

從教師科學本質觀、教學實務及課室學習環境探討探究教學實施之困境

沈冠名、彭紫羚

國立屏東教育大學數理教育研究所研究生

摘要

本研究之緣起為一位高雄市偏遠山區的國小低年級教師，在數理教育研究所進修時，曾利用課餘時間參加提升國小教師探究專業能力的教師專業發展課程。在該課程結束之後，此教師嘗試將探究式教學融入於國小低年級生活領域課程當中，但卻發現學生學習成效不佳，這樣的現象令該名教師感到困惑。因此，本研究擬針對該個案，探討其背後可能原因。研究方法採質性研究，以訪談學生所覺知的學習環境、分析教師科學本質觀、以及教師實際教學錄影的觀察評量，進行資料蒐集與分析。研究結果發現：一、教師科學本質觀分析結果偏向建構科學知識觀。二、學生對於教師所營造的學習環境覺知傾向於傳統講述式。三、教師實際課室教學 RTOP 分析偏向於以教師為中心式的教學。四、教師者教學信念與其教學實務之間並無明顯的相關性。綜上所述，該名教師所抱持的建構式科學本質觀，與其教學實務以及所營造的學習環境之間並沒有明顯的相關性。由此可推論該名教師所參與的科學教師專業發展課程，並沒有對個人的探究教學能力有所提升，故文末將根據研究結論，來針對教師專業發展提出具體建議。

關鍵字：科學本質觀、學習環境、探究教學

壹、 研究背景與動機

近年來，國內外的科學教育趨勢均強調探究 (Inquiry) 教學的重要性。我國教育部 (2003) 公佈的國民中小學九年一貫課程綱要「自然與生活科技領域」中，就強調以科學探究的方式進行教學，希望藉由科學性的探究及實作活動，讓學生獲得相關的科學知識與技能，並進一步培養探索科學的興趣與熱忱。美國國家研究委員會 (1996) 提出的科學教育標準中也強調，探究是科學學習的根基，若要提升科學素養，發展科學探究的教學活動會最有成效。由上述可知，東西方的科學教育改革皆強調以探究為主，因此，科學探究的教學也成為近年來近年教育研究的重要課題。

實行探究教學，必須先了解探究教學的意涵。「探究」是一系列相關的智力活動 (intellectual activities)，被視為是培養科學過程技能的有效方法 (Windschitl, 2003)。探究教學就是讓學生在一連串的活動之下，透過觀察、提問、調查、資料收集與分析，進而提出現象背後成因與解釋，以達到知識建構目的的一種歷程，所以基本上，科學知識學習的歷程是符合建構觀點 (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1998)。

在科學探究教學的相關研究中，發現運用科學探究式教學模式，對學生科學素養和知識技能方面都有正面影響。鄭嘉裕 (2005) 發現透過科學探究教學模組，中年級學童的科學探究能力有顯著性提升。許多研究均提出學生透由科學探究教學後，在知識的學習、能力的表現都有進步 (李佩倫，2005；邱榮章，2006)。由上述可發現，科學探究對於學生的學習成效是有正面效應的，是教導學生科學知識及技能的有效方式，值得善加運用。

雖然大部分的研究都證實了探究教學對於學生的科學學習有莫大的助益，但根據 Hurd、Bybee、Kahle 和 Yager (1980) 的研究指出，大部份的教師並不使用探究取向的教學法。這是為什麼呢？在一些研究中可看出，許多教師在實施探究教學時，都在實務上面臨了不同的難題。例如：Lawson (1995) 指出，教師在科學探究教學中，面臨兩個最普遍的問題是「時間與精力」與「進度問題」。許多教師有升學考試的顧慮與責任壓力、教學時間的不足以及教師們的「教學效率」信念，造成探究式教學實行上的困境 (Tuan, 2004)。可見雖然

在多數的研究上，均顯示探究教學在科學學習上可達到更好的學習效果，但在實際的課堂中，探究教學的實施卻不如預期中順利。

本研究針對高雄市偏遠山區一位低年級教師，該名教師於數理教育研究所進修期間，同時參與為期半年的教師專業成長課程，接著將探究式教學融入國小低年級生活領域課程當中的一個單元，但在實施過程中，該名教師產生許多質疑，並且發生學生學習成效不佳的情況。究竟是探究式教學無法真正適用於低年級學生，還是教師的教學信念抑或實施策略無法體現探究式教學的精神？因此，本研究想要藉由了解該名教師的科學本質信念、教學實務以及學生對教師所營造的學習環境的覺知，是否符合探究式教學的精神，來探討教師無法順利實施探究式教學的可能原因。

貳、 相關文獻

從很多國內外文獻中我們可以得知，教師對於科學本質知識的了解有助於科學知識的教學，**Matthews** (1994) 指出教師對於科學本質知識若有一個清楚的基本認識，對於執行科學概念的教學是有所幫助的。**Clark** 和 **Peterson** (1986) 指出教師的教學信念會影響教師的教學實務；而教師的教學實務也會影響教師的教學信念。簡而言之，教師的教學信念與教學實務的關係密切，且相互影響。

然而，**Grouws** 和 **Koehler** (1992) 卻也指出教學者的教學信念與教學實務有時也會產生不一致的現象，這種不一致的情況通常較容易發生在新手教師身上，這是因為生手教師還沒有很多機會透過實際教學去檢視自身的教學信念，致使教學信念與教學實務之間產生不一致的落差。是以，想要檢視一位教學者是否具備有進行探究式教學的能力，單純單一從教師的教學信念來看是不足的。

此外，**Kass, Burke, Blevis** 和 **Williamson** (1993/1994) 指出探究式教學不僅可以幫助學生理解學科知識，同時讓學生經歷科學家探究知識的過程，並從中習得一連串社會技巧。因此探究式教學活動的成效並非僅透過學生單獨個體的學習就能達成，還須藉由教師營造一個問題解決的環境，並提供機會給學生

進行討論與分享。因此要研究探究式教學活動的成效如何時，了解教師所營造的學習環境是另一個可行的手段與策略 (Straits & Wilke, 2002)。

然而過去對於學習環境的研究類型較偏重於量化的問卷調查，且往往只側重於教師或學生對於學習環境的覺知調查，但從其他學者的研究中也發現教師與學生在對同一學習環境的覺知中，教師往往會比學生覺知更為正面 (Taylor, Fraser & White, 1994)。本研究為避免此類問題，本研究擬從了解教師的教學信念，亦即科學本質觀 (Views of Nature Of Science)、學生對於課室的學習環境覺知，以及研究者觀察實際教學現場錄影三方面來檢視教學者的教學。

參、 研究方法

一、 研究對象

(一) 教學者背景

教學者本身具有 8 年教學經驗，本身為師範學院初等教育學系畢業，並未具備有數理教育相關背景，之前均為高年級導師，在低年級任教為第一次嘗試。在進行為期一個單元的探究式教學中，教學者一直對國小低年級學生是否適合進行探究式學習提出質疑。

(二) 研究場域學生特質與其家庭背景

研究場域學生為高雄市偏遠山區的第二年級學生，男生 12 人，女生 11 人。該校學生文化刺激較市區學生明顯不足，且家庭經濟狀況也較為不佳，多為單親、隔代教養之學生。

二、 研究工具

本研究所使用之研究工具如下：

(一) 科學本質問卷 (Views of Nature Of Science，以下簡稱 VNOS)

VNOS-C 問卷是由 Lederman & O'Malley (1990) 所發展的 VNOS 問卷經過修改而成的，共有十個開放性的問題，被使用來評估教師的科學本質觀點。

(二) 建構式學習環境調查表 (Constructivist Learning Environment Survey, 以下簡稱 CLES)

由 Taylor、Fraser 和 White 於 1994 年修訂的建構式學習環境調查表，其內容向度包含：「與個人相關性」、「科學的不確定性」、「批判想法」、「分享控制」、「協商」、「態度」六大面向。原版的 CLES 屬於量化的問卷形式，本研究對象為國小低年級學生，考量到年齡因素不利於進行量化問卷之作答，故將原版 CLES 進行修改，將題目簡化為六題，且將問卷填寫改為訪談大綱形式。

(三) 建構式教學觀察評量表 (Reformed Teaching Observation Protocol, 以下簡稱 RTOP)

RTOP 是用以評量數學或科學的教學是否符合建構式理念的觀察工具，由美國 ACEPT (the Arizona Collaborative for Excellence in the Preparation of Teachers) 的 EFG (The Evaluation Facilitation Group) 小組所研發設計與效化。ACEPT 所關注的焦點乃在於目前科學和數學教育的議題，其目的在提升中小學科學及數學職前教師及初任教師的專業表現，而 RTOP 教學觀察評量表便是基於此而發展。RTOP 評量表內容共分：「背景資訊」、「情境與活動描述」、「教學設計與執行」、「教學內容」、「班級文化」等五大向度。

三、資料收集與分析

(一) 資料收集方法

本研究屬質化研究，以訪談、錄影等方式來蒐集研究資料。

1. 訪談

在本研究中，研究者以 CLES 訪談大綱為依據，對研究場域中 23 名學生作訪談。藉由被訪者的回答，瞭解學生所覺知的學習環境是否屬於建構式學習環境。

2. 學習環境錄影

由於教室內活動是複雜且多變的，使用錄影器材是希望能藉由錄

影忠實完整地呈現教室內的活動。

(二) 資料分析

1. 教師科學本質觀分析

教師填寫 VNOS-C，請專家學者進行資料分析。

2. 學生學習環境覺知 (CLES) 訪談

將學生的訪談的錄音記錄轉譯為逐字稿，內文分析由三位數理教育研究所研究生依照學生回答內容以 1 到 5 分進行給分，分數越低則越偏向傳統講述式教學，分數越高則偏向建構式教學，評分結果以敘述統計方式呈現。

3. 實際課室教學 RTOP 分析

將教學者實際課堂教學錄影，並由三位數理所研究生根據 RTOP 向度對教學活動進行觀察評量，內容以 0 到 4 分給分，分數越低則越偏向傳統講述式教學，分數越高則偏向建構式教學，並藉由評分結果的分析，以了解教學者實踐探究式教學之程度。

肆、研究結果與討論

一、教師科學本質觀分析結果偏向建構科學知識觀

該位教師在填寫 VNOS 時，對於科學本質觀的「不確定性」提出以下的想法：

演化論學說的出現以及考古出土古生物骨骸使科學家不得不相信眼前的生物不同於現今的物種。現今恐龍面貌的重建只能藉由骨骼重建，來讓我們大略知道他們的外觀，但其皮膚、顏色…仍舊無法確定。面對同樣一份資料(果)，我們僅能用「各自詮釋、解讀」的方法來連結各自理論所聯想的「因」。

而對於科學本質的「暫時性」該位教師則有以下想法：

模型(天氣)的建立需來自不同時間廣泛所收集得來的資料，而這些資料也僅能符應目前我們居住環境中「常有」的天氣型態，並無法觀照所有「極端值」，所以科學家並無法全然掌握天氣形態。

在 VNOS 中對於「科學受到社會文化影響」的想法，教師則認為：

(科學)會受到社會與文化價值影響。舉演化論為例，演化論在亞洲國家教育中是一件很平常的普世價值；但在基督教國家，演化論是否該列入教材需由國家立法決定。倘若科學是普世價值合已有如此差別？我們可得知科學的討論與進行無法完全超脫於社會文化脈絡。

由教師所填寫的 VNOS 中，顯示該位教師的科學本質觀偏向建構式。研究者推論可能是由於教師本身在數理教育研究所進修期間，修習了科學史及科學哲學等相關課程，提升了對科學本質的瞭解，所以其科學本質的態度信念會較符合建構式的理念。

二、學生對於教師所營造的學習環境覺知傾向於傳統講述式

學生學習環境覺知調查擬從學生角度了解教師所營造的學習環境是否為建構式學習環境，表 1 為該班學生在面對 CLES 的回答情形。

表 1 學生學習環境覺知量化分析

CLES 向度	平均分數	標準差
態度 (Attitude)	3.41	0.71
協商 (Student Negotiation)	1.58	0.86
批判想法 (Critical Voice)	2.23	1.09
科學的不確定性 (Scientific Uncertainty)	2.29	1.20
與個人相關性 (Personal Relevance)	2.26	1.23
分享控制 (Shared Control)	1.72	0.89

從學生實際回答情形可以發現，學生除了第一題：「你喜歡上生活課嗎？為什麼？」之外，其餘五題平均分數皆在 3 分以下，表示學生對於教

師所營造的學習環境覺知仍較偏向於傳統以教師為中心的講述式教學；且深究學生的訪談內容，可以發現學生喜歡生活課的原因大多因為生活課中有關音樂以及勞作的部分，對於自然與生活科技的知識則沒有提及。在第二題：「上生活課的時候會不會常常要和同學討論？」學生的回答也可以看出教師提供給學生進行彼此互動討論的機會相當少，仍是以教師為中心。第三題：「你問老師問題的時候，老師都怎麼回答你？」學生的回答則說明教師在回答學生問題時，並未給學生延伸性思考的機會，其教學實務仍以傳統「標準答案」為主。第四、五、六題回答內容顯示教師在進行教學活動時，沒有將學生學習自主權授予學生，也未能成為學生的傾聽者，實際上還是一位傳統講述式教師。

三、教師實際課室教學 RTOP 分析偏向於以教師為中心式的教學

三位評分者分別就實際課堂教學錄影進行觀察評分，三位評分者對於教學者所實施的教學評分依序為 27、34 以及 36 分，以總得分來看，該名教師所實施的所謂探究式教學仍舊是傳統以教師為中心式的教學活動，未能達到以學生為中心的建構式教學。

表 2 教師探究教學 RTOP 分析

RTOP 分析向度	分數			平均分數
	評分者 A	評分者 B	評分者 C	
教學設計與執行	7	8	6	7
教學內容之陳述性知識	10	10	10	10
教學內容之程序性知識	2	3	7	4
班級文化之溝通與互動	2	6	7	5
班級文化之師生關係	4	7	6	5.66
總分	25	34	36	32.33

表 2 為探究教學 RTOP 量化分析情形，進一步針對各向度內容來討論：

1. 教學設計與執行：

進行探究式教學的單元為「生活中的訊息」，在進行課程之前教師並未了解學生的先備知識以及先前所學過的相關概念，就直接要求學生將上一單元的作業拿上台進行團體發表，此舉雖然看似有合作學習的作用，但成效不大，且在學生發表過程當中，教師也沒有尊重學生不同意見的展現。例如：當學生針對所製作的模型提出學校附近有花店及公園，但教師卻立即反應學校附近根本就沒有公園，明顯忽略此份作業要學生發揮創意的初衷。

2. 教學內容之陳述性知識：

教師在教學活動中提供學生很多生活中常見的例子，也讓學生提出自己的看法與生活經驗，但這樣的教學活動卻鮮少讓學生可以有做概念之間連結以及實際生活運用的機會，單純只是零碎知識的呈現。例如：教師告知學生聽到消防車聲音就代表附近有火警、看到天空變黑就表示可能快要下雨了，但為沒有引導學生去思考面對生活中這類的訊息要如何因應。

3. 教學內容之程序性知識：

教師沒有提供機會讓學生對學習進行反省與彼此互動討論，整個單元的學習活動仍舊是以教師為中心出發，由教師本身提供知識給學生吸收，學生純粹只有被動式的吸收資訊。

4. 班級文化之溝通與互動：

探究式教學很重要的精神是讓學生進行互動與討論，並藉由團體成員間不斷的相互溝通、合作學習、激盪對話，以達到社會建構知識的目的。然而我們在教師的教學活動當中卻未見到學生之間的溝通與互動，純粹只有教師個人知識的傳遞；而課室中的對話，也多為師生之間封閉性問題的一問一答。

5. 班級文化之師生關係：

由教學錄影觀察可以得知，教師並未提供學生可以進行探究的資源與

機會，且教師等待學生回答的時間也明顯不足，可以得知教師對於學生較無耐心，也不願成為學生的傾聽者。

四、教師者教學信念與其教學實務之間並無明顯的相關性

研究者回顧過去研究發現，雖然教師的教學信念會影響其教學實務，例如 Wang (1995) 針對兩位國小教師，透過問卷、觀察、晤談進行研究，發現教師科學本質觀與教學實務之間有關，而且教師對科學本質的了解及建構式的學習環境，有助於學生了解科學本質。但也有研究提出兩者之間並未有明顯相關的證據，例如 Lederman (1995) 用開放式問卷、教師觀察、師生晤談等方式研究五位生物教師，發現教師的科學本質觀未必會影響其教學實務。本研究中的教師其科學本質觀經由專家分析較偏向科學建構式，但研究者卻發現其教學實務呈現仍舊屬於以教師為中心的傳統式教學，兩者之間並沒有線性關係。

伍、 結論與建議

在本研究中，該名教師本身是數理教育研究所的學生，所以其科學本質觀是較為偏向建構式觀點的；此外，該位教師也利用其課餘時間參加科學教師專業發展課程，目的在於提升科學探究教學能力。但從研究結果卻發現，該名教師所抱持的建構式科學本質觀，與其教學實務以及所營造的學習環境之間並沒有明顯相關。可知該名教師所參與的科學教師專業發展課程，並沒有對個人的探究教學能力有所提升。

若從該位教師所參加的教師專業發展課程內涵來看，為期半年的課程內容主要以讀書會、專家學者提供優秀教學案例形式為主，參與的教師主要還是被動式的接受知識，而沒有真正針對其教學實務進行反思，進而改變教學策略，提升專業能力。

教師專業發展應該為理論與實務之間搭起溝通的橋樑，透過此座橋樑的協助，教師才得以將其教學信念外顯於教學實務上，進而協助學生進行學習，完善學生學習成就表現。反觀目前國內所進行的教師專業發展課程，其方式泰半仍舊是優秀教學案例的分享，若有要求教師必須進行成果回饋產出，也僅為教

案的撰寫而已，但卻忽略掉最為根本的教學實務層面，亦即教師即便有良好的理念，若缺乏實踐的能力，其教學實務仍舊無法反映教學者之科學知識觀。

以下針對目前國內進行教師專業發展現況提出建議：

一、 教師專業發展應強調以實作為基礎：

以國外目前進行教師專業發展的內涵來看，著重在讓參與教師進行實際課堂教學的演練，並藉由演練過程當中所遭遇到的問題來讓參與教師進行團體討論。透過這樣的過程，教師可以解決實際課室中可能遭遇到的問題，並且獲得解決；而教師可以成為自身教學的決定者，而非僅僅只是複製他人優秀教學想法的執行者。

二、 教師專業發展應強調同儕之間的批判交流：

以國內目前大多教師專業發展所進行的所謂「產出型研習」為例，當老師參加完該課程後，通常會留一至兩節課讓參與教師進行成果產出，而成果產出的內容多為教案的撰寫。但這樣的做法卻忽略教案內容實際的可行性與必須性，教師常常為了應付主辦單位的要求而產出一些實際上執行有困難的教案。因此，本研究建議在進行教師專業發展時，必須讓參與教師之間可以有對彼此成果作出意見批判交流的機會，這樣的方式才實際有助於教學能力的成長。

三、 專業發展內容應作完善的整體性規劃：

目前的專業發展課程內容常常可以見到所謂大雜燴的性質，只要是可以幫助提升專業能力的活動，就把它加進來，而執行方式多半為請該領域的專家來進行演講分享，如同第一點建議所揭示的缺點，教師在缺乏實際動手操作 (hands-on) 以及動腦思考 (mind-on) 的情境下，也很難真正的有所成長。

參考文獻

- 李佩倫 (2005)。利用網路資源在國小五年級進行科學探究教學之行動研究(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化縣。
- 邱榮章 (2006)。探究教學活動對國中學生「自然與生活科技」科影響之行動研究(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化縣。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要，自然與生活科技學習領域。台北市：教育部。
- 鄭嘉裕 (2005)。科學探究教學模組設計、教學與精緻化之行動研究--以國小中年級「植物的認識與種植」為例(未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東縣。
- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R. A., Hofstein, A., Lederman, N. G., Mamlok, R., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419
- Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed.) (pp.255-296). New York: Macmillan.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1998). Constructing scientific knowledge in the classroom. In D. Faulkner, K. Littleton & M. Woodhead (Eds.), *Learning relationships in the classroom* (pp. 318). London ; New York: Routledge in association with the Open University.
- Grouws, D. A., & Koehler, M. S. (1992). Mathematics teaching practices and their effects. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.115-126). New York: Macmillan.
- Hurd, P.B., Bybee, R.W., Kahle, J.B. & Yager, R.E. (1980). Biology education in secondary schools of the United States. *American Biology Teacher*, 42, 388-410.
- Kass, A., Burke, R., Blevis, E., & Williamson, M. (1993/1994). Constructing learning environments for complex social skills. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(4), 387-427.

- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Lederman, N. G. (1995). *Translation and transformation of teachers' understanding of the nature of science into classroom-practice*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 382474.
- Mathews, M. R. (1994). *Scientific Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- NRC. (1996) . *The National Science Education Standards*. Washington,D.C.: National Academy Press.
- Straits, W. J., & Wilke, R. R. (2002). Practical consideration for assessing inquiry-based instruction: Some guidelines for improving student assessment. *Journal of College Science Teaching*, 31(7), 432-435.
- Taylor, P. C., Fraser, B., & White, L. R. (1994). *CLES An instrument for monitoring the development of constructivist learning environments*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans.
- Wang, J. R. (1995). *A case study: An investigation of teachers' conceptions of the nature of science, science teaching and learning, classroom practice and other contextual matters* (Unpublished doctoral dissertation). University of Northern Colorado.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143.