

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CO₂。

● 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