夠很快的理解實驗中的三種變因控制。

〈例舉一：兩個人結婚後會不會生孩子？〉

- (1)操作的變因：男生加女生，男生加男生，女生加女生(三組)
- (2)保持不變的變因：提供相同的生活條件(吃、喝、拉、撒、睡，都要一樣)
- (3)應變的變因：一切正常情況下是否生出小孩？有或無。

## 教學反思

### 【教學的探究】

就從事探究教學的經驗中，個人深覺「探究教學」並非一個固定模式的教學方法，反而是一種因地、因人制宜的教學呈現。由於教學者永遠不知道學生下一秒鐘會有甚麼想法，會提出甚麼問題，需要作如何的教學處理以因應之，且現代資訊發達，知識蒐集的便利性也漸漸取代教師的學科知識傳授，是故，培養學生的探究能力儼然成為現代教育的重要課題。

以下羅列個人進行探究教學後所產生的幾個想法：

在教學者的特質方面，教學者除了本身具有探究的經驗與習慣外，更應該具備隨時能夠接受學生問題與挑戰的氣度，如此才能夠不限制學生做任何議題的發表，也更能夠活絡教室氣氛。另外，教學者應該具有清楚的邏輯思考能力，不但能主動理解學生的問題，將之轉化為較大部份學生聽得懂的語言，還要能透整合學生所提出的多方面資訊。因為教學者本身對問題探究的示範作用，更能帶給學生一個具像的探究學習經驗。

在「防鏽與防腐(南一版，第三單元)-食物腐敗的因素探討」單元的實驗設計教學活動安排是教學者先與學生共同擬定一個實驗設計範例進行教學，在實

驗設計討論課後繕打成書面資料發給學生參考，並在簡易的講解之後隨即就學生的分組做各組實驗設計規劃。因此，在學生從事實驗假設與設計時，教學者便利用行間巡視的方式，一一檢視各組的書面設計，並進行小組個別指導。最後，學生在為程實驗設計之後，將書面資料送交教學者檢視，以做為下次教學的參考。

〈例舉：教師引導學生擬定一份實驗設計〉

《配合板書教學 - 探討：用不同油所炸的薯條，其腐敗的程度是否有差異》

1. 研究假設：用不同油所炸的薯條，其腐敗的程度會有差異。

2. 實驗變因：

(1)操作的變因：用不同的油炸薯條

(2)保持不變的變因：除了油以外的條件都一樣。

(3)應變的變因：薯條發黴程度的差異。

《確立研究問題》

師：我們這個實驗是要探討一個什麼東西？薯條會怎樣？發霉對不對？

生：(點頭)

師：那怎樣才不會發霉？或怎樣比較快發霉？所以它發霉的速度也是我們也想要知道的…，你覺得在這個實驗裡面可以知道，不同的油是「操作變因」，然後這些(板書)都要保持一樣的是「保持不變的變因」，會長出什麼樣的霉菌種類出來，還有發霉的速度，這是我們要探討的，即「應變的變因」。這是我們這一班上節課一起完成的實驗設計。

我們這個實驗的目的是在探討？再告訴我一次！什麼發霉？

生：薯條。

師：你要告訴我，怎樣的情況發霉會怎樣？

生：用了不同的油，不同油炸出薯條，腐敗程度會不同。

生：腐敗效果

師：很好，「腐敗效果」。

我好像在教研究生一樣。

不同的油炸出來的薯條，它的腐敗的效果怎麼樣？然後我們操作的變因是？

生：用不同的油去炸

師：然後薯條的種類要一樣，炸的時間要一樣，空氣跟場地要一樣，製作的時間要一樣，鍋子大小要一樣，火也要一樣，油溫也要一樣，水分也要一樣，好，個人衛生要一樣，然後防腐劑也放一樣對不對？蓋子也要蓋好，等等都是一樣的，這個就是一個完整的實驗設計，好，這個是一個實驗設計，請你們現在拿出一張紙，把它抄上去。

生：(開始抄寫)

〈例舉二：教師就各組學生的提問指導學生從事實驗設計與規劃〉

《學生提出如何擬定實驗假設的問題》

生：假設怎麼寫？

《教師利用問題與舉例引導學生擬定實驗假設》

師：假設那樣子會有差別，例如：用不同的油炸出來，我們是不是用不同的油，那我認為不同的油，那你又認為氣溫不同會腐敗的程度不一樣，沒有假設你怎麼去證明呢？你們會看嗎？

生：我知道了。

師：我在上課的時候沒有在聽，下一次你要站起來罰站 1 分鐘，知道嗎？

生：我知道有一家很便宜的店。

師：我會去 Cosco 買薯條來給你們炸，Cosco 比較貴，哪裡有便宜貨？告訴我。

生：老師，這附近有一家在賣過期食物的店，一包糖才 10 塊錢。

師：真的喔，那個電話、住址給我一下。

生：台中縣龍井鄉。

師：有比 Cosco 較便宜嗎？

師(指導不同油組)：你只會跟你的夥伴講話而已啊，不同的油要列出來啊，你們要幾種不同的油，幾種不同的油，你們就用寫的，你就把那個油統統列出來，你們為什麼不同的油，你們是第幾組？

師(指導不同地點組)：你要選定你的地方在哪裡喔，有哪幾個地點要做喔。

生：老師，不變的變因可以跟以前一樣嗎？

師：可以啊，不變的變因有很多啊，你覺得你要哪些？

師(指導學生)：你們是第幾組，你們怎麼會跟他們一樣，十二組，氣溫高低，然後呢？

師(指導高低溫組)：放在太陽下就會照到光的光線了啊，你只能高低溫而已，高低溫你去設計一個實驗。

師(指導光線強弱組)：你是光線嗎？可以照燈光，或是沒有燈光就好了，不一定要在太陽下，什麼？

師(指導儲存空間組)：可以啊。你要放哪裡？在通風還是不通風。全部寫出來，不要偷懶，好不好？有問題的趕快問喔，不會的趕快問。

師：說。什麼？你家是不是有冰箱，說，要怎麼樣？全部。不要抄我的啊，因為你的跟我的不太一樣啊。

師：哪一個…(聲音不清楚)

生：可以用葡萄糖嗎？

師：葡萄糖喔，那個很貴耶，是你要拿得到的喔，我只有提供薯條跟杯子喔。

生：油要誰帶？

師：炸的油喔，油我會去弄。

師(指導蓋子是否旋緊組)：做蓋子的有沒有旋緊是不是？

生：只要寫操作變因嗎？

師：不是，全部都要寫啊，其他的都要寫啊，還有什麼問題，你覺得很困擾的請舉手。

生：我

師：你哪裡有困擾，告訴我，說，給你說的機會，好，沒有的話，你們哪時候可以完成這一份工作，給我一個期限。可以寫簡字啊，不要給我用...就好了。

生：我是以下省略

生：空間大小寫一個就好了，保持不變的變因就是空間大小

師：以下省略不行，來，班長，你覺得你們班這個東西，哪時候可以給我，下次上課，下次上課我就要做實驗了，禮拜一好不好？禮拜一。

師：沒有，希望你們今天就可以寫完，可是時間來不及啊。

生：老師，我已經快寫完了。

生：我要帶回家寫。

師：好，班長，請你禮拜一早上 10 點 10 分收集 17 組，就是 17 張，然後拿到教務處給我。

### 教學反思

在與學生的對話方面，從整個教學對話來看，教學者和學生的對話較像是一場場小行的辯論賽，老師借由問題來帶動學生的思考，而學生則透過集體討論，努力提出看法，試圖建構一個具有完美防禦的理論城堡。

以下是師生在「防鏽與防腐(南一版，第三單元)-食物腐敗的因素探討」單元的實驗結果討論的一段對話，從對話中可以發現，學生在實驗進行前因為操作的誤差，讓鹽巴掉到地上以及使用家裡過期很久的黑糖做實驗，讓實驗結果變得很有趣，經過老師的引導與質疑後，才說明實驗的差異可能是因為實驗操作時不慎所致，導致實驗的結果變得有點複雜。

不過，在討論的過程中，學生能夠針對自己的實驗做全面的檢討，並且完成自己的立論雛形，也算是一種理論的攻防。學生這樣的表現已經迥異於過去發生實驗與預期不符時而不知所措的情形，這也是一種科學素養的成長。

師：好，接下來第八組，防腐劑的種類是糖、鹽巴，你們哪一組的請說明一下。

生：有兩種都很多耶。

師：哪兩種很多？

生：黑糖的很多，然後鹽巴的也多。

師：黑糖的很多，然後鹽巴很多，然後其他呢？

生：其他的都少少的。

師：其他的是哪些？

生：只有黑糖跟精鹽有發黴，就是比較大的。

師：只有黑糖跟鹽巴的有長很大，那其他的都沒有長很大，那其他的是放了什麼東西，跟小朋友講一下。

生：砂糖、冰糖、胡椒鹽跟沒加的。

師：砂糖、冰糖、胡椒鹽跟沒有加的，好 所以你看黑糖對不對？還有一點點鹽的，因為他們鹽量都很少，這個長的比較多，那是冰糖的比較少，還有胡椒鹽對不對？還有砂糖的比較少。

生：還有沒加的

師：還有沒有加的！好 這個很有趣，一樣都是糖，為什麼它會長，它就比較不會長，為什麼？

生：因為鹽巴在裝的時候掉在地上了。

師：因為鹽巴在裝的時候掉在地上了，你還敢講出來！好，這個實驗不是失敗，是有誤差，就是說它有別的因素，因為從地板再把鹽巴吸上來可能沾了其他東西。好，所以鹽巴這個部份的實驗還要再再做一次。

那好 我們用糖來比好了，為什麼黑糖比砂糖，比冰糖還要長得好？去想像一下，黑糖比較甜？

生：黑糖的雜質比較多。

師：黑糖裡面的雜質比較多？

生：比較營養！

師：真的喔！雜質多，不錯喔。

生：黑糖過期了！

師：好，有可能對不對？下一次可以做檢查。(教學者以為學生只是隨口說說)

生：黑糖真的過期了。

師：黑糖真的過期了！喔，又一個，你會拿過期的東西來做實驗，那會不準，好，因為黑糖過期了，他終於講實話了，先生 你確定黑糖已經過期了。

生：那個放很多年了

師：原來你是因為放很多糖，所以糖放很多年還是會壞掉，不要吃，知道嗎？所以你們班做實驗真的是太好玩了，很好玩…好，沒關係。

## 教學反思

在教學備課方面，教學者不但應該規劃出整個教學的簡易流程，而且必須充分掌握該單元的所有可能會被提出的概念(含正確的概念及迷失概念)，避免因為自己思路的中斷，造成學生學習上的中斷，扼殺學生的想法。

另外，在激發學生的思考方面，在時空與舊教學思維的限制下，按教科書內容規劃的教學流程進行，只能僅止知識的傳授與活動菜單的烹煮，對學生而言只是學習上的「跑龍套」而已，對於課程內涵的深究幾乎無所助益。然而，透過探究式的教學，學生可以激發出更多的想法，從而驗證之，顯示學生的創造思考能力得以因此而獲得有效的提昇。在「防鏽與防腐(南一版，第三單元)-食物腐敗的因素探討」單元相關影片觀察與討論後，教師引導學生提出自己的想法，只要學生能夠提出自己的看法，澄清問題，不論其想法的正確與否，即列入實驗參考。「防腐」單元主題教學目標與學生提出想法之比較如下表。

「防腐」單元主題教學目標 (影響食物腐敗因素-教師預設學生提出的想法)	學生提出影響黴菌生長之因素 (影響速食腐敗實驗結果影片之觀察後想法)
1. 微生物種類的差異(如各種黴菌、蛆) 2. 存放環境的不同 (1)陽光 (2)空氣 (3)水 (4)溫度 (5)空間	1. 黴菌的品種(台灣和美國不同) 2. 光線強弱 3. 空氣：空氣的種類(所在地成份差異) 4. 水份：潮濕度(水份多少)。 5. 氣溫：氣溫高低(冷熱)。 6. 蓋子沒有旋緊：空間大小(空氣量) 7. 場地差異 (1)室內 vs 室外 (2)通風 vs 不通風 8. 食材的差異：品種差異或廠牌不同 9. 製作過程 (1)油炸時間長短 (2)接觸空氣時間長短 (3)防腐劑或調味料的使用 a. 有無放防腐劑或調味料 b. 防腐劑或調味料的種類差異 c. 防腐劑或調味料的量不同 (4)油炸鍋子大小 (5)油炸食油溫的高低 (6)油炸人員個人衛生條件(口水、用手觸摸) 10. 時間：實驗過程時間長短不同

### 教學反思

承上表，在指導學生實驗設計方面，教學者應試著將學生所提出影響實驗結果的因素書寫於黑板上，讓學生能夠更具體的知道影響實驗結果的因素有很多，如此在實驗設計時較能夠掌握變因的處理，有助於學生從事實驗設計。

在學生從事科學實驗活動分組方面，讓學生自己動手做事一件很重要的事，為了確保每個學生都能夠動手做，引導學生動腦從事探究學習，在學生的實驗分組方面，只要實驗器材允許，儘量讓每一組的學生人數降到最低，如二人一組，如此不但可讓學生專注於學習活動中，也較能因為透過實際體驗，獲得更大的學習效能。

筆者多年來從事科學展覽競賽指導工作，每每為了學生分組人數何者較為恰當而苦惱，在近幾年指導 17 組學生進行實驗研究中，意圖找出較有效能的科

展指導方式，終致獲得下列經驗：

- 1 個學生一組：這個學生要是強棒才可以獨立完成(較不建議)。
- 2 個學生一組：若學生是五六年級，這是最好的組合，工作時會互相幫忙-不是你做，就是我做。
- 3 個學生一組：會有一個人較鬆散，不過對象如果是四年級學生，考量學生的實驗能力，3 個學生一組人為佳。
- 4 個學生一組：學生間會開始互推工作，不過尚能合作。
- 5 個學生一組：人多不好辦事，組織鬆散，小組效率不佳。
- 6 個學生一組：工作無法細分造成分配困難，組內亦容易造成次級小組，較會有人偷雞摸狗。

基於上述的教學經驗，個人在從事高年級的自然科教學時，在實驗器材允許的情形下，幾乎都是以兩人一組做為實驗分組，在教學上也獲致相當的好評。

在指導學生從事實驗紀錄與形成結論方面，由於過去的制式教學較強調「知識權威」，造就學生在自己的紀錄背離常理時會感到不安，因此在學生在形成結論時，往往會不遵照自己的實驗記錄進行結論歸納，反而昧著自己的實驗研究記錄，做出不同的結論。為此，教學者應該告知學生科學研究應具備「誠實」的特性，對於自己的研究與眾不同不應該感到疑惑，而是要進一步探討其「例外」或是否有尚未掌控的影響因子，而這就是探究學習的精神。為了增強學生勇於面對現實結果的差異，教學者也可以舉幾個科學史的例子，說明科學的發現常常根植於一些科學例外。

以下是在「防鏽與防腐(南一版，第三單元)-食物腐敗的因素探討」單元的實驗中「裝置地點組」在做結論時與實際觀察不符時的討論情形。教學者課前先檢視各小組的實驗記錄單，發現到存放在教室的薯條較存放在廁所中的薯條較易發黴，且發黴的程度也較嚴重。然而學生在結論時仍然說明存放在「廁所」的薯條發黴的程度與速度都較存放在教室中者多。探究其原因，與大部分學生一樣，學生在下結論時都會用最理想的方式下結論，並以為這樣才會符合科學標準，達到老師的要求。因此，教學者必須認知到並非所有的實驗都如教本上所安排的那麼完美，也要將這樣的概念傳達給學生，這樣就不會有實驗成不成功的說法存在，基本上，即使實驗結果不如預期，所有的實驗都有其價值，或許會引發更進一步的探討。在下面的對話中，教學者試圖帶學生對實驗結果進行探討，讓學生知道環境整潔的固著概念(廁所比教室髒)不一定成立。

師：有一組的結論與事實不符，有說謊的嫌疑，也不是說謊的嫌疑，廁所那一組請舉手一下，廁所那一組，好，請問一下你們的實驗結果，我看完之後呢？是廁所比較嚴重，還是教室的比較嚴重？告訴我，按照你的實驗記錄告訴我，是廁所比較嚴重，還是教室比較嚴重？

生：差不多。

師：好，你爲什麼告訴我，是廁所比較嚴重，你的結論爲什麼是下這樣，那個很有需要討論一下喔！

生：(沉默)

師：老師要告訴你們的就是說，常理是我們想像的，而實驗是實際做的，有可能是一樣，也有可能是不一樣。如果不一樣的時候，是什麼原因，你可以列出來。以裝置地點那一組來說，他們的實驗數據，是廁所的比較乾淨，就是黴菌長得比較少，教室的長的比較多。

在那我自己看到那個數據以後，就睡不著覺對不對？

生：(點頭)

師：然後每天都在想說，爲什麼會這樣呢？我又推敲了，有可能是什麼原因，你們有沒有想到是什麼原因？

生：用掰的(指結論)。

師：用掰的！科學是不能用掰的，科學要講實話，你們有沒有想到，爲什麼？

生：教室比較髒。

師：教室比較髒，可是實際上教室有沒有比較髒？

生：沒有。

師：你怎麼知道？你是在哪一間廁所做實驗？三年級班級的廁所？

生：不是。

師：三樓廁所還是四樓廁所？…

生：三樓超臭的。

師：超臭！好，很好，超臭對不對？…，如果你們家的廁所超臭，你媽媽都怎麼處理？

生：洗啊！

師：洗，刷洗對不對？再怎麼臭還是要洗，然後洗還是臭對不對？

生：對啊！

師：他就會用什麼東西？

生：清潔劑。

師：噴清潔劑，會不會把一些細菌給殺死？

生：會。

師：所以殺完的結果呢？廁所反而細菌量比較少，相對的教室裡面的細菌量比較多。…

生：(點頭)

師：好，所以廁所那一組的，我是舉例而已，你們不要太傷心喔，你們的記錄是很好的，不過結論的時候，不要用常理，請你用事實，那你要去預估說，有可能是什麼原因？那我們剛才，老師回去想的結果，應該就是那個廁所很臭，所以大家一直洗，洗得太乾淨了，黴菌都沒有辦法生長。

## 教學反思

在提昇學生自然科學學習興趣方面，在探究式學習活動結束後，部分學生



便會主動與老師探討自己在日常生活中所發現的現象，並進一步企求老師能夠進一步給他們一些意見或協助。由此現象觀之，學生對於自然科學的興趣有很大的提昇。

在「防鏽與防腐(南一版，第三單元)-食物腐敗的因素探討」短暫的藉班教學後，有一個孩子到教務處來和我分享自己覺得實驗很有趣，並且提出一個有趣的問題：「炸薯條上會長出不同顏色的黴菌，到底哪一種黴菌比較強(指生長情形)?」，在經過討論後，我建議她從實驗中進行觀察，或是再用較嚴謹的方式進行實驗。同一班的其他學生在遇到有趣的問題時，也會主動和我討論，印象中最深刻的是一個說話速度極快的女生(班上很少人可以和她對話，具有資優生特質)，我們討論過宇宙起源說、大爆炸理論、大強子的問題，著實有趣。另外，這個班的學生知道我有在指導科展，都希望能夠參加科展實驗活動，於是該班就有 13 個人進行科展實驗。

常云：「教學是一項藝術。」，但是沒有一位教育工作者會說自己的教學具有藝術感，因為在教育工作者心目中仍存著一份學習的心，總想要看看別的老師是怎麼從事教學的，然而卻往往忽略審視自己的教學，且在教學活動後，往往還是覺得有美中不足的地方，而這些美中不足的地方就需要自我的教學精進，教學的探究就是試圖透過對自己的教學進一步探討，並在帶學生進行探究學習後，讓學生能延伸學習，讓課程實質的加深加廣，以彌補課堂上教學的不足。

案例分析：

探究教學重視學生想法，但是，不是每個學生提出的想法都需要讓它去操作實驗確定，以【薯條防腐】的案例來說，學生提出 17 個可能影響的因素，這些都是變因，但未必每個變因都要處理。實驗操作之前把學生提出的把問題類型作歸類，納哪些是我們認為比較關鍵的因素，教師可不先預設立場，討論過程是一種【說理】的論述過程，哪一類型因素比較重要，可以先探討是由師生一起討論來形成。這是一種科學探究能力，也是一種科學態度的培養。對於一個現象的探討研究，科學家很少一開始就關注十幾個因素分別做實驗，而是選擇幾個重要的變因。作了初步實驗後，檢視實驗後多出甚麼訊息，從這些訊息在思考下一步要怎麼做，需要再處理哪些變因。

教師師生互動的節奏需要起伏變化，【收與放】的交互運用，教師需要營造教學過程中的驚喜，讓學生眼睛為之一亮。關於【薯條防腐】這個主題，學生提出 17 個變因，如果每個變因都討論，幾個變因討論後學生的趣性可能就下降低落。如果 17 個變因都有探討必要，還是需要有階段的處理。

這些變因的討論是學生先就目前已有的經驗推論或想像提出，這些論述內容通常會比較表面膚淺未能深入，論述內容的合理性、彼此間的關聯通常不足，因此不宜一開始就用很多時間討論，容易變成漫談，缺少科學性對話語言與態度。

### 三、探究教學實施的關鍵要項：

從分析教師的探究教學觀點、教學案例研發歷程(包含教師的教學歷程師生對話、教學反思、教學案例討論)，本研究提出實施探究教學的關鍵要項(實施探究教學教師的迷思與需要的專業要項)

#### 1. 教師的迷思：

- 尊重學生的觀點，就要讓他實驗驗證的迷思：

探究教學重視學生想法，但是，不是每個學生提出的想法都需要讓它去操作實驗確定，以「薯條防腐」的案例來說，學生提出17個可能影響的因素，這些都是變因，但未必每個變因都要處理。實驗操作之前把學生提出的把問題類型作歸類，哪些是我們認為重要關鍵的因素，教師可不先預設立場，討論過程是一種「說理」的論述過程，哪些變因重要需要探討，由師生一起討論來形成。這是一種科學探究能力歷練，也是一種科學態度的培養。對於一個現象的探究，科學家很少一開始就關注十幾個因素並進行實驗設計驗證，而是選擇幾個重要的變因。作了初步實驗後，檢視實驗結果給了甚麼訊息，從這些訊息再思考下一步要怎麼做，需要再處理哪些變因。教師窄化科學教育目標僅是概念的學習，甚至認為目標是概念語詞與現象之間的解說。例如，鹽巴在水中溶解的現象稱為溶解，筷子在杯中看起來折斷的現象稱作折射，亦即概念學習的目標僅到知道概念名稱，對於概念理解，概念的應用完全忽略。這樣的教學看不斷探究學習，也看不到能力的培養。

- 教師誤解概念的建構教學：

為了達到概念建構教學目標，教師規畫讓學生動手做實驗、討論或蒐集資料，但這些活動目的經常不是為了探究學習，而是由學生找出或驗證預設的答案。為什麼沒有探究內涵，因為教師拋出問題後，學生做實驗或蒐集資料，只是為了印證預設的答案，找到答案的路常常是唯一，缺少學生多元想法與嘗試。只是他，持的建構是理念：答案不能由教師口中說出。例如在燃燒單元的教學，教師請孩子回去蒐集資料，為什麼水是在蠟燭熄滅的時候，才會湧入杯子裡，而不是在過程中陸陸續續湧入的，請孩子去查，是不是蠟燭在燃燒的時候，它有產生什麼氣體、、、學生的想法未必式產生氣體，教師要學生查資料，主要的原因：希望由學生說出來產生的氣體是CO<sub>2</sub>。

- 誤解探究教學目標在於獲得細碎的概念或語詞定義：

由於台灣長期的升學考試文化，以認知概念為主的紙筆測驗型態，影響教材編輯與教學內涵偏向認知概念的學習，學生在國中小階段，技能、態度、思考的歷練很少。更大的問題是有些教師誤以為概念語詞的的界定，例如下操作型定義就是概念學習。把探究教學的目標設定在細碎概念學習，或者是科學名詞界定。例如，探究植物的構造演變成區別地瓜和馬鈴薯是屬植物的根莖葉哪個部位？學習溶解概念是在認識鹽和麵粉哪一種會溶於水，哪一個是真溶液？探究教學是培養學生探究技能、探究態度，歷練學生產生知識的歷程，所以它常常是對於某個議題或問題的釐清，是概念的深化的歷程，但絕對不是科學概念

語詞界定的活動。因此，教師不要預期學生會因為一次的探究活動就「懂得」溶解如何界定，清楚甚麼是溶解、甚麼是融化。經由探究歷程學生會看到很多不同的角度來看事情，關於溶解現象他會有一些發現，也還會有一些問題。當然，對於溶解概念也一定會有進一步的認識。但是，不是在一次探究活動，它就完全抓住這個概念的意涵。概念的發展是一種廣度、深度不斷持續的延伸歷程。再者，不是每個概念的學習都要經由探究歷程，閱讀、聽課、生活經歷、、、都是發展概念廣度與深度的方式。探究教學方式應和大概概念的學習整合一起。

- 科學語詞界定打斷探究教學：

探究教學需要引出學生的觀點，當教師放開學生討論提出意見時，常常碰到學生對於科學概念語詞模糊的問題，例如，要學生提出生活中有關溶解現象的經驗，學生會提到冰受熱變成水。這時教師常會把問題轉向甚麼是溶解、甚麼是融化的語詞界定，原有的討論脈絡被中斷。另外，教師會認為這些語詞不要從教師的口中說出，但是因為學生對於這些語詞的內涵、界定不清楚，討論情境就會演變成猜謎，猜教師的答案，探究的說理論述反而不見了。科學語詞甚麼時候出現沒有一定的方式，也未必不能有教師口中說出。關鍵是學生的探究歷程與經驗在哪個階段與層次。例如，在溶解單元的教學，教師藉由提問引出學生的觀點，我們能看得到學生對溶解的概念，有哪些經驗，有怎樣的想法...因為學生的觀點是多元的，你不能用一個想法來含概全部的學生。學生觀點有差異，但是他們都認為它叫做溶解，有一些學生把融化和溶解混為一談，不一樣的語詞，其實對他而言概念是一樣的。當這些觀點與現象提出，教師可以介入提出科學家如何界定這些語詞，再讓學生用這個界定來檢視哪些現象符合，那些現象不符合。

- 尋找答案與探究的些微差別：

探究教學的氛圍，教師要引導學生看自己和別人的不同，例如觀察到的差異、觀點的差異、作法的差異。從差異進一步引導學生思考：想問的問題是甚麼。在師生互動歷程教師常常不自覺自己心中有預設的標準答案。例如，學生做了實驗或觀察後，教師以「表決」的方式來決定。表面看來，教師似乎沒有標準答案，以多數人的答案為標準，其實在討論過程中，教師心中已經知道哪一個答案是多數。探究是找到合理、根據的答案，是在澄清解除自己心中的疑惑。用多數表決造成另外一種權威，更是與探究氛圍背道而馳。再者，表決就是有「對和錯」，探究是鼓勵對主題深入的理解，對於主題疑惑的澄清，未必有「對和錯」。

- 找資料的誤解：

找資料、查文獻是學習歷程必要的能力，也是探究教學必要的內容。但是一般教學讓學生找資料是為了找答案。探究歷程常常是解決問題的歷程，但探究並不一定要找到答案，也未必是解決問題，而是對探究主題(議題)進一步的認識與理解，是澄清心中疑惑與質疑。因此在探究學習歷程，找資料常常不是為了找答案，尤其不是找教師預設的答案。就像科學家作研究一般，探究性的

問題經常不會恰好有標準答案，找來的資料是要分析，它對於探究的問題提供甚麼訊息。以這樣的態度來蒐集資料，處理找來的資料，才能落實探究教學的精神。

- 學生的筆記不是寫教師說甚麼，而是寫自己在想甚麼：

教師常會要求學生寫筆記，寫下今天教師教的內容，作為複習或檢驗學生學習成果的一種方式。所以教師會下的指令是：寫下你今天學到甚麼？探究教學鼓勵學生提問，鼓勵學生表達想法，因此，「筆記」更重要的是寫下：我今天有什麼想法改變，有什麼新鮮的想法出來，我今天問了一個什麼問題，覺得很值得繼續去探討，我今天學到這個，還有什麼不知道的，還有什麼可以探究的，我還想知道的、、、

- 遺漏「作假設」的活動：

82年的自然科課程理念採解決問題模式的教學，從發現問題、問題澄清、確定問題、、、這個教學模式，實驗假設隱含在「確定問題」與擬定「解決問題策略」的活動項目中，因為沒有凸顯「實驗假設」的項目，逐漸在自然領域的教學中被教師忽略。引導學生了解實驗假設、提出實驗假設，是探究教學中教師需要關注的要項。大多數學生缺少作實驗假設的經驗，教師需要示範，讓學生練習用「假如、、、會、、、」「如果改變、、、則會發生、、、」語句來把自己的觀點，這些是可以協助學生歷練作假設的方式。

## 2. 教師專業努力要項：

- 看到學生的思考與脈絡：

探究教學重要的是學生的想法觀點要出得來，但在探究初期，學生對於主題還不熟稔、相關概念也模糊情況下，往往不無法清楚表達心中的想法，教師要能「看到」學生的觀點，看到學生的思考，看到學生的假設，這樣才能了解學生的思考脈絡。接著教師進一步協助學生看到他自己的觀點、自己的假設，自己的思考。如何看到學生思考？教師敏銳的觀察能力當然是重要。傾聽學生的想法，尊重學生的觀點，讓學生多說一些，是探究教學的重點，也是教師的一種探究教學專業素養。

- 不只讓學生聽到，還要看到：

教師帶領全班討論時，或者各組發表意見時，教師常會忽略將學生的觀點寫在黑板上讓其他的學生不只聽到，而且看到。當學生對於相關概念還不熟悉，注意力與對問題差異性的敏感度往往比較弱，因此聽到不同的觀點常常不能和自己的觀點連結作比較。當沒有引起差異性時，學生心中不會產生疑惑或問題，眼睛的看比耳朵更能引發思考，不能看到同儕彼此差異性，討論不會多元深入，也就引不起探究性的討論。再者，讓學生看到不同意見，對於培養學生傾聽習慣，專注力，也是正面效果。當然，有時候教師為了課堂進度，可以找不同的方法，善用媒體工具，例如，學生先寫在小白板或紙上，利用投射機投射在螢幕上，則可以省下書寫黑板時間。

- 「為什麼、、、」的問題：

教師要求學生提問，學生的問題類型大多是以「為什麼、、、」，探究教學歷程，教師需要引導學生提問他類型的問題，例如，假如、、、會怎樣？假如改變這個，會發生甚麼事？「為什麼」的問題隱含的下一句是：因為、、、是找一個答案，當找到答案思考變停止。這是教師實施探究教學關鍵的障礙之一。隱藏在教師心中的教學目標是概念的解說。教師的課堂也常常問學生「為什麼、、、」「為什麼」的問題是找一個解釋，引不出學生多元、創意的思考以及主動探究的態度。這樣的課堂，無法活絡學生的思考，無法涵養主動思考的習慣。因為這樣的課堂氛圍是找一個預設、已知和標準的解答。

- 引導式探究教學模式教師經驗最缺乏：

探究教學的類型：開放式(open inquiry)、引導式(guided inquiry)、結構式(structure inquiry)。多數教師認為探究教學僅有開放式。從察覺問題、形成假設、規畫實驗、蒐集資料、結論都是學生要自主。造成教師對探究教學有以下誤解；既然是開放，教學要隨著課堂上師生互動來決定下一步如何進行，那麼教師要如何準備？教師只要引發話題，甚至話題也可以來自學生，那麼我的課堂進度怎麼辦？家長不會同意。以目前台灣學生的探究學習經驗，完全開放的機會不多，學生大多需要教師引導。引導式探究教學，學生的觀點與思考是重點。教師要帶領學生面對問題時如何思考，如何澄清，如何看到自己和別人差異。教師有時要做示範，示範如何提題、如何做假設、如何面對問題、如何形成策略、如何思考。在完整的探究過程，有些時候教師帶領一部分，一部分放給學生，例如，問題由教師提出，但是形成假設放給學生。例如，實驗步驟方法，教師給一些，讓學生想一些。這些策略交互運用，是引導式探究教學模式的重點，也是目前台灣教師缺少的經驗。

- 「開放與收斂」交互運用，延續學生的探究動力：

探究教學歷程師生互動的節奏需要起伏變化，「收與放」的交互作用歷程，營造過程中有驚喜，讓學生眼睛為之一亮。例如，在「薯條防腐」單元教學，學生提出17個變因，如果每個變因都討論，幾個變因討論後學生的興趣就會下降低落。如果教師認為17個變因多有探討必要，還是需要有階段的處理。另外，這些變因的討論是學生就已有的經驗推論或想像提出，這些論述內容通常會比較表面與淺顯未能深入，常常會出現缺少證據和理性的描述，內容彼此間的關聯通常也不足，因此不宜在一開始就用很多時間討論，容易變成漫談，缺少科學性對話語言與態度。「開放學生擴散思考多元做法」與「教師引導聚焦討論」兩者交替運用，創造課堂學習高昂的動力。

- 教師的回應營造探究氛圍：

在燈泡亮不亮案例教學中，有一組學生，試了多種不同線路接法，還是沒讓燈泡亮起來，教師給了這樣的回應：「它都不亮，不理你，能不能告訴我你的方法？要把那個過程說出來，知道它為什麼不亮，也是一種方法、、、你就是繼續跟這個東西奮鬥。」探究學習不是只為了找答案，重點也不純然是「對

與不對」，而是有甚麼想法、做了哪些嘗試、看到甚麼現象。「沒有看到預設的現象也是一種發現」，教師一以一種感性的語氣鼓勵學生，「它不理你、、、你繼續跟這個東西奮鬥」科學家的發現，不也是一連串的不理你、、、和奮鬥歷程的經驗累積而成的嗎？

- 播種學生「問題覺察」與「提問」的能力：

提問是一般教師在課堂上常會要求學生的作法，教師也會透過問題引導學生思考，但是把心中的模糊觀點、疑惑或者好奇轉成問題，這是需要訓練。提出問題、提出好問題、問對問題，這是能力也是習慣。學生需要課堂上不斷演練。傾聽學生的說法，了解學生思考的脈絡，幫助學生轉換想法、觀點成為問題。教師營造情境讓學生多談一點，從學生談的內容，抓到時機協助學生將模糊想法經驗轉換問題。如此的課堂歷練學生才能到怎麼問對問題。再者，教師要讓學生看得到各類型問題，比較其差異，透果比較逐漸認識甚麼是好問題。

- 從一個大問題轉換為探究小子題：

探究重視的是學生的想法，當教師提出一個大問題時，會引發學生不同想法，教師需要培養一種素養，協助從學生的想法轉換成一個假設，這個假設可以進行一個小型探究。教師再整合學生的各種向度的探究結果，釐清原來提出的大問題。在這過程中學生也練習如何從大問題解析到小問題，如何由問題轉換成假設，如何從各種小問題探究結果，整合成對大問題的瞭解。在一般的科學教學課堂中，教師很少帶領學生作假設，行程可探究的小問題。引導式探究學習，教師需要幫助學生搭階梯或鷹架。而假設是在探究學歷成重要的一項練習。學生的想法，尊重他，把它變成假設，對他的思維、對他的學習探究很有幫助。

#### 四、探究式教學內涵與實踐：

經由研究者與教師合作研發探究教學、教學案例討論，以及探究教學關鍵要項分析，本研究提出下文對「探究式教學內涵與教學實施歷程」的觀點，作為發展教學案例的參考架構。（研發之系列教學教學案例，如附件一）

##### （一）「探究」心路歷程之解析

###### 1. 探究行動要先有個「目標」

一個人要進行探究活動，先得在心中有「問題」，而且，這個「問題」最好由當事人自己去察覺、去發生。

- 「問題」源自於察覺「理想」與「現實」間的落差。

一個人處於某情境及情境脈絡上的一刻中，自有他在那個時空上最關注的「

事件」。他所見的「事件」若與他心中所懷有的「理想」不同，就會興起批判性的思考，因而產生了「問題」。所以「問題」的產生須有一些條件：「所感受的面向正是此人當時最關注的」、「此人對此事件有舊經驗，或對它原

先就有一些想法」、「此人對此事件有所詮釋或瞭解」、「此人對此事件具有熱忱、期待」、「此人對此事件如何去處理具有自信，敢於作比較後提出其落差」、…。

- 負向的陳述可能更能把「察覺問題」的困難凸顯出來；例如有人面對某些現象的發生渾然不覺有什麼不妥（問題）、例如某人所興趣關注的面向與正欲進行的學習或行為脈絡無關、例如某人對這方面的事例意興闌珊很輕易地把「問題」滑落掉、例如某人對此類現象缺乏經驗無法去詮釋或瞭解，甚或對事件沒有產生什麼感覺、…這些原因都會抑制或化除掉「問題」的產生。
- 需對「察覺問題」的心理運作機制有所認識，才能在「教學」時對學生做適當的協助來使他擁有「問題」；例如提供適當的場地（有缺陷、不完美的情境）、提出關鍵性問話來激發應關注面向的問題、提供先備經驗使他容易進入狀況、提供鼓勵…。

當然，若以上的辦法都無法成功，有時，教師會索性直接「提供問題」！

## 2. 探究行動要有「動機」

每一個人都很忙，除非這個「問題」使此人感覺很重要，且如影隨形地纏繞著他，成為他必須釐清或解決的第一要務：

- 它很重要很有趣：  
有了「問題」，若未能意識到問題的重要性、或問題可能有什麼玄妙未知的發展性，那麼，人們就會像「貓的好奇」一般，只會具有半分鐘的熱度，即行把「問題」丟棄。
- 舍我其誰：  
有了「問題」，若覺得「另有能人」可支撐，或覺得「事不關己」，於是就會在半秒鐘內把「問題」丟棄。  
所以，要承接一個「問題」，除了感到有解決問題的必要性之外，還要有「責無旁貸」的認識。

## 3. 所有的行動都要有「起頭」

由「察覺到問題和很想去探究個究竟」這樣的內心思維到實際「挽起袖子著手來處理問題」，即由「坐而思，到起而行」這之間是「探究活動」最關鍵的部份；絕大部分的玄妙「主意」都是越不過此一關鍵而夭折，為什麼呢？

- 避免一開始就在價值上被篩洗掉了：  
人們會在第一時間內評估一下自己擁有的資源（時間、經驗、…），以及處理問題之後可能獲得的好處，因此，只有少數的「主意」或「問題」會引起行動被務實的去處理，或沉澱在心中伺機想再加以處理，大半的問題（或「主意」或「困難」）被選擇放棄、備查、擱置或冷處理。
- 儘速營建一個前進橋頭堡：

要及時的草擬一個具體目標、一個行動方向、一些假設及畫出一個願景。

「草擬」的動作是為了不讓某個「主意」不致於「即興即滅」！最好的方法就是撥出一段時間，把「主意」記下來，並且，督促自己（或教師協助）把事情進行到「實際從事探究活動」的地步。

●養成動手的習慣：

在技術上，因為條件不足，無法跨越「起而行」的門檻。

其實，幾乎所有的「問題」要去處理及解決之初，都是「條件不足」的。因為「探究」工作是發展性的，帶有許多未知性，不是「按計畫逐步實施」的那種樣子！所以，我們所指的「條件不足」是指「能力」部分（不是指經費、設備）；例如沒有動手力行的習慣，沒有把相關因素湊合起來評估及安排規劃的能力……

4. 幼苗總是需要「支架」的

●苗圃作用：

只要探究活動一開動，大半都會使當事人感覺「事情並不如預期的那麼一回事」、「實況遠比想像中的複雜」、…這個階段叫「草創期」，若有同儕或有經驗的人來支持，會讓當事人感到安心（可是，也有可能產生依賴或受約束的心理，因而犧牲掉一些創意、想像、自主…），就像小苗需要支架一般（但不是盆栽用鐵絲硬拗的那個樣子！），當事人在草創期很需要一些同儕的建議、諮商。

●行動策略是發展出來的：

另外，每個人得依據自己的感受（這其中有很多是人的個別因素滲於其間），隨時調整原先的「構想」，甚或再度修飾「問題」、確定「問題」的屬性。這種調整的動作，在草創期可能會很大而且頻繁。其實這種「調整」會在整個探究活動中一再的發生的，只是，活動進行下去，會使「事態」愈來愈清楚、愈穩定，而調整的動作才會少下來。

5. 不斷有「驚喜」使旅客不想終止！

●人們雖然因為擁有了「問題」和「動機」而開始作「探究活動」，可是，這就如同「劃了一根火柴」而已，要使燃燒得以持續下去或發揚光大，則需要不斷地提供氧氣（鼓勵）和燃料（發展出來的新問題）。

●不斷地開拓空間：

所有的「探究活動」都會終止或暫告一段落！我們希望「教學」所帶動的探究活動是發展性的、開拓性的，意思是愈探究發現的「問題」愈多愈深入，而它的活動停下來是「暫告一段落」，不是終止。怎麼做到的呢？這要使「探究」是一種「由行動中發現問題」的活動（套用現代的話語，是一種「行動研究」的能力）。

●一直會有意外的發現和斬獲：

他的成品或發現需要提供發表的機會，至少要有有人欣賞。

「探究式教學」的成敗最關鍵在於教師能否繼續地支助學生們「問題」（開



拓探究的空間)和「信心」。因此在學生的「知性之旅」中，教師扮演的不僅是「導遊」更是「知音」(可共享發現的樂趣)。

#### 6. 「分享」可增進更多的見聞

人要能「與人分享」是有條件的；「參與者」本身要是一個創造者、生產者，也是個行家。

- 他不僅瞭解「問題」，並且知道還有很多更深刻、更廣大的「問題」有待探究。他相信資源(問題、答案、知識、能力)是開發出來的、是豐盛的，所以他就不會吝嗇。因為他相信自己是「問題」及「答案」(「知識」)的生產者，不是搜集者。
- 人們需要透過「發表」，才能統整自己的思緒，釐清自己的概念。
- 他是實地承擔問題、處理問題、解決問題的人，透過實務的操作，才能體會到工作過程中的種種辛勞和技巧，才不會輕賤別人的成品，真正體認到工作成果的價值。因為他有自己切身的經驗可提供，這就使他獲得自信。唯有自信的人才能夠侃侃而談自己的作品，也才能欣賞別人的成就，才能接納或與人開明的討論知識。
- 「能鑑賞別人的成就，並藉此廣增自己的見聞」它本身就是一種學習方式。能以享用知識的態度來進行同儕間的討論、比較(不是基於競爭、比鬥)，其學習效益最高，故帶動「分享」也是一種教學法。

#### 7. 「成就感」是激發成長的荷爾蒙

- 「探究」是一種認知上的探險活動；蝸牛放膽伸出它的頭，到處搜尋就是為了食物。人們願意去「探究」事情的始末和原因，是為了消除去心中的困惑或不安。若是我們的「探究」能有一些「成果」出來，雖然仍舊無法解決掉所有的困惑，至少獲得少許的「寸進」！
- 教師最高的智慧就是在看得見學生「寸進」的部份，並因此肯定(相信)他有爬行千里的潛能(可能)。

#### (二)探究式教學歷程與教學策略：

「學習」是一種「探究性」的認知心理活動。而「學習」又發生在當事人的內心。懂不懂、悟不悟是「如人飲水，冷暖自知」的事，是自己的事。因此，「自願、自主、自動」是「學習」能不能成功最關鍵的部份。

第一階段：觀察情境、察覺問題：

- 這是增闊視野或深化思維的活動，教師藉此開拓出更深廣的學習空間。在此階段初步提出的「問題」並不是正要去做的「主題」。它有點像「老虎吃天」(不知怎麼咬第一口!)的第一口，讓「探究」有個起點！所以切忌一開始就「鎖定」它就是主題。藉助這個「第一口」，利用自由的、自然的思維，作相關的聯想(平行思考)及/或因果的推想(縱深思維)，可以使我們一窺「這類」問題的堂奧。若是此一階段工作成功，會使人有一種「大開眼界」，或發現相關問題及資料多得不得了(一發而不可收拾!)的感覺。

這階段的工作有幾項功能：①對「大主題」有一個輪廓似的瞭解，可鳥瞰這類問題；②對某個「小問題」而言，比較能瞭解該問題的屬性、代表性、輕重，便於著手規劃（所謂「大處著眼、小處著手」之謂也！）。

●這階段的教學有幾個目標（或好處）：

例如：大家自由的發表舊經驗或新看法，使學生有參與感，樂於參加學習。

例如：提供開明的討論環境，容易激發批判性或充滿想像力的思考。

例如：大家各自從不同的面向或觀點來看一個「主題」，更容易去瞭解此一「主題」的意義及各屬性。在往後（第三階段）專注於某一「子問題」的探究活動時，更容易瞭解到自己負責的「子問題」在「主題」上的定位及「子問題」的意涵。這在第四階段（分享經驗整合成果）時，容易與其他「子問題」的研究作經驗交換的分享活動。

例如：體會若要澄清任何一個主題，其牽涉的範圍（廣度）和追究的層次（

深度）可很多，而我們小組僅只能對某一「子問題」作淺層的探究。這種「體會」使我們更容易瞭解科學的本質，也學習到如何「大處著眼，小處著手」的工夫。

●以下的教學策略，依「自願、自主、自動」的程度來排序①>②>③>...

①學生能自發性的提出問題，並且對該問題有亟欲「一探究竟」的意向。

②教師事先選定一個主題（例如課綱上的「次主題」），在課堂上引發自由的、散漫的討論（運用批評性或想像性的思考），大家可依自己的興趣、引用舊經驗，提出各面向各式樣的問題（或見聞）。

③由學生各自就該「主題」提出一則（或數則）問題（或見聞）。

④由學生組成小組，就該「主題」提出一則（或數則）問題（或見聞）。

⑤由教師提出一批問題，要求學生（小組）認領一個問題。

⑥由教師提出問題（應是由一系列的「小問題」所組成）供學生研討。

⑦陳述情境（意思是：什麼「問題」都沒有），並藉此界定今天要探討的題目。

第二階段：引導討論，確定問題：

●在廣闊的「大主題」下，你會發現問題博雜、資料紊亂且虛實雜處。但是，這些廣闊的資料卻也啟發了你將它「條理化」及揚棄糟粕的動機。

●這階段的工作在於梳理思緒；

例如：可以把把紛雜的一堆問題，依關注的面向（aspect）和屬性分類。

例如：把情緒性的、好惡性的、選擇性的、浮表的「問題」，轉換成可對因果的、可證實的、可探究的「問題」。此一經驗可以使學生體會到怎麼去提出問題、怎麼去掌握關鍵性的要點。

例如：學習把正欲探究的「問題」、它可能的結果（假設）、要怎麼做（內容）

、做到什麼程度（範圍）都約略設想一下。

- 以下的教學策略，依「自願、自主、自動」的程度來排序①>②>③>…
  - ①藉全體的討論、把一堆問題作整理及分類，發現即使只有一個「主題」，若要清楚的瞭解它，由於觀測的面向不同，探討的層次不同，產生出來的「問題」也不同。
  - ②由教師選擇及決定要探討的面向和屬性的問題，再就此小範圍提出要探究的「子問題」。
  - ③教師提供「子問題」，大家一起來探討。並決定各小組應承擔的「子問題」（各小組間彼此的「子問題」是不同的）。
  - ④教師提供問題，並說明「問題」的性質、假設（可能的答案）、做法。

#### 第三階段：分工合作進行探究

- 挑定一個「子問題」！
 

「任溺水三千，我只取一勺飲」，如何就那麼多「子問題」中，你得研判問題的輕重（具代表性？關鍵性？可行性？），並決心去探究它（「抉擇」是一種心理能力，每次都做最佳的「抉擇」，我們稱「智慧高」！）。
  - 此階段是學習「如何就一個子問題，暫時性的界定它的屬性、可能的答案、探究的方法和策略，並進行蒐集資料、設計裝置、規劃實務工作…」。
- 此階段實際上在歷練「大膽假設，小心求證」的工夫：
- 也就是實地去規劃、執行探究工作。在此階段可體驗「科學過程技能」（即「探究的心路歷程」）、可學習如何與人分工合作、可學習如何作歸納、研判和提出自己的想法、可培養負責與自信、可學習到如何應變、可學習到一些經驗知識，不過，這些「學習」將會隨著「自主的程度」不同而逐項削減。
- 以下的教學策略，依「自願、自主、自動」的程度來排序①>②>③>…
    - ①由學生（或小組）自主性的去規劃及執行探究活動（教師擔任顧問、參謀及評鑑者），可能需要的設備、資料、困難…均由學生去發覺及設法解決。
    - ②教師設計好整個探究的流程（內容、方法），但學生得自行設法去執行，所得的資料也要由學生整理研判。
    - ③教師設計要探究流程、應填具的資料表格、資料可能會顯示的結論（用「問題」來提示），學生可依表操作。
    - ④教師事先就把整個實驗（或正欲探究的「問題」）應怎麼做，相關的資料也搜集完備，整理成講義，並講解清楚。可能於講授之後，帶學生到實驗室去操作一番。
    - ⑤講解乙份條理井然，說理清楚的論文（或講義），也即提供完備的答案。

#### 第四階段：分享經驗整合成果

- 這是一種「學習」能力的養成；一種隨時興起問題、隨時追求答案的思維習慣。所以是一種純粹求知的活動（不是辯論、不是在求輸贏、不是在炫

耀)。

- 這個階段的活動主要在「發表自己的心得」、「聆聽及鑑賞別人的成就」、「培養能由與人討論、比較等活動中增長自己的見聞」，所以是一種「經驗分享」的活動。這階段能獲得的學習很多；

例如：為了要「發表」，得先統整自己的思緒，因此很容易體會到自己懂不懂、評估結果的可信度…。

例如：由於所發表的都是自己親身做過的(算是「獨家的」)，可養成負責、自信的態度。

例如：因為在第一階段「觀察情境、察覺問題」時，對「主題」有一概括的認識，雖然自己因為「一個時間只能做一件事」而只研討一個「子問題」，但是別人的報告(別的子問題研究)正可以補充自己的不足。所以，容易使自己處在一種「自信」而又「能欣賞別人的成就」的心態。如此才能藉由「發表會」上的討論，增廣自己的見聞。

不過，這些可學習的項目，都會因為「自主的程度」高低，而會喪失或效益遞減。

- 以下的教學策略，依「自願、自主、自動」的程度來排序①>②>③>…
  - ① 教師提供一個自由開放的研討氣氛，引導學生作「學術性的討論」。教師可對每組的報告，提出批判及建議。教師可於研討會的終結時，統整各小組的探究結果，釐出對整個「主題」的研究進展狀況。
  - ② 各自提出報告，教師講評。
  - ③ 各自提出書面報告，教師批閱。
  - ④ 若是前面各階段都已單一化了，則此階段的教學即不可能存在。

#### 第五階段：綜合評鑑推廣應用

- 這個階段是在「評估學習效益」；

學習到的知識、技能在內化之後會發揮什麼功能？  
就如同服了藥、或吃了什麼食物之後，看看身體的反應怎麼樣？  
評量工作未必要在最後階段才來做！也未必該應用什麼形式來做！
- 推想：我們在這個階段應該做什麼？怎麼做？

例如：期望學生在這個活動裡學習到「什麼」，這個「什麼」就是評量的內容。

「自信」、「想去學習的士氣」、「統整能力」、「能與人分工合作」、「知道及理解某些概念、知識、技術」、「能作創意的應用」、「能提出適切的問題」、「能作條理的陳述」、「對此主題有更開闊的認識，更切實的瞭解」、…。

例如：我們期望學生的「學習」終止在什麼狀態？

是終點？或是暫告一段落？或欲罷不能、想繼續發展下去？

例如：對「教學」的期望是什麼，就會決定採用什麼評量的內容和方式。基本上，「評量如何進行」可以顯示教師的教育理念、教學態度及教學目標，也會深深地影響學生下一步的學習態度，決定自己應何去何從。

●以下的教學策略，依「自願、自主、自動」的程度來排序①>②>③>...

①教師鼓勵學生提出創意應用的計劃，或提出改進的建議、或提出可進一步探究的問題、...

②教師提出相關的問題，供學生依探究活動的心得來回答。

③教師提出系列的問題，用來考核或協助統整學生的心得。

④教師提出系列的問題，供學生練習。