

探討一位化學教師對於探究教學的觀點與轉變

陳均伊

高雄市立前鎮高中、91201007@sciedu.ncue.edu.tw

張惠博

國立彰化師範大學物理學系、changhp@cc.ncue.edu.tw

張溫瑜

國立彰化師範大學科學教育研究所、92202002@sciedu.ncue.edu.tw

摘 要

本研究為三年期的研究計畫，旨在發展長期的、合作式專業成長計畫，從 2004 年 9 月開始，透過約每兩週舉行一次的專業成長會議，協助教師分享教學經驗、閱讀有關科學探究的文章以及設計探究教學活動，並透過與同儕、有探究教學經驗的教師與大學教授等的專業對話，俾提昇教師對於探究教學的知能。本文主要呈現合作式專業成長團體中，一位化學初任教師對於探究教學的觀點，於會議中進行錄音、錄影，並輔以開放式問卷與半結構式的晤談，以收集個案教師對於探究教學的看法。研究發現個案教師在參與專業成長計畫後，對於探究教學有較完整的了解，且能針對其實施探究教學的影響因素提出解決方法。

關鍵字：合作式專業成長、科學探究、探究教學

一、緒論

近年來，無論國內外的科學教育目標，皆日益強調科學探究教學的重要性，科學素養的里程碑（American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1993）、全美科學教育標準（National Research Council, [NRC], 1996）探究與全美科學教育標準

（National Research Council, [NRC], 2000）等文件曾指出科學教學應提供學生探究自然的機會，使其在探索的過程中，理解科學概念的意涵、科學概念的發展歷程、科學探究的重要性，並從中發展進行科學探究的能力。甚且，教育部（2003）亦於九年一貫課程綱要中指出，自然與生活科技領域的教學應以學生活動為主體，引導學生做科學探究，並依解決問題流程進行設計與製作專題，以培養學生進行科學探究與問題解決的能力。然而，在中小學的科學課室中，探究教學仍不多見，Roehrig 與 Luft（2004）以及 Tobin, Tippins 與 Gallard（1994）曾指出探究教學未能普及的可能原因是科學教師對於探究教學的理解不足，亦缺乏足夠的教學時間實施探究教學，Schwartz, Lederman, Khishfe, Lederman, Matthews 與 Liu（2002）；McComas（1998）以及 Minstrell 與 van Zee（2000）亦曾提及多數科教師對科學探究缺乏充分的理解，難以營造有助於學生從事與理解科學探究的學習環境。因此，本研究旨在透過合作式專業成長計畫，協助科學教師認識與實

施探究教學，而本文主要是呈現一位化學初任教師對於探究教學的見解與轉變。本文的待答問題如下：(一) 在參與專業成長計畫之前，個案教師對於探究教學的見解為何？(二) 歷經二年的專業成長計畫之後，個案教師對於探究教學的觀點有何轉變？

二、文獻探討

(一) 探究教學的意涵

「探究」一詞在科學教育文獻中，具有多元的定義與解釋(Anderson, 2002; Jeanpierre, Oberhauser, & Freeman, 2005; Loh, Marshall, & Radinsky, 1999; Newman Jr., Abell, Hubbard, McDonald, Otaala, & Martini, 2004)。不同類型、學科內容的課程，適合不同形式的探究教學，探究與全美科學教育標準(NRC, 2000)曾指出探究教學應具備：(一)問題的來源，(二)證據的收集，(三)根據證據形成解釋，(四)將證據與科學知識相連結，與(五)表達與說明解釋等五項基本特徵，且依據教師於每項特徵中給予學生引導的程度，將探究教學從「以教師為導向」到「以學生為中心」劃分為四種不同的形式。Martin-Hansen (2002) 與 Windschitl (2003) 亦曾依據探究活動的開放程度，將探究教學分為數種不同的類型，包括：開放程度較高的開放式探究教學，教師引導成分較多的結構式探究教學，或者，同時兼具前述兩者的特性，先給予學生引導，再逐漸提高開放程度的耦合式探究教學。

所以，探究教學旨在營造以學生為中心的課室環境，並促使學生從事科學探究活動，藉由自然現象的探索，從中學習科學知識與探究技能，以及發展批判思考與問題解決的能力。

(二) 教師對於探究教學的理解

Windschitl (2004) 曾指出教師、教育政策制定者與課程設計者等不同的社群，其對於探究教學的觀點皆存在差異。一般而言，在教育政策中，大多是提出探究教學的主要目標與精髓，以作為進行探究教學的原理、原則，然後，教師與課程設計者則依據個人的經驗與知識，對教育政策進行不同的詮釋，並據此建立教學實務。Keys 與 Bryan (2001) 亦指出在職教師對於探究教學的理解，會受其在學科與教學方面的知識、課室的環境、學生的年齡與需求等因素影響，建構出不同的探究教學實務，所以，教師對於探究教學的理解不一。在 Windschitl (2004) 的研究中則發現，部份教師對於探究教學的觀點與真實的科學探究一致，有些則無，甚至，有些抱持迷思概念。Windschitl 指出教師大多認為探究教學即是讓學生發展可試驗的問題、設計實驗、收集與分析資料等，然而，卻極少重視解釋與結論的形成，甚且，學生之間的對話、論辯以及考量另有的解釋等，則大多被忽略。

Radford (1998) 為提昇科學教育改革的成效，曾發展 LIFE 計畫 (Project Laboratory Investigations and Field Experiences)，以協助教師理解科學內容、精熟探究為導向的教學方法，並使教師自信其具備引導與實施科學探究的能力。Radford 的研究發現做科學的經驗使教師體會讓學生進行科學探究的重要性，並對科學家與科學工作有更進一步的認識。Gerber, Price, Barnes, Hinkle, Barnes, Gordon 與 Stanley (2003) 則是發展專業成長計畫 LIST (Learning through Inquiry Science and Technology Program)，協助教師認識與使用探究教學導向的教學。他們的研究發現教師在參與專業成長計畫之前，僅有 9.5% 的

教師察覺全美科學教育標準的重要性，然而，在參與一年的專業成長計畫之後，教師設計教案時不僅能考量全美科學教育標準的內容，亦會於課室中實施探究導向的教學與使用另有的評量策略。

三、研究方法

本研究旨在營造合作式的研究情境，參與人員有 1 位大學教授（第二作者）、1 位博士班研究生（第一作者）、1 位碩士班研究生（第三作者）以及 9 位科學教師。其中，阿吉老師是某國立大學化工研究所畢業，就讀研究所階段，具有獨立研究的經驗。在成為正式老師之前，他先在中學擔任代課教師後，才進入教育學分班修習教育學分，目前，僅有三年的任教經驗。由於阿吉老師曾有進行科學研究的經驗，又是一位初任教師，在專業成長團體中，具有其獨特性，因此，本文選擇呈現阿吉老師的探究教學觀點，以展現科學探究經驗、教學年資與教師探究教學觀點的關連性。

自 2004 年 9 月開始，約每隔二週舉行一次專業成長會議。會議過程中，個案教師分享其教學的現況，由與會教師和研究者進行討論，並給予意見。其次，研究者亦提供科學探究教學的相關資料，諸如：探究與全美科學教育標準（NRC, 2000）、科學探究的模式（Reiff, Harwood, & Phillipson, 2002）、科學課室中的探究類型（Martin-Hansen, 2002）、以及 Trowbridge 與 Bybee（1990）所提出的 5E 教學模式等文獻，以協助個案教師瞭解科學探究的意涵。其次，研究者亦設計科學探究活動，包括：製作氣墊船、自製小火箭、迴紋針陀螺、雷射光繞射與氣體的熱漲冷縮等活動，讓教師實際體會科學探究歷程，並瞭解探究教學活動的進行方式與內容，以促進教師對於科學探究教學的瞭解。此外，在專業成長計畫的會議中，亦邀請三位具有實施探究教學經驗的專家教師，介紹探究教學的理論與分享其實施探究教學的實務。2005 年 2 月開始，教師依據其對於探究教學的認識，設計與實施可以融入正式課程當中的探究教學，甚且，研究者亦規劃教學觀摩、教師專業成長研習會等內容，協助教師精緻其對於探究教學的理解。

在本研究中，研究者扮演參與觀察的角色，長期近身觀察教師在會議中的表現，與其教學實務，並使用開放式問卷，請個案教師闡述其對於科學探究與探究教學的想法。其次，亦不定期進行與教師進行訪談，俾深入瞭解教師對於探究教學的觀點與轉變。針對所收集的資料，將其轉換成逐字稿，並進行開放編碼，進行持續的比較與檢驗，從中指認資料的共同屬性與特徵，以建構研究發現的主張。在形成初步發現之後，研究者與個案教師、指導教授和同儕進行討論，共同檢核各項資料間的一致性與資料詮釋的適切性，以提昇研究結果的可靠性。

四、研究發現

（一）在參與專業成長計畫之前，阿吉老師對於探究教學的觀點

在參與專業成長計畫初期，阿吉老師大多是依據其個人的想法，或是以往進行科學研究的經驗，來詮釋探究教學，他的想法包括：

1. 探究教學是讓學生對現象進行探查與深究，以探討隱含於現象中的科學概念，進而推論導致現象發生的原因。

在本研究的專業成長計畫第一次開會時，研究者請阿吉老師填寫問卷之際，才促使

他開始思考什麼是探究教學，因而很直覺的從字面上的意義進行剖析，將探究兩個字視為探查與深究的結合，也就是針對一個問題或者現象，進行觀察並深入調查與研究其變化，以探討致使變化產生的因素。阿吉老師在問卷中寫到：

探究從字面上是“探查深究”的意思，也就是要從外觀的變化，去深究發生的原因及過程。(問卷_阿吉 20040915)

所以，阿吉老師對於探究教學的詮釋，主要是來自於他對於「探究」二字的揣測，認為探究就是一個探討、研究的歷程，以此類推，探究教學就是讓學生進行探究的一種教學方式，亦即，由老師來提供機會與情境，來促使學生進行科學研究。

2. 探究教學是讓學生對於所欲探討的問題或現象，抱持懷疑的態度，無論是已知的事物，或是未知的理論，皆要存疑，並且小心求證。

阿吉老師在研究所修習碩士學位的時候，曾經從事科學研究工作，探討觸媒於化學反應中的催化情形。有一次，他發現實驗中所使用的溶劑並非為純溶液，是送貨的廠商在分裝溶液時，誤將丙酮放入藥品瓶內，以致，阿吉老師的研究出現令人出乎意料的實驗結果。這次的親身經驗，讓阿吉老師體驗到進行科學探究時，必須保持高度的敏銳，對於任何實驗發現，甚至是味道上的變化，皆須抱持懷疑的精神，再使用科學方法進行求證，審慎檢視實驗進行的方式、步驟、器材與用品等。阿吉老師曾提及：

那一次的實驗，我學到要不斷去檢視過程，看看有沒有什麼地方做錯，所以，有些現有的知識我們必須存著懷疑的心態去看，就算經過懷疑，也不能確定百分之百是真的，探究教學就是要學生這樣。(會議 20040901)

所以，阿吉老師將這次所經歷的研究過程，視為是科學探究中很重要的一個環節，亦認為教師在進行探究教學的時候，必須要營造類似的情境，讓學生去懷疑老師所提出的現象或問題，甚至是課本內所呈現的科學概念、科學家所說過或做過的事，都是學生可以質疑的。

3. 探究教學的進行是開放的，適合作為課後學習的延伸，學生可以依據上課時老師所講述的科學概念，獨立形成問題進行探究，以加深、加廣學習的內容。

阿吉老師肯定探究教學能培養學生進行各式學習活動所需具備的學習能力，然而，他認為探究教學的進行方式必須是相當開放的，教師不能提供太多的指示與引導，必須讓學生獨立去探索問題，就如同做科展一般，學生要能夠自己發現問題、設計實驗與形成結論，老師只是扮演諮詢者的角色，當學生遭遇瓶頸，需要老師從旁協助時，再由老師來指導。阿吉老師曾在會議中指出：

如果老師一直告訴學生怎麼做，就不探究了，應該要像我們做科展那樣，很開放，讓他們自己去研究，自己去做，有問題的話，我們再來告訴他。(會議 20041229)

因此，阿吉老師指出如果自己要進行探究教學，其進行的方式是讓學生針對教學內容，自己發現問題，然後，期望學生能夠利用課後的時間，運用科學方法來驗證自己的

想法與解決問題，從中學習相關的思考與實驗操作技能，以加深原來課程內容的學習。

4. 探究教學必須進行實驗，然而，化學實驗大多具有危險性，且部分化學概念是科學家想像的推論或是定義的記憶，所以，探究教學不適合用來教授無法讓學生進行實驗的概念。

阿吉老師表示探究教學的進行方式必須相當的開放，而且適合作為課後學習的延伸，讓學生自己針對教學內容，作深入的探討與研究。所以，探究教學並不適合用來教授化學概念。阿吉老師的想法是：

化學這個東西，比較沒有辦法做探究教學。化學的話，掉下去東西就破了，而且有些藥品有毒，還是他自己亂加，反應出一些有毒的東西，這樣都不好。所以，化學好像不適合做探究。(晤談_阿吉 20050908)

其次，阿吉老師亦認為在化學科中，有許多的概念是屬於科學家的想像與推論，或是，定義與符號的記憶，其概念的屬性與社會科學較為相近，既不是現象觀察的歸納結果，也無法使用實驗來加以驗證。所以，學生將無法透過自然現象的觀察，從中發現問題，並藉由實驗來驗證自己的想法，以深入的探究問題。

(二) 參與專業成長計畫之後，阿吉老師對於探究教學觀點的轉變

在參與專業成長計畫之後，阿吉老師對於探究教學意涵的詮釋，已產生概念改變，在現階段中，他的想法為：

1. 探究教學強調以學生為中心，將學生視為學習的主體，讓學生進行科學探究活動，教師則扮演從旁引導的角色，協助學生進行科學學習。

阿吉老師認為探究教學應給予學生較多自主學習的機會，讓他們能針對所欲探討的問題，進行討論與研究，再由老師從旁協助學生學習科學知識。他在會議中曾提到：

探究式教學的基本用意是希望學生在學習過程裡面，不是純粹從老師那邊學到一個很單調、很結論性的東西，希望學生可以從學習的過程裡面，有他自己的想法，能夠自己去思考、去提出一些東西。(會議 20051102)

所以，阿吉老師認為在探究教學的情境中，學生可以依據自己的想法、先備的知識，進行問題的探索與討論，並解決問題，然而，整個探究過程並非是完成開放的，教師仍需提供適時、適當的引導，協助學生進行問題解決與學習科學知能。

2. 探究教學不一定要進行實驗，亦沒有固定的教學形式，可以視學生的背景或課程的需要，選擇不同的實施方式。

在參與專業成長會議的過程中，透過聆聽專家教師的演講、與會教師的探究教學實務分享，以及探究教學文獻的閱讀，阿吉老師發現探究教學的實施方式不只一種，每位教師所設計的探究教學，在實施方法上亦各具特色。所以，阿吉老師體會探究教學是一種主張或精神，而不是一種教學方法。他曾指出：

其實探究教學跟建構教學的很像，沒有一定的方法，探究教學沒有說要固定怎麼教，每個人可以根據不同的條件、不同的學生，做不一樣的變化，就是說，基本上要有探究的原則。(會議 20050914)

3. 探究教學的開放程度，取決於學生的先備知識與能力表現，教師可以視情況給予學生適當的引導，待學生熟悉探究教學之後，再增加探究教學的開放程度。

在實際進行探究教學之後，阿吉老師發現學生對於探究教學是陌生的，他們不知道如何開始進行探究，亦缺乏進行科學探究的能力，倘教師在此時未給予學生任何的提示與引導，則教學可能因此停滯，進而影響到教學進度。阿吉老師曾指出：

總不能說讓學生停在那裡不動，如果這麼的話，**可以稍微引導他一下，讓他去做某些東西，不能讓他漫無目標的去做探究。**(晤談_阿吉 20060426)

所以，阿吉老師主張使用提問、示範實驗或學習單等方式，適時給予學生提示，以引導學生進行科學探究。由阿吉老師實施探究教學的教學實務可以發現，學生在老師的引導之下，會主動模仿老師的思考模式、提問內容與進行科學探究的方式等，進而產生自己的想法，並養成進行科學探究的能力。甚且，阿吉老師將探究教學比喻為評量的測驗題，他指出：「引導其實有點像說以前是用是非題，先讓學生回答對錯而已，然後，把它改成選擇題、填充題，到最後變成申論題，慢慢的訓練學生去做題目」，所以，阿吉老師認為教師引導學生進行探究教學，與此有異曲同工之處，在學生逐漸獲得進行科學探究的知能後，教師可以慢慢減少引導，給予學生比較開放的空間。

五、討論與結論

經過兩年參與專業成長計畫的體驗，阿吉老師對於探究教學觀點的轉變，主要可以歸納為下列二點：

(一) 探究教學的實施可以有不同程度的教師引導，並不一定是完全開放的。

阿吉老師在參與專業成長計畫的初期，認為探究教學的實施方式必須是開放的，學生必須自己獨立完成科學探究活動。Dunkhase (2003) 與 Pataray-Ching (2002) 亦曾指出多數的教師認為探究教學的實施必須與科學教育標準中的理想目標相符，讓學生從事完全開放的科學探究活動，以致，探究教學至今仍未普遍於中、小學的課程中實施。

然而，經過專業成長計畫的參與，阿吉老師認為教師必須營造促使學生進行科學探究的情境，並給予引導，以協助學生應用科學探究的方式學習科學知識，並在從事科學探究的過程中，培養探究能力與瞭解科學探究。事實上，近年來，亦已有部份學者

(Dunkhase, 2003; Furtak, 2006; Hanson, 2005) 提出引導式探究教學的觀點，主張探究教學的實施，應視教學目標與學生需求，適時的給予學生引導，以協助學生發現問題，並使用合適的方式來解決問題。

(二) 探究教學不等同於實驗教學，具有多元的驗證想法的方式。

在參與專業成長計畫的初期，阿吉老師認為探究教學的實施，一定要讓學生透過實驗來確認實驗變因間的關係，使想法可以獲得驗證。在黃鴻博 (2000) 的研究中亦曾發現，部份教師認為科學方法即是實驗方法，一定要有實驗變因的操弄，而將調查、資料查詢、理論的比較或歸納等方式，排除在科學方法之外。

然而，經過兩年的專業成長之後，阿吉老師則表示實施探究教學時，未必只有實驗方法才能協助學生驗證其想法，透過文獻的蒐集、資料的閱讀、同儕間 (或專家) 的諮詢，甚且，讓學生進行解題、理論的推演等，亦屬科學探究的一種方式。張清濱 (2000)

亦曾指出讓學生蒐集資料與分析資料的過程，也是實施探究教學的方式之一，學生可以透過書報雜誌、錄音或錄影帶、網際網路等管道，甚或請教專家學者，以收集豐富的資料，並透過資料的分析以解決問題，甚且，Pataray-Ching (2002) 指出學生針對探究的主題或概念，進行思考、對話等，亦屬於科學探究活動之一。

所以，在本研究所營造的專業成長情境中，阿吉老師對於探究教學的觀點確實已發生改變，原先，他對探究教學的看法與大多數的教師相同，認為探究教學必須是開放的，甚且，會以其過去的科學研究經驗來詮釋探究教學。然而，經由文獻的閱讀、實施探究教學的實務中，逐漸領悟探究教學的精神，以更具彈性的觀點看待探究教學。其次，阿吉老師探究教學觀點的轉變，可藉供科學教師參考，以促使其進行概念改變，能瞭解探究教學的意涵，並將探究教學落實於課室實務中。

致謝

本研究的進行與撰寫，蒙行政院國家科學委員會專題計畫經費支助(NSC 92-2511-S-018-012)，特此致謝。

參考文獻 (恕刪)

教育部 (2003): **國民中小學九年一貫課程總綱綱要**。台北：教育部。

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.