

科學課堂之探究式教學實踐之關鍵因素探討

黃茂在

國家教育研究院副研究員

摘要

根據Hurd, P.D., Bybee, R. W., Kahie, J. B., & Yager, R. E. (1980)的研究指出，大部分的教師並不使用探究式教學。當教師提出探究式教學「進度太慢」、「學生能力不足」、「教材資源不足」…等理由時，我們不能將問題簡化為教師不積極或專業不足。這些理由背後「真相」？教師實踐探究式教學的關鍵因素是甚麼？

藉由分析課堂教學實錄，本研究發現這些「真相」有的教師對探究式教學的誤解：將細碎的概念、科學概念的界定，設為探究式教學目標。有的是教師的信念：科學的學習乃是獲得一個正確的答案。有的是學生學習習性的問題：例如，「筆記」是寫下教師的解說與答案，而不是寫下自己想知道、問題或發現，找資料是找到答案，而不是幫助澄清問題。藉由文獻探討，本文以1.「觀察情境、察覺問題」、2.「引導討論，確定問題」、3.「分工合作進行探究」、4.分享經驗整合成果5.「綜合評鑑推廣應用」作為分析架構，以「教師如何引導學生能自願、自主、自動的學習」為分析主要理念。藉此分析結果，本文提出實施探究式教學實施之關鍵因素。例如，如何多聽學生的聲音，「看到」學生的思考脈絡。如何掌握教學的節奏，「收與放」的步調？如何拿捏「學生的自主」與「需要的協助」？

關鍵字：探究式教學、自主學習、教學案例

A study of the critical factors to implement inquiry-based science classroom teaching.

Abstract

According to the research of Hurd and Yager (1980), most of teachers don't use inquiry-based teaching. Why? We can't just simplify the problem to not active attitude and lack of expertise. When teachers pointed out those reasons, "we can't achieve our goal on time", "the ability of students is insufficient", "lack of teaching material resources", what is the "truth" behind these reasons? What are the critical factors that influence teachers to implement inquiry-based teaching?

By analyzing the videos of teaching in class, our research found out that parts of these "truth" are the misunderstanding of inquiry-based teaching: set those trivial conceptions, and definitions of scientific conceptions to be the goal of inquiry-based teaching. Other parts are the belief of teachers: Scientific learning is to get a right answer. Parts of them are the problems of habits of student learning: for example, "note" is to write down teachers' explanations and answers, not those questions, discoveries, and we want to know. Searching for data is to find out the answer compared to clarify the question. By the discussion of the documents, the analytic structure this essay is based on 1.Observing situations, noticing questions, 2.guiding discussions, making sure of questions, 3.to do inquiry by cooperation, 4.share the experiences of integrated consequences, 5.to synthesize assessments and promote applications. The main analytic idea is based on "how teachers to guide students who would be voluntary, independent, automatic to learn." According to these results, this essay points out the critical factors of implementing inquiry-based teaching. For example, how to listen to students, "see" the thread of thought of students. How to control the temple of teaching, make sure students can absorb it. How to balance between "independence of students" and "the needs of help"?

Keywords: inquiry-based teaching, autonomous Learning, teaching cases

壹、前言

「學習」是在走一趟認知之旅！是一種「探究性」的心理活動。

「教學」則是一種「促進學生學習的活動」。

那麼，在「教學」之前附加上「探究式」的限制詞，顯然是一種「多此一舉」的贅語！因為，「教學」若不是在帶領學生進行探究的活動，那麼它是幹什麼的！「贅語？」，不然，因為有太多的教學活動背離了這個基礎，也就是說「活動」有一種「離根」的現象。這類教學之下學生所能獲得的學習效益必然極差，即使學生多知道了一些典故故事或學術術語，也大半都只是記憶一些浮面的「語詞」，並未能因此增進他的智能。怎麼印證這種不友善的批評呢？我們發現很多學生很容易忘記這些知識，或是，即使記住了也不能運用這些知識來解決問題，若是發生了這種現象就知道這類的「學習」是相當表面的，並未能在其內心形成「概念」（即是將所學的資訊融納及深植入他的「知識認知體系」中）！簡明的說：就像人吃下去的食物未能消化、未能化成營養滋補自己的身體！

「學習」發生在當事人的內心，是自己的事。因此「自願、自主、自動的投注」是最關鍵的部分。「動機理論」是一帖藥方；它告訴教師「動機」的重要性、分析出形成「動機」的重要因素（如「需求」、如「相信自己有能力、有機會去達成」）。但是，它僅只是對於引發出企圖心（想要去進行探究）有幫助，可為實際行動立下一個好的起頭。其實，一個探究活動；始自「能警覺某一現象之古怪神奇」、「能感覺到故事裡的漏洞百出」、「能一針見血地專注到關鍵性的要點」、「能興起不能自止的探索念頭」、「能挽起袖子實地的去進行探究活動」…需要一連串的「能」才可能成功的完成此一活動！

怎麼去引發問題、怎麼去推波助瀾的加強動機、怎麼去導引學生提出行動策略、怎麼使學生產生「懂得了、證明到了」這種內心融通的感覺、怎麼使學生興起要去印證、要去應用的念頭、…，教師若能在每一關鍵處適時的提出一些助力來使學生順利的進行這趟認知上的「探究之旅」，我想這就是一種相當專業的教學技能。

從營造情境讓學生從中察覺問題開始，經由調查研究，到最後澄清問題，每個階段教師常常存在這盲點而不自知。本研究透過實際教學案例分析，探討於教學過程中，教師常犯的誤解或理念問題，藉此提出實施探究教學時的關鍵因素。

貳、研究目的

- 一、瞭解教師實施探究式教學的問題。
- 二、分析探究式教學實踐之關鍵因素。

參、文獻探討

一、探究是甚麼？

探究有很多意思，對不同的研究者，不同的教育家，界定內涵不全一致。有些教師認為，探究就是放手讓好奇的學生跟著自己的方向去尋求知識或意義。另一些教師覺得探究是實驗和研究，或是實驗的開端。更有些教師認為探究就是一種學習的方法，是一種課程安排的方法，例如，Short, Harste & Burke (1996) 相信後者的看法，探究課程並非學校裡某些時段所發生的事情。它更不是一個利用主題來統整課程的妙計。也不是完成一個科學實驗的單元可以教出來的技能。探究課程是一種思維，一種完整的教育觀。探究就是教育；教育就是探究。探究比解決問題涵蓋的更多。解決問題是探尋到一個正確的答案；探究則是意涵揭開議題的複雜性時會得到的另類的想法。難題不是我們要避免的，反而是探究的機會。依據楊思偉（2000）的定義：以日常生活中產生的問題或某一主題為對象，由教師激發學生的好奇心及觀察力，鼓勵學生主動探究和發現問題，並積極運用所學知能，蒐集相關資訊，進而採用嚴謹、客觀、有系統的科學方法來探究學問，以發現新的事實、理論或法則，並提出研究報告。

Exploratorium (1998) 提出「探究學習」要像科學家做科學探究…好奇、疑惑、興趣、感動是探索的源頭。探索開始於學生注意到驚奇的、吸引的或能激發問題的事象。探索行動是持續性的觀察、提問、預測、試驗、結論、形成概念、理論或者模式 (model)。它的進展不太可能是線性的，而是不斷來回的歷程，是與大自然現象不斷의 交互作用，逐漸深入、理解…

NRC (1996) 提出「探究」是多面向的活動：觀察、提問、以所知概念及實驗資料檢視資訊書本，使用工具蒐集、分析、解釋資料，提出解答、解釋、預測並溝通所獲得結論。探究需提出假設、使用批判、邏輯思考、及溝通不同的觀點。

AAAS (1993) 提出「探究」比一般所知更複雜：例如，具有更廣泛、深入的歷程 (subtle and demanding process) 不是僅有仔細觀察然後加以組織，他更加有彈性，不是如教科書所提列的固定科學步驟，它不是單指作實驗，更不限定在實驗室。假如學生能做好探究學習…

珀爾斯（1991）認為探究的起點是「懷疑」（驚訝、疑惑、不安的感覺），探究的終點是疑惑消除（信念），探究的目的在於確認個人的觀點、建立信念。學習探究是一種動態、連續循環的歷程，每次的探究僅是得到初步的信念，對部分知識的理解。知識體系是一種動態的探究歷程，在進行歷程中，我們的腳下從來沒有踏到穩固不移的岩石，我們是在沼澤中行進，我們唯一能確定的是腳下的泥沼足以「暫時」支撐住我們，而這薄弱的基礎，使我們能一步一步向前行進。

從文獻中的詮釋，探究有以下共同重點：

- 1.探究是學習獲取知識的歷程與方法。
- 2.起因於對周遭世界的「懷疑」（驚訝、疑惑、不安的感覺）。懷疑則來自於察覺「理想」與「現實」之間的落差。探究歷程從懷疑、研究到澄清過程。
- 3.探究在於揭開「未知」、「疑惑」、「複雜性」的歷程，對主題有更深入的了解。所以是意義的獲得，並不必然是在於答案的獲得。
- 4.反覆「質疑」與「求證」的歷程。
- 5.探究包含多面向的活動與技能：觀察、提問、實驗、蒐集、分析、解釋資料，提出解答、解釋、預測…

二、探究教學模式

美國「探究與國家科學教育標準」National Research Council（2000）提到，課堂探究學習重要特徵，學習者被科學導向式問題所圍繞、學習者最先提出證據，這讓他們發展和評斷那些回答科學導向式問題的解釋、學習者從滿足科學導向式問題的證據來想出解釋、學習者從其他可能的解釋來評斷他們的解釋，特別是那些反映科學理解的、學習者交流及為他們提出的解釋辯護。

Alvarado, A.E. and Herr, P.R.（2003）對探究教學的策略是以日常生活的物體（objects）做為探究的「主題」。從觀察物體、察覺問題、引發探究的活動等均環繞在該物體上。

洪振方（2003）回顧探究教學的演進，並據以提出創造性探究模式，他認為探究教學的核心在於「探究」、「解釋」、「交流」、以及「評價」

杜威在思維術（How we think, 1933）一書中提出問題解決的演繹--歸納法模式，其主要的元素是：1.問題的確定與定義，2.假設的建立，3.資料的蒐集、組織、分析，4.結論的陳述，5.考驗假設，將假設予以證實、拒絕或修正。何林（Hering,1979）認為探究法所依據的假定就是：「杜威對於反省的思考所下的定義，構成了知識獲得和修正的基礎」（引自歐用生，課程與教學，1998）。

不同領域對探究教學雖略有差別，「發現式教學」、「問思教學」、「解決問題教學」、「價值澄清教學」其間略有差別，但也多強調學習者主動與反思的歷程。陳文典（2004）在推動九年一貫課程，整合「科學探究」與「問題解決」歷程的教學特徵，提出主題式教學的基本型態：1.觀察情境、察覺問題。2.引導討論，確定問題。3.分工合作進行探究。4.分享經驗整合成果。5.綜合評鑑推廣應用。本文以此作為科學探究式教學的基調，作為分析教學課堂的架構。

三、探究教學的核心理念

黃茂在，范信賢（2003）指出探究式教學的目標，是經驗的累積而非探究的結果；是學習的習性的養成，而非學習內容的傳達；是能力的涵養，而非僅是概念的理解。秉持這樣的理念，教師的角色是營造豐富的情境，促使學生在探究歷程，產生更多的連結，經歷更豐富的探究體驗。在學生實際的學習中，我們也發現，當教師將學習視為一種探究的歷程時，孩子們也會跟著打開他們的視野與心眼，發現生活世界中充滿著「？」、「！」與「…」，而不只是固定答案的「。」

Douglas Llewellyn（2002）對探究有以下的詮釋：探究是一種科學、藝術與心靈的想像（spirit of imagination）。探究是一種主動嘗試與摸索的歷程，在歷程中，會用到批判、邏輯推理與創造思考等思考技能，藉以察覺個人有興趣的問題。探究起於個人對觀察現象的疑惑與好奇，探究通常和以下歷程有關：形成待解決的問題、選擇一個行動方針並且進行探究、經由觀察與實驗蒐集數據，並由此下結論。Douglas Llewellyn（2002）依師生的參與程度，將課室內的科學學習活動分成四個層次類型（表一）

表一 探究教學活動的四個層次（學生自主性由左至右漸增）

	展示型 Demonstrations	活動型 Activity	教師引發型 Teacher-Initialed	學生引發型 Student-Initialed
提出問題 (Posing the Question)	教師	教師	教師	學生
研擬計畫 (Planning the Procedure)	教師	教師	學生	學生
闡述結果 (Formulating the Results)	教師	學生	學生	學生

John Barell（1998）在其以《PBL-an Inquiry Approach》一書中將探究分為三種類型，藉以引導教師逐漸熟練探究教學；1.教師主導的探究（Teacher-Directed Inquiry）2.教師學生共享的探究（Teacher-Student Shared Inquiry）3.學生主導的探究（Student -Directed Inquiry）。這和Douglas Llewellyn（2002）所提出的四種分類也

共同的理念。前者是循序漸進引導學生走入探究學習，後者是讓教師逐漸熟悉探究教學的理念及精髓掌握。

「學習」發生在當事人的內心，是自己的事。因此「自願、自主、自動的投注」是最關鍵的部分。「動機理論」是一帖藥方；它告訴教師「動機」的重要性、分析出形成「動機」的重要因素（如「需求」、如「相信自己有能力、有機會去達成」）。不論是察覺問題、目標的選擇、調查研究、資料的歸納、結論的評鑑，都是由「學習者」自主。探究的動機源自於探究者的疑惑或好奇，而探究能力的成長是探究者不斷使用知識、技能，思考而來。所以，在教學規劃，探究的問題如來自學習者則動機強。探究的歷程所須之技能（工具使用、資料蒐集…）及思考智能（預測、研判、推論…）的成長，也須經學習者不斷練習。儘管，在每次教學規劃，重點會不同（有時是練習假設預測；有時是研判資料）。但是，過程中活動的主體應回到學生，而主體的內涵是學生的想法與作法，須在活動中發生。

本文以「教師如何引導學生能自願、自主、自動的學習」為分析主要理念。檢視五個階段的教師如何引導學生自主性的學習，藉此提出探究教學實施關鍵因素。

肆、教學案例分析：

本案例背景資料如下：

年級：小六。學生數：33人。地點：自然科教室。座位安排：分成6小組。教學時間：120分鐘。單元名稱：燃燒與生鏽。

下文以「問題解決教學模式」的五個階段，逐步分析教師如何引導學生自主性的學習，藉此提出探究教學實施關鍵因素。

一、第一階段：觀察情境、察覺問題：

1. 教師希望學生探究的最少有兩個問題和相關概念：

- (1) 如何讓蠟燭繼續燃燒？（對流和氧氣能助燃）
- (2) 燃燒用了多少空氣？或怎麼知道只燃燒了氧氣？（空氣的成分中，氧氣佔有1/5）
- (3) 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？

2.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：

- (1) 蠟燭要有空氣才會燃燒
- (2) 空氣要能對流，蠟燭才會燃燒
- (3) 空氣中能幫助燃燒的只有氧氣
- (4) 空氣中氧氣的含量為1/5
- (5) 實驗過程水中產生的泡泡是空氣

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。

3.關心培養學生探究能力的教師可能會這麼想：

- (1) 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。
- (2) 至於空氣中氧氣成分和測量，假如學生沒有主動的提出來，我就留到以後教學時告知，反正這項知識在教科書中寫得夠清楚，不必做探究。
- (3) 教師採取第二種途徑，而且成功的帶出學生的想法，也改變了一些學生的想法。

4.在此階段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。

- (1) 在此階段初步提出的「問題」並不是正要去做的「主題」。它讓「探究」有個起點！所以切忌一開始就「鎖定」它就是主題。藉助自由的、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」）。
- (2) 從如何讓蠟燭繼續燃燒？本是一個可開展很多想法的議題，教師想要把重點轉到「對流」，聽到某個學生提出對流概念，教師過早「收傘」，致使學生討論的多元的想法並未展開，缺少了從大處著眼。

二、第二階段：引導討論，確定問題：

- 1.在廣闊的「大主題」下，你會發現問題的性質博雜、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。
 - (1) 可以把紛雜的一堆問題，依關注的面向（aspect）和屬性分類。
 - (2) 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」。
 - (3) 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。
- 2.在燃燒這個教學，「確定問題」、「形成假設」的活動被遺漏了。
 - (1) 學生拿高廣口瓶、吹氣等作為，其實是心中有假設--空氣（或者氧氣）可以幫助蠟燭繼續燃燒。由於教師漏掉確定問題活動，學生其實並不清楚自己在驗證的工作，只是認為自己在做實驗。
 - (2) 學生發現：在廣口瓶旁邊的水都跑進去廣口瓶了。接續的討論後，教師請學生測量水位的高度：

...我請你量這個高度跟這個，記不記得？我說這兩項數據很重要。請問哪一組有測量？S：沒有。

學生並不知道為何要測量水的高度，要驗證甚麼假設？沒有自己的假設，動機就不會強烈。

三、第三階段：分工合作進行探究

- 1.一位探索型的老師，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學生很好的探究源頭：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」，引導學生如何確認它的再現性（科學知識重要的特性）。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。也是教師課程轉化時關鍵的抉擇。
- 2.要求學生複製或重複典範的實驗，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，學生學到技能（skill），卻學不到思維，也就學不到探究。教師讓學生做一個簡單卻有深度啟發的實驗設計。實施探究式教學，培養學生探究能力，教師需適度作課程轉化。

四、第四階段：分享經驗整合成果

1. 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。

2. 蠟燭燃燒需要空氣，廣口瓶上端還有空氣，為何蠟燭會熄滅。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：

- (1) 聽不到的同學可以用看的，不必老師重複
- (2) 學生須練習把想法表達清楚，看得到的較容易修正
- (3) 可以同時做比對
- (4) 可以看到澄清和補充幫助學生看到思路和想法的改變
- (5) 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
- (6) 協助學生運用圖象思維的工具

3. 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：

(1) 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。

(2) 提供學生討論時可用的語言，例如：

- ① 大家都聽到嗎？（有人聽不到的話，由發言人再說，不必教師重複）
- ② 大家聽懂嗎？
- ③ 有問題要提出嗎？
- ④ 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）

五、第五階段：綜合評鑑推廣應用

1. 這個階段是在「評估學習效益」；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。

2.在討論後教師可以有兩個歸納方向：

(1) 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，氧氣在空氣中的成分比例等等，是一般教師都習慣強調的。一般教材設定的教學目標大多屬於驗證概念，不是探究假設，教師依循教材的流程，操作實驗活動後的結論也僅止於現象和概念的關聯。

(2) 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。

(3) 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。

伍、探究教學實踐關鍵因素（代結論）

一、教師誤解概念建構的教學：

為了達到概念建構教學目標，教師規劃讓學生動手做實驗、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。教師認為概念建構的理念：答案不能由教師口中說出。例如在燃燒單元的教學，一般教師請學生課後去蒐集資料；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？是不是蠟燭在燃燒的時候，它有產生什麼氣體…學生的想法未必是產生氣體，教師要學生查資料，主要的原因：希望由學生說出產生的氣體是CO₂。

二、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，教師經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，表決就會有「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」。

三、「找資料」是為了獲得資訊，不是找到作者的答案：

找資料、查文獻是學習歷程必要的能力，也是探究教學歷程重要的內容，但是學生找資料的概念或目的是要找答案，如果作者沒提供符合問題的答案，學生即回應沒找到資料。探究歷程經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，進而形成「自己」的主張，或是澄清心中疑惑與質疑。因此在探究學習歷程，找資料未必是為了找答案，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，需要哪些訊息才能架構出對議題的理解。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。

四、遺漏「作假設」的活動：

「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，因為沒有彰顯「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..」語句來表達自己的觀點，這些是可以協助學生歷練作假設的方式。

五、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。

六、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，討論就不會有多元、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。

參考文獻

- 洪振方（2003）。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄師大學報，15，641-662。
- 珀爾斯（1991）：探究與真理—珀爾斯探究理論的研究。朱建民著：臺灣學生書局印行（P.19 -36）。臺北市：臺灣學生。
- 陳文典（2004）。「主題式教學活動設計」。臺北：國立教育研究院籌備處。
- 黃茂在，范信賢（2002）。「生活課程」教學型態建構與其相關能力發展之研究-以主題觀察及主題探究教學方式發展國小生活課程之教學模組與評量基準。（91-MOE-S-081B-001-X3）
- 楊思偉（2000）。談基本能力與基本學力。研習資訊，17（6），16-24。
- 歐用生（1998）。課程與教學—概念、理論與實際。臺北：文景。
- American Association for the Advancement of Science.（1993）. Benchmarks for science literacy. Washington, DC:Author.
- Alvarado, A. E. & Herr, P. R.（2003）. Inquiry-based learning using everyday objects. Thousand Oaks, CA : Corwin Press.
- Dewey, J.（1933）. How we think. New York: Heath and Company.
- Douglas Llewellyn（2002）. Teaching High School Science Through Inquiry: A Case Study Approach, Corwin Press, A Joint Publication With the National Science Teachers Association
- Exploratorium（1998）. Inquiry descriptions. Retrieved 2/1/01 from the World Wide Web at : <http://www.exploratorium.com/IFI/resources/inquirydesc.html>
- Harrington, Michael.（1990）. Socialism: Past and Future. New York: Mentor.
- Hering, W. M. and others（1979）. Research on teachers' centers: a summary of fourteen research efforts.（ERIC Document Reproduction Service, No.ED 228188）
- Harrington, D.M., Block, J.H. & Block, J.（1990）, “Testing aspect of Carl Rogers's theory of creativity environments: Child-rearing antecedents of creative potential in young adolescents,” Journal of Personality and Social Psychology, 52, pp.851-856.
- Hurd, P.D., Bybee, R. W., Kahie, J. B., & Yager, R. E.（1980）, Biology education in secondary schools of the United States, American Biology Teacher, 42（7）, 388-

- John Barell (1998) . Problem-Based Learning: An Inquiry Approach. London:Corwn press
- Merseth, K. K. (1996) . Cases and case methods in teacher education. In J. Sikula (Ed.) Handbook of Research on Teacher Education (2nd) , (pp.722-744) . New York: Macmillan.
- National Research Council (1996) , National science education standards, Washington D.C.: National Research Council.
- National Research Council (2000) . Inquiry and the National Science Education Standards. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Schon, D. A. (1987) . Educating the reflective practitioner: Toward a new designs for teaching and learning in the professions. San Francisco: Jossey-Bass.
- Shulman, J. (1992) . Case method in teacher education. New York: Teachers College Press.
- Short, K. G., Harste, J. C., & Burke, C. (1996) . Creating classrooms for authors and inquirers. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wassermann, S. (1994) . Getting down to cases: Learning to teach with case studies. NY : Teachers College Press.

致謝

感謝行政院國家科學委員會經費補助，計畫編號為93-2511-S-441-001-。

感謝臺中市輔導團教師對本研究的協助。

附錄：教學案例背景介紹：

一、單元：六上的「燃燒」

二、教學者：臺中市輔導團教師

三、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。

教學情境內容

.....

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。

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。

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，蠟燭火焰先熄滅，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？我說這兩項數據很重要。請問哪一組有測量？

S：沒有。

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。因為被水封起來，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，所以就把蠟燭給弄熄了。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，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？

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：請你們想一想，要來投票。

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，所以它熄掉了。」舉手。噢！怎麼自己都不舉？（18'19"）

SS：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。兩位，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？