

## **Development and Application of the Elementary Science Teachers' Professional Indicators (ESTPI)**

WANG, Jing-Ru

National Pingtung University of Education

**Abstract:** This study is intended to develop a set of indicators to assess elementary teachers' quality in science teaching. A series of process was used to determine empirically the extent of consensus about the quality of elementary science teachers. That included literature analysis, penal meetings, and field observations followed by a two-round Delphi survey. The draft survey with 32 items was administered to 23 experts from various teacher education institutes to collect and distill knowledge through a structured process. Under each item, the experts were requested to express their opinions about the levels of importance and the extents of feasibility. Among 23 experts, 22 experts completed the whole process. The outcome of the research was a set of 36 items grouped into five competency categories, including understanding and practicing fundamental beliefs and knowledge, subject matter knowledge, general teaching knowledge, pedagogical content knowledge, and professional growth. In terms of the format of the indicators, in addition to the discussion of good quality of elementary science teaching, each indicator was expressed in the form of competencies and followed by three elementary science teaching examples to indicate three different levels of teaching performance: successful, partially successful and unsuccessful.

The draft of the ESTPI was field-tested with 16 student teachers who were involved in an elementary science methods course. The course lasted for one semester and involved student teachers learning in two very different sites, university and the school placement, with two teachers, university instructor and elementary science mentors. Student teachers' professional growth in elementary science teaching was evaluated against the indicators of the ESTPI. A process of student teachers' professional growth were indicated, for example, they understood and built effectively upon students' interests and prior experiences, but had difficulties in alignment between teaching goals and assessment. Implications for the improvement of science teacher training program were presented.

**Keywords:** elementary science teachers, standards, indicators

**摘要：**本計畫為有關國小科學教學實務導向之研究，目的在提升國小職前科學教師專業知能。研究第一部份主要研究工作為發展國小科學教師專業評鑑指標，在基準發展工作上，本研究採用大慧調查法，經兩次專家評審與修改，效化基準，最後得到：32 項優質的科學教學之定義，36 條對應於定義之優質的實作表現，及 55 條對應於實作表現之評分基準。本研究發展之國小科學教師教學基準包括兩個面向：專業知識與專業成長；

在專業知識面向之下又有四個子面向，分別是基本理念、內容知識、教學知識及學科教學知識。本研究訂定之國小科學教師教學評分基準分 A、B、C 三個等級，A 代表完全達到，B 代表部分達到，C 代表未達到，各等級之下分別臚列教學表現行爲。研究第二部份依據國小職前教師科學專業基準與發展，評量職前教師科學教學素養之能力。本研究以專業基準做爲自然科教材教法（含實習）之規劃與評鑑的規準，並決定要評量的基準細目，最後根據試用效果提出具體建議。

【關鍵字】國小科學教師、基準、指標

## 緒論

在這個遽變的時代中，台灣的教育政策應如何因應以符合社會需求，一直是個爭論不休的議題。近十年來，台灣在教育制度面上做了不少的修改：如（1）將傳統的入學考試改爲多元入學方案，目前又改爲二元方案（推甄與聯考）；（2）國民中、小學教科書出版權由原本的國立編譯館開放爲多家民間出版社，現在又加入國編版；（3）中小學師資培育由原來三所師大、九所師院負責培育，改爲師資來源多元化，廣開師資培育大門，國內多所公、私立大學均紛紛設立中、小學教育學程，培育中、小學教師；（4）九年一貫課程改革，要求各校實施學校本位課程，培養學生十大基本能力。在這些制度變革下，顯然的，傳統中央集權的教育制度已全然鬆綁，幾乎每一位從事教育工作者都認同某種程度的改革是必須的。然而新制度推出後，不難發現有些現職教師不是斷然否認教改的需要，就是根本搞不清楚毛病出在哪裡，更甬談如何改進教學了。師資培育多元化及課程改革多元化的結果，暴露出以往潛伏的教師專業品質管理問題。在此之前，這些缺點之所以未被察覺，是因爲在同質文化背景之下，師範院校之間即使互相比較，也很難辨識出師資培育的問題：在那個舊的、較單純的時代發展出來的教育文化產物，是一個擁有獨享優勢的師資培育機構，沒有競爭者迫使其自我檢討及尋求變革。

全面檢討目前師資培育的現況及流程，將有助於發現問題，思考根本的原因在哪裡？有哪些環節需要改善？師培流程應包括哪些具體的工作？每一項工作是否能夠確實掌握和評量？能否提出有建設性的回饋？以台灣本土教育而言，除了三所師大、六所教育大學、師資班之外，還有八十家以上的師資培育機構，各家機構入學資格條件不一，擁有的師資素質也不一，評量方式更不相同，因此師資培育多元化之後，以下各種問題陸續浮現出來：

- （1）大部分的職前教師在課程結束後是否能清楚的掌握教學要點？
- （2）所有的師培機構是否都能提供職前教師一個充分發展專業知能的环境？
- （3）是否能透過一個完整明確的機制評鑑師培機構畢業的學生？
- （4）評鑑這些學生及師培機構的基準爲何？

顯然的，我們缺少一個公認的基準，用來評鑑各師資培育機構的課程實施成效及教師專業知能。設立這套專業基準有如下功能：基準是公認的指標，國小自然與生活科技教材教法課程可依此基準規劃課程，明確指出教師應具備的專業知能；基準可做爲評鑑

工具，以評鑑國小科學師資培育機構的良窳；基準可以鑑定品質，剖析課程及整體管理的運作機制。

基準是用來評鑑方案或課程成效的參照工具，具有某種程度的公信力。基準的產生方式有不同的途徑：(1)專家會議(Experts meeting)，(2)大慧調查法(Delphi technique)，(3)研究導向策略(research-based approach)，茲分述如下：

### 一、專家會議(Experts meeting)

專家可協助評鑑者建立基準，任何個體或是專業領域、公共團體代表，他們的專業見解及洞察力對於評鑑可以提供準確性的幫助。在彙集專家意見以訂定基準時，首先要規定專家的條件，例如專家具備哪些專長？需要哪些領域的專家？或邀請其他相關領域之專家提供意見。其次，專家會議目的在獲得對有爭議性議題的一致共識。Fink(1995)建議專家會議前應(1)對問題有清楚明白的界定；(2)提供專家足夠的相關資料；(3)確定專家的資格。專家應具備足夠的知識與影響力，而研究者需提供完整資料供專家參考。

### 二、大慧調查法(Delphi Technique)

Delphi 是古希臘的地名，阿波羅神殿的所在地。早期希臘人在解決複雜問題時，以不具名方式溝通以達到共識的策略稱為德爾菲法或得懷術，也有人稱它為大慧調查法。這種方法可以確保在形成最後共識前，避免個人意見受到多數人的影響，這是一種提供個人獨立思考自主性及無壓力式的評鑑(Uhl, 1990)。傳統的商議決策過程是大家面對面來討論某個主題，進而達到最終的決議；但此種過程存在著許多足以影響最後決議品質的心理因素，如從眾效應(bandwagon effect)等。而大慧調查法是採用固定而系統化的步驟與模式來進行，在進行中大慧調查問卷提供統計資料給參與者參考，並且以匿名的方式避免從眾效應，減低干擾因素，使研究對象可以毫無顧慮地填寫自己的意見，藉以提高其完成冗長的研究過程的意願。此種不用面對面的溝通方式既可節省時間和金錢，亦可克服地理上及交通上的不便，而使參與者數量增大(謝臥龍, 1997)。

大慧調查法實施主要有四個步驟：(1)把意見諮詢表寄給專家小組成員，請他們填寫意見。(2)將第一輪中得到的相對比較集中的意見再反饋給每位專家，要求他們以此為參考重新填寫。(3)將第二輪統計結果及有些專家的陳述理由告知每位專家，請他們在這個基礎上進行新的預測。(4)反覆進行若干回合預測後，若共識已達成，或各回合之間情形已無顯著的變動時，即可停止預測並提出最後結論。大慧調查法本質上是一種專家意見或判斷上的調查，因此首先必須確定專家的條件。Chen(1989)在電腦教師能力檢定研究的做法是：(1)根據文獻與理論，先列出電腦教師的必備的能力，(2)邀請專家對這些能力項目進行評估，專家群即調查小組，包含48位電腦科學教育者，問卷以五等量實施，在反覆實施一連串問卷之後，最後挑選出26項必須具備的知識(極端重要)及31項可以具備的知識(普通重要)。由於該研究缺少深入討論與分析，最後

並沒有提出具體的教學能力。

專家會議與大慧調查法各有利弊，專家會議提供深入探討及協商的環境，有集思廣義之優點，卻無可避免的會產生可能被優勢一方影響團體決定的問題（優勢結果），時間和精力浪費在不恰當及偏執的爭議或面子效應；而大慧調查法保障不被壓迫的自由思考空間，固然可以避開西瓜靠大邊的效應（bandwagon effect），卻無法獲得因大眾集思廣義，深入討論的結果。

### 三、研究導向策略（research-based approach）

採用探究方法深入調查，以 NCATE 為例，NCATE（2000）與上面兩種方式不同的是在發展教師專業成長學校基準 PDSs（Standards for Professional Development Schools）時，採用研究導向策略。這個策略比較完整，它包含一系列的研究過程。首先透過國家調查、焦點團體、晤談、文獻整理及分析資料，不斷的進行探究、反思與討論。其次是三年的場域測試（field-test），field-test 有三個目的：（1）基準的確認（authentication），測試基準是否反應（如何反應）專業發展學校實施的情形，及確認基準的結果是否應再次修改基準。（2）場域測試可以看出在專業成長不同階段中，基準的變化情形；據此，研究者可以建立指引綱領（guidelines），亦即 PDSs 發展的鷹架。（3）場域測試可以看出如何使用基準，以及教學實務與基準之間的關係。NCATE 計畫在 20 個合夥學校進行 field-test，評鑑結果發現發展階段具有多樣性。研究者安排四天的訪視評鑑，由受過訓練的 PDS 研究人員進行評鑑工作，其中包括焦點團體會議、結構性的晤談與調查、教師研究檔案與其他相關檔案的分析。這些密集的分析工作與評鑑結果，再次提供修改基準及評鑑的參考。NCATE 的研究導向策略深獲國際的認同，澳洲政府亦參考其策略，進行基準與 PDS 的發展工作。以上三種策略，由簡入繁，由片面到全體，其策略都將納入研究中，引導本研究的執行方向。

#### 研究目的

- 一、發展並效化國小自然與生活科技教師之專業基準。
- 二、依據上述專業基準，規劃國小自然與生活科技教材教法（含實習）課程實施並評鑑學習成效。

#### 研究方法

本研究分爲二部分：（1）發展國小教師科學專業基準（ESPTI），（2）發展自然與生活科技教材教法課程（含實習）。

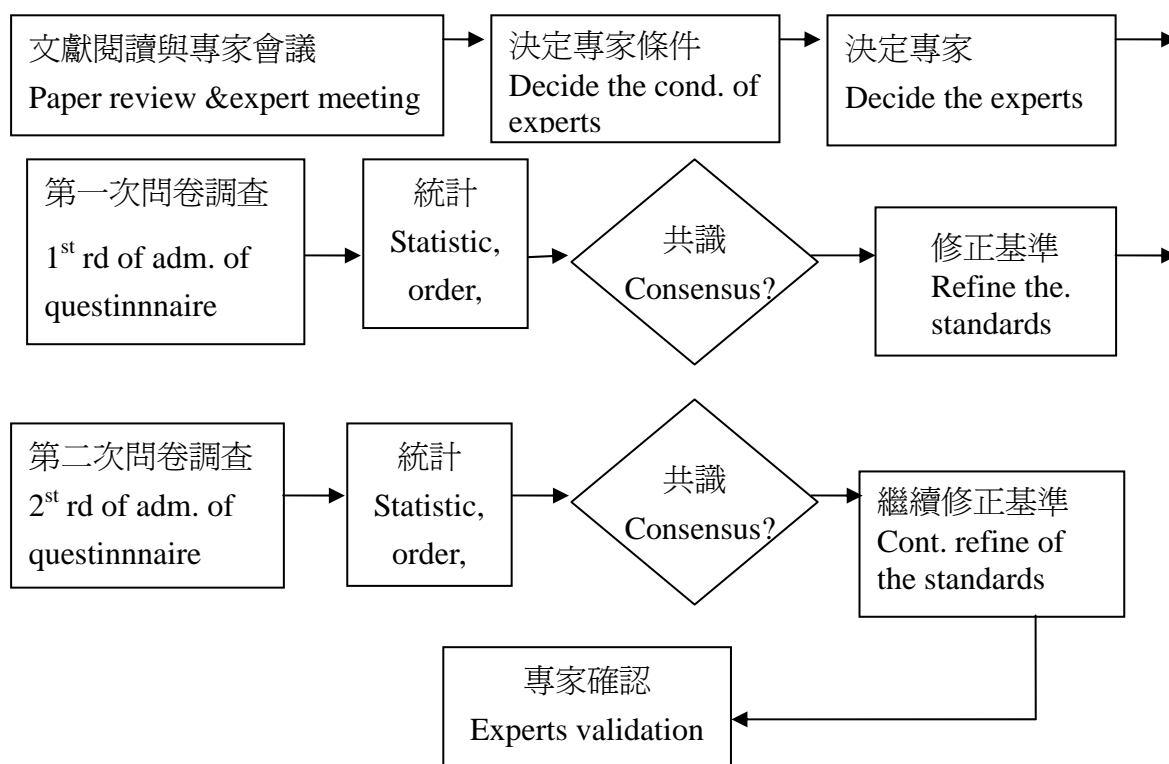
#### 一、發展國小教師科學專業基準（ESPTI）

國小教師科學專業基準（初稿）之發展乃由 2 位大學教授（n=2）、2 位研究生（n=2）、6 位國小資深優秀科學教師（n=6）組成研究群，並進行相關研究文獻閱讀、討論與設計。於發展基準過程中，共有 12 個程序。首先是科學教學知識內涵的界定，研究人員

需回覆以下問題：(1) 哪些是國小科學課程中重要的知識？對於國小科學教學，職前教師需達到哪些重要的理解？(2) 如何達到專家對基準的共識？

為了解決第一個問題，本研究採用類似 Chen (1989) 的方法，廣泛閱讀國內外相關文獻，例如九年一貫課程之十大基本能力指標及八大科學素養、美國和英國之科學教學基準，以及國內各師範大學及教育學院學報 16 種期刊，共 291 篇文章（花蓮師院學報 6 篇、南師學報 3 篇、屏東師院學報 16 篇、科學教育月刊 42 篇、科學教育學刊 93 篇、師大學報：科學教育類 28 篇、高雄師大學報 14 篇、教育資料與研究 1 篇、新竹師院學報 8 篇、嘉義師院學報 4 篇、彰化師大教育學報 2 篇、臺中師院學報 16 篇、臺北市立師範學院學報 17 篇、臺北師院學報 33 篇、臺東師院學報 2 篇、臺南師院學報 6 篇）。研究群首先將這些文獻分為兩大類：專業知識與專業成長。專業知識之下再分基本理念、內容知識、教學知識及學科教學知識。研究群閱讀每一類別相關文獻，進行討論判斷研究發現或建議的優質教學表現行爲，並列表呈現。

第二個問題是基準的共識。本研究於發展基準時，首先進行校內專家會議初審(n=7)確定各項教學實作表現指標的重要性之後，再進行校外專家審查（即大慧調查法實施兩次問卷調查）以確認基準細目，重要研究工作分述如下：



圖一：基準發展之流程圖

### (一) 專家樣本

本研究聘請有關科學教育方面的專家，協助國小教師科學教學基準之大慧調查，專

家審查人員包括 22 位大學科學教育教授，這些專家除了任教科學教育研究所課程外，亦從事科學教育之研究。

## (二) 確定「國小教師科學教學基準」(ESPTI) 問卷初稿

研究小組根據上述科學教學研究文獻，撰寫優質的科學教學行為細目，初稿內容包括專業知識及專業成長。在 (a) 專業知識包括四個面向：(1) 基本理念、(2) 內容知識、(3) 學科教學知識和 (4) 教學知識，總共有 33 條基準；在 (b) 專業成長方面包含 (1) 教學態度、(2) 反省和 (3) 進修等三方面，總共有 3 條基準。上述每一項基準的內容均有相對應之定義、實作表現指標與評分規準，每一項定義、實作表現指標與評分規準均有五等量表，以了解專家對該基準之重要性、實作表現指標的有效性及其評分規準之可行性的觀點。另外，有一建議欄供專家填寫對該基準內容與語彙的適切性及提供審查意見。

## (三) 第一次施測與修正

本研究之第一次大慧調查於 2005 年 5 月進行問卷調查。在第一次大慧調查結果中，大學科學教育教授針對基準語詞表達的適切性給予意見，例如針對基準 Aa1.1.1，專家提出「教師的說明及闡述，並非代表該位教師已透徹了解九年一貫理念，有可能只是一昧的說明」，因此建議將評分規準修改為「教師能表現出對理念之理解」。研究者針對專家之意見進行修正，並於修正之處以字元網底表示。

## (四) 第二次施測與修正

第二次大慧調查於民國 94 年 7 月實施。本研究於進行第二次大慧調查問卷時，附上問卷調查說明函，使專家了解第一次問卷所呈現的各項基準，皆是根據文獻所整理而得，未必具有共識性或必然性。專家於第一次問卷中提供許多寶貴的意見，包括修正、增添及刪除等，有關部分專家認為有爭議的項目，研究者依以下原則處理之：(1) 各基準之重要性、有效性及可行性之平均數大於 3 者均予保留。(2) 若有三位或三位以上委員對某一項基準提出不同的意見而且符合理論者，研究者即予以修正，使其符合委員的意見，同時請專家填寫修正問卷，並再次給予意見。

第二次大慧調查調查回卷中，大部分專家建議將量化的基準轉為質化（詳見附錄三）。例如專家建議將「一個例子」修改為「引用實例」、「理解幾項」修改為「理解的深度」，建議將量化敘述轉變為質化陳述。

## (五) 基準之確定

第二次大慧調查後，研究者針對回卷意見進行基準的修改，並邀請楊榮祥教授再次審查基準。楊榮祥教授根據可觀察的行為表現，進行最後的專業判斷與審查，最後的修改意見是在實作表現指標之下增列分項評量。

本研究經兩次大慧調查後，完成國小教師科學教學基準之建立，包括專業知識及專業成長，專業知識又包括四個面向：(1) 基本理念、(2) 內容知識、(3) 教學知識和(4) 學科教學知識，總共有 32 條基準；在專業成長方面包含(1) 教學態度、(2) 反省和(3) 進修等三方面，總共有 4 條基準。每一項基準的內容均有相對應之定義、實作表現指標與評分規準。研究者進一步對第一、二次大慧調查之資料進行統計分析(包括平均值、眾數及標準差)。

#### (六) 資料分析

本研究實施大慧調查，審查者需依照各基準之定義、實作表現指標及評分規準進行五等量表評分，以了解其對該基準之重要性、實作表現指標之有效性及評分規準之可行性的看法。審查者還需針對該基準仍須修改之處加以註解及填寫建議。

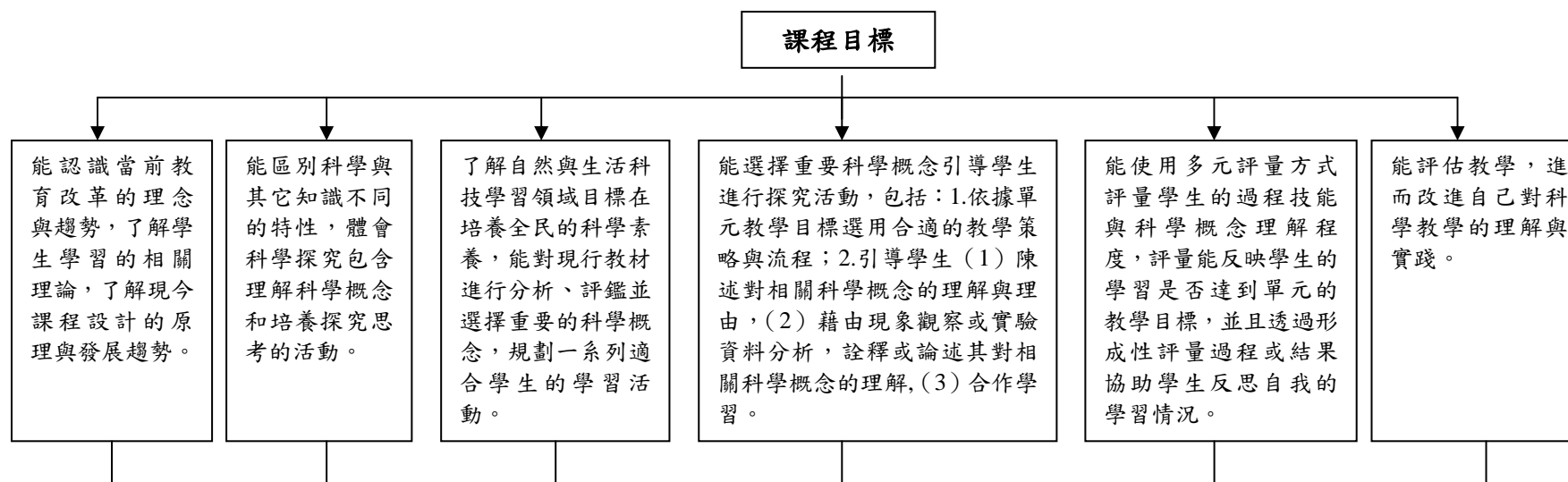
經第一次大慧調查後，本研究進行國小科學教師教學基準之篩選工作。如該基準之重要性、實作表現指標之有效性及評分規準之可行性的平均數大於 3 者，則予以保留。若有三位或三位以上專家對某一項基準提出不同的意見而且符合理論者，研究者即予以修正，使其符合專家的意見。

本研究實施兩次大慧調查後，針對專家對各基準之重要性、實作表現指標的有效性與評分規準之可行性之認同程度進行描述性統計調查(平均值、眾數及標準差)，並分析專家第一次與第二次對基準之認同與共識度及改變的情形。

## 二、自然與生活科技教材教法課程(含實習)評鑑

### (一) 課程介紹

以下是九十四學年度上學期的自然與生活科技教材教法含實習課程說明，授課分成四階段進行，圖示說明課程目標、課程設計、授課進行方式，如下：



**課程設計**

	Phase1：教學理念				Phase2：教學基本知能		Phase3：教學設計及試教				Phase4：教學分析與評鑑
學習檔案內容	科學學習概念問卷	科學探究與科學本質問卷(CK)	教學影帶觀察與反思(1)(CK)	教學影帶觀察與反思(2)(CK)	概念圖&學生迷思概念調查及反思(CK)	課本分析、評論與反思(PCK)	教學設計架構圖(PCK)	教學觀摩與反思(PCK)	教學設計與反思(PCK)	試教與反思(PK&PCK)	教學分析與評鑑(PCK&PD)
學習目標 (國小科學教學專業基準項目)	學習理論(Aa2.1.1)	學科內容知識(Ab1.1.1, Ab1.2.1, Ab1.4.1)	學習理論(Aa2.1.1) 學科內容知識(Ab1.3.1, Ab1.4.1)	學習理論(Aa2.1.1) 學科內容知識(Ab1.3.1, Ab1.4.1)	學科內容知識(Ab2.1.2, Ab2.2.1, Ab2.3.1)	學科教學知識(Ad1.2-1.1)	學科教學知識(Ad1.1.1, Ad1.2-2.1, Ad1.2-3.1, Ad2.1.1, Ad3.1.1, Ad3.2.1, Ad3.3.1)	專業成長(Bb1.2)	學科教學知識(Ad1.2-2.1, Ad1.2-3.1) 專業成長(Bc1.1)	教學知識(Ac1.1.1, Ac1.2.1) 學科教學知識(Ad2.1.1, Ad2.1.2, Ad2.2.1, Ad2.3.1, Ad2.4.1, Ad2.4.2, Ad2.5.1, Ad3.1.1, Ad3.2.1, Ad3.3.1, Ad3.4.1)	學科教學知識(Ad3.4.1) 專業成長(Bb1.1, Bb1.2)

圖二：課程規劃



本課程每週授課 3 小時，課程本身就是以探究教學、建構學習來進行，教學者於教學前先提出問題讓學習者（職前教師）思考，藉由課堂上的活動，例如觀看伽利略生平故事的 VCD、black box 實驗、蠟燭燃燒實驗，來製造認知衝突，並讓學習者（職前教師）分組進行討論，決定解決問題的方法。過程中，教學者通常不會直接說明答案，而是以反問的方式讓學習者（職前教師）自己去判斷，再引導推想出主要的學習概念。連結應用的部分則是讓學習者（職前教師）將所學實踐於教案設計和國小實習之中，為期約 8 週。當然，整個課程也不乏評鑑的部分，包括反思作業、評論教學 VCD、評論教科書、評量學生學習過程與成效、期末總反思等等。

## （二）活動內容

1. 科學是什麼：提出「科學是什麼」的問題讓學習者思考並寫下自己的想法。
2. 觀看伽利略生平故事的 VCD：由觀賞 VCD 中製造認知衝突，使學習者了解到科學是主觀且直覺的。
3. 什麼是探究教學：提出「什麼是探究教學？」的問題，讓學習者思考並寫下自己學習前的想法。
4. blue water 實驗：教師呈現一個情境—有兩個相連的錐形瓶（瓶身用黑膠帶黏貼，看不到內部情形），從一端倒進去較少量的自來水，但卻會從另一端流出來大量藍色的水，讓學習者討論「為什麼？」，並想辦法驗證自己的想法。
5. 蠟燭燃燒實驗：提出「燃燒一根蠟燭和燃燒三根蠟燭，杯中水位的上升高度是否相同？」問題，先讓學習者預測答案，再進行實驗以驗證自己的想法，最後根據實驗結果推論、形成解釋。
6. 引出「科學本質」及「科學探究」的涵義：由伽利略生平故事、blue water 實驗和蠟燭燃燒實驗，帶出科學本質及科學探究的涵義。
7. 認識探究教學模式（5E）教學法：教師介紹探究教學模式（5E）以及評分的標準。
8. 觀看「就是那道光」的教學 VCD：播放國小自然科教師實際教學的 VCD，藉由觀看教學 VCD，同時對教學流程做紀錄，使學習者了解探究教學的流程及探究如何實際應用於教學中。最後再讓學習者針對教學設計進行評論。
9. 觀看「月亮的起源」的教案設計：觀看國小自然科教師的教案設計，讓學習者針對教學設計進行評論。
10. 兒童迷思概念的調查：學習者先任選一個國小自然科課本內的主題，並以小組合作的方式繪出概念圖，再根據選定的主題設計一些相關問題，針對這些問題來對兒童做調查，找出兒童常有的迷思概念。
11. 評鑑現行教科書：根據 5E 探究教學模式，針對課本的教學活動設計進行評論。
12. 教學活動設計：由之前調查兒童的迷思概念中，各組選擇欲破除的迷思概念，根據 5E 探究教學模式來設計教學活動。
13. 教學觀摩與國小實習：一個月教學觀摩並與輔導教師討論教案，下個月輪流實踐教學並作檢討與反省。
14. 什麼是探究教學：再次提出「什麼是探究教學？」的問題，讓學習者思考並寫下自

己學習後的想法以及自己是怎麼學的。

15. 實習後期末總反思：分享實習歷程、檢討教學、評鑑教學和學生學習、提供建議與心得。

### (三) 實習生背景

研究實習生總 17 位大學三年級學生，其中只有 4 位學生高中為自然組，其餘 13 位為社會組背景學生。

### (四) 評量工具

依據本研究發展的國小職前教師科學專業基準 (ESTPI)，評量職前教師科學教學素養之能力。國小教師科學教學專業基準層上分為兩大部分，(a) 專業知識與 (b) 專業成長。(a) 專業知識包括四個面向：(1) 基本理念、(2) 內容知識、(3) 學科教學知識和 (4) 教學知識，總共有 32 條基準；在 (b) 專業成長方面包含 (1) 教學態度、(2) 反省和 (3) 進修等三方面，總共有 4 條基準。依據此 36 條基準，發展國小職前教師科學教學專業知能，期許職前教師能達成學習目標與實作活動，成為優秀的科學教師。詳細整理如下：

表一：自然與生活科技教材教法課程評量項目

學習目標 (國小科學教學專業基準項目)	學習檔案內容	評量內容	評分者
學習理論 (Aa2.1.1)	科學學習概念問卷	問卷 反思報告	大學教授 大學助教
學科內容知識 (Ab1.1.1, Ab1.2.1, Ab1.4.1)	科學探究與科學本質問卷(CK)		
學習理論 (Aa2.1.1) 學科內容知識 (Ab1.3.1, Ab1.4.1)	教學影帶觀察與反思(1)(CK)		
學習理論 (Aa2.1.1) 學科內容知識 (Ab1.3.1, Ab1.4.1)	教學影帶觀察與反思(2)(CK)		
學科內容知識 (Ab2.1.2, Ab2.2.1, Ab2.3.1)	概念圖 & 學生迷思 概念調查及反思 (CK)		
學科教學知識 (Ad1.2-1.1)	課本分析、評論與反思(PCK)		
學科教學知識 (Ad1.1.1, Ad1.2-2.1, Ad1.2-3.1, Ad2.1.1, Ad3.1.1, Ad3.2.1, Ad3.3.1)	教學設計架構圖 (PCK)	教案設計 試教 問卷	輔導教師 大學教授 大學助教
專業成長 (Bb1.2)	教學觀摩與反思 (PCK)	反思報告 訪談	

學習目標 (國小科學教學專業基準項目)	學習檔案內容	評量內容	評分者
學科教學知識 ( Ad1.2-2.1, Ad1.2-3.1) 專業成長 ( Bc1.1)	教學設計與反思 (PCK)		
教學知識 ( Ac1.1.1, Ac1.2.1) 學科教學知識 ( Ad2.1.1, Ad2.1.2, Ad2.2.1, Ad2.3.1, Ad2.4.1, Ad2.4.2, Ad2.5.1, Ad3.1.1, Ad3.2.1, Ad3.3.1, Ad3.4.1) 專業成長 ( Ba1.1)	試教與反思(PK & PCK)		
學科教學知識 ( Ad3.4.1) 專業成長 ( Bb1.1, Bb1.2)	教學分析與評鑑 (PCK & PD)	期末作業 總反思報告	大學教授 大學助教

## 結果

### 一、國小教師科學教學基準(ESTPI)統計分析

大慧調查結果得到國小教師科學教學基準(專業知識及專業成長)32項,實作表現指標36條,評分規準55項。部分基準含有2個實作表現指標(Ab2.1、Ad2.1、Ad2.4及Bb1),另有部分基準之實作表現指標含2個以上的評分規準(Ad1.1、Ad1.2-1、Ad1.2-3、Ad2.5.1及Ad3.2)。

本研究比照 Osborne *et al.* (2003)的研究進行結果分析。採用五等量表供專家圈選,以獲得每一基準之重要性、實作表現指標之有效性及評分規準可行性的平均值、眾數及標準差。統計結果,就基準之重要性而言,第一次及第二次大慧調查之五個面向的平均值均 $\geq 4$ ,由此可知專家認為本研究所發展的五個面向對科學教師而言相當重要。就實作表現指標反應基準定義之有效性而言,第一次及第二次大慧調查之五個面向的平均值亦均 $\geq 4$ ,因此五個面向皆能有效反應各項基準定義的內涵。就評分規準之可行性而言,第一次大慧調查結果僅有Aa(基本理念) $< 4$ ,但於第二次大慧調查之五個面向的平均值均 $\geq 4$ ,由此可知經由大慧調查與修正,本研究所發展的五個面向的基準可用來評量國小科學教學實作表現的程度。

兩次大慧調查的統計資料得知專家對本研究建構的各項基準之重要性(round 1: Mn=4.26~4.59; round 2: Mn=4.39~4.73)及共識度(round 1: SD=0.60~0.83; round 2: SD=0.45~0.64)有提高。專家對於實作表現指標能否反映各項基準定義之內涵的觀點(round 1: Mn=4.12~4.35; round 2: Mn=4.32~4.48)及共識度亦有提高(round 1: SD=0.72~0.83; round 2: SD=0.52~0.66)。專家對各項評分規準之可行性(round 1: Mn=3.90~4.15; round 2: Mn=4.11~4.27)及共識度亦有提高(round 1: SD=0.73~0.90;

round 2 : SD=0.59~0.71)。兩次大慧調查發現，專家對各項基準之重要性依順序排列為 B（專業成長）>Ab（內容知識）>Aa（基本理念）>Ad（學科教學知識）>Ac（教學知識），專家認為 B（專業成長）最重要，有此可知專家認為終身學習對國小科學教師而言是相當重要的。

表二：國小科學教師教學基準經兩次大慧調查後之統計結果

內容	重要性						有效性						可行性					
	ROUND1(n=22)			ROUND2(n=22)			ROUND1(n=22)			ROUND2(n=22)			ROUND1(n=22)			ROUND2(n=22)		
	Mn	Md	SD	Mn	Md	SD	Mn	Md	SD	Mn	Md	SD	Mn	Md	SD	Mn	Md	SD
Aa (n=3)	4.53	5	0.62	4.68	5	0.54	4.12	4	0.75	4.35	4	0.52	3.90	4	0.90	4.11	4	0.71
Ab (n=8)	4.57	5	0.63	4.72	5	0.46	4.30	5	0.75	4.45	5	0.61	4.14	4	0.73	4.24	4	0.58
Ac (n=6)	4.26	5	0.83	4.39	5	0.64	4.14	4	0.83	4.32	4	0.66	4.08	4	0.82	4.21	4	0.70
Ad (n=15)	4.45	5	0.74	4.57	5	0.57	4.35	5	0.72	4.44	5	0.59	4.10	4	0.85	4.22	4	0.64
B(n=4)	4.59	5	0.60	4.73	5	0.45	4.33	5	0.76	4.48	5	0.59	4.15	4	0.84	4.27	4	0.59

註：Aa 表示基本理念；Ab 表示內容知識；Ac 表示教學知識；Ad 表示學科教學知識；B 表示專業成長。

## 二、專家意見

專家對專業成長、內容知識、基本理念、學科教學知識及教學知識等五個面向之意見說明如下：

### （一）專業成長

問卷統計結果各項基準中專業成長的重要性平均值最高，但專家認為 Ba 1（教學態度：展現教師專業的熱忱）中所列的實作表現指標和評分規準範圍太廣，建議於評分規準中最好不要同時涉及多個項目。因 Ba 1 為教學態度，故在評分規準中避免侷限於「參與學生活動」及「分享學生的生活經驗」（ED3）。就 Bb 1（反省：能評估教學，進而改進自己對科學教學的理解與實踐）的評分規準而言，專家認為需進行修正，因為有時候教師雖意識到教學上之問題，但不一定能夠立刻提出修正方法或採取行動（ED18）。於 Bc 1（參與社群學習活動以提昇教師科學教學專業知能），專家認為在評分規準中可再增加參加活動後的心得，以及提升「自修（independent learning）」能力或動機之顯現，以發揮研習之功效（ED18）。

### （二）內容知識

內容知識於各項基準之重要性平均值排列第二，但專家對 Ab 1.1（能區別科學與其他知識不同的特性，例如：科學探究的目的在解釋人類對大自然的疑惑、科學知識具有

不確定性、科學沒有固定的探究方法、科學方法是由理論引導的) 提出在教學中不一定會呈現「於教案中傳達科學本質」, 建議針對「教學」中有否呈現或呈現程度而定(ED9)。

專家認為 Ab 1.2 (引用國小科學課程相關概念的科學史知識) 應利用科學史與教學內容之整合並引導討論, 較直接「解說」抽象的科學本質來得生動且有效(ED18), 並將科學史略加界定, 使其內涵更清晰(ED19)。專家對 Ab 1.3 (瞭解探索科學不只一種方法) 提出理解科學沒有一定的方法, 可能包含實驗歸納、教學推理等。於此基準中宜引入常見的模式, 以使本主題具體化(ED18)。專家認為 Ab 1.4 (體會科學探究包含理解科學概念和培養探究思考的活動) 若符合探究式的學習活動, 應該就能呈現(兼顧)過程技能與思考智能兩方面(只是程度及比例的不同)(ED9)。

專家建議 Ab 2.1 (對國小科學課程涵蓋的基本科學概念有充分的理解) 應修習每一個科學領域科目, 至少要有對科學科目全面架構性的了解(ED4)。在自然科學教育學系就讀的學生可以符合較高的標準, 但是其他學系修的課較少, 是否只修兩種就已足夠的想法, 專家保持較懷疑的立場, 因高標準對自然科教師於學理的建立有利, 但恐又不符合可行性之現實需求(ED7)。專家認為 Ab 2.1.2 (教師透過適當的方式【例如教師的教案、教學、概念圖、其他知識表徵或認知工具】呈現對教學單元基本科學概念的理解) 所提及的科學概念之深度很高, 與其要求教師不要「犯錯」, 不如鼓勵教師勇於質疑, 並探討其中之「合宜性」(ED18)。專家認為 Ab 2.2 (能統整不同科學領域的知識, 形成可促進學生理解的主題概念) 的領域涵蓋太廣, 建議改為不同「主題」的科學知識。若考慮不同「領域」知識之統整, 則難度與可行性有可能都超乎教師的能力(ED18)。

### (三) 基本理念

於各項基準中, 基本理念之重要性平均值列為第三, 但專家對 Aa1.1 (能認識當前教育改革的理念與趨勢)、Aa 2.1 (能了解學生學習的相關理論) 及 Aa 3.1 (能了解現今課程設計的原理與發展趨勢) 提出能「說明」理論不一定就是對理論「了解」, 故建議改為「表現」(ED1)。其中亦有專家也提出由於說出基本理念與實際上了解及運用有極大差異, 若要在輔導會議或教學研究報告中說明, 建議說明一個實際之理念融入教學活動的例子, 而非單純背出法規(ED4)。其實在會議或報告中, 用「說明」的方式, 不易使與會者或閱讀者真正得知那些教育改革的理念, 因為任何學習應由學習者主動建構才易體會(ED23)。於評分規準中需了解「理解幾項」不如「理解的深度」(ED1), 宜注重所敘述的理念「深度」, 而非「數量」; 質化評估而非量化(ED18)。

### (四) 學科教學知識

於各項基準中, 學科教學知識的重要性平均值排列為第四, 專家針對 Ad 1.2-3 (能依據單元教學目標選用合適的教學策略與流程) 提出教師並不熟悉各種教學模式, 以致教學時不易靈活應用或因應教材內容與學生能力而選擇合宜的教學模式(ED23)。亦有專家認為有效的教學模式不是一個既定之形式, 而是需在真實教學情境中用心琢磨, 逐

漸修正而得 (ED18)。

專家認為 Ad 2.1 (能引導學生陳述對相關科學概念的理解與理由, 包括: 說出或寫出學生的想法、對現象的說明與理解) 是符合建構主義的教學模式, 對促進學習相當重要, 但若要落實則教師需被授與權限, 完全掌握教學進度 (ED18)。專家認為 Ad 2.5 (能使用促進學生合作學習的教學策略) 可以分為兩方面, 一個是探討是否在合宜的時機使用合作學習, 另一個是探討若實施合作學習是否有效 (ED4)。

專家認為 Ad 3.1 (評量能反映學生的學習是否達到單元的教學目標) 相當重要, 但是教師須有獨立執行評量之授權 (ED18)。而 Ad 3.2 (能使用合適的評量方式評量學生的過程技能與科學概念理解程度) 所提及的開放式評量之重要性高, 但教師在引用前需先體會可能面臨的質疑、挑戰及繁重的評分任務 (ED18)。專家就 Ad 3.3 (能選擇適當的評量項目訂定並詳細說明評量規準) 提出評量規準不必與學生溝通 (ED22)。專家認為 Ad 3.4 (能透過形成性評量過程或結果協助學生反思自我的學習情況) 如何確認學生能「自我反思」, 難以評量 (ED8)。

#### (五) 教學知識

針對 Ac (教學知識), 專家認為 Ac 1.2 (建立並執行實驗室規則、實驗室安全措施、器材管理與取用辦法、戶外教學安全守則等預防危險發生, 及發生危險事故的應變措施) 應進行更正, 因為學生可能對實驗本身並不了解 (ED4)。建議修改為學期初或活動前教師與學生討論並訂定預防危險發生的措施 (ED21)。

專家對 Ac 2.1 (了解並履行行政程序) 提出個人的看法, 即透過行政程序取得教學資源相當費時, 或未必能取得; 但如果能順利透過行政程序取得教學資源亦佳 (ED9)。這方面的主導權, 恐怕主要由行政單位決定, 而非教師個人 (ED18)。專家認為中小學自然科老師比較沒有直接接觸家長的機會, 因此建議 Ac 2.2 (建立親師合作關係) 改為「能配合導師, 建立親師合作關係」(ED11)。

### 三、職前教師科學教學能力評鑑

本研究以 ESPTI 指標評鑑參與課程之職前教師的學習成效, 評鑑結果臚列於下:

#### Aa 2.1.1

實作表現: 在適當之場合中 (例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等), 教師以引用實例說明如何將學習理論 (建構主義取向學習觀及教學模式、多元智能、學習風格、學習動機、後設認知、認知發展等) 融入實際教學活動中。

證據來源: 科學學習觀問卷調查 (前測與後測比較)。

分析結果: 8 位職前教師由 B 等級提升至 A 等級; 一位由 C 等級進步至 B 等級; 7 位

維持原等級點；一位由 A 等級退步至 B 等級。前測時，14 位職前教師只提及動機學習理論；試教後（後測），8 位職前教師能提及多樣學習理論，並引實例說明之。

	Aa 2.1.1	
	Pre-test	Post-test
A	1 (6%)	8(47%)
B	14 (82%)	8(47%)
C	2 (12%)	1(6%)

### Ab1.1.1

實作表現：在適當的場合（例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等），教師引用實例說明如何在探究活動之後，引導學生對科學的本質，進行討論。

證據來源：科學探究與科學本質問卷(CK)。

分析結果：1 位職前教師可引用實例說明如何在探究活動之後，引導學生對科學的本質，進行討論；10 位職前教師直接向學生說明相關的科學本質議題，但未能引導學生進行討論。

	Ab 1.1.1
A	1(6%)
B	10(59%)
C	6(35%)

### Ab1.2.1

實作表現：在適當的場合（例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等），教師引用實例說明如何將科學史（如科學發展之時代背景，科學家之發現與貢獻，科學與人類文明之關係，科學之未來趨勢等）融入教案、教學或補充教材中。

證據來源：科學探究與科學本質問卷(CK)。

分析結果：1 位職前教師以光合作用作為題目，設計出科學家之發現與貢獻的教學，並於教學中讓學生探討有關科學史之議題；6 位職前教師有針對科學概念介紹相關的科學史，但未引導學生進行討論；10 位職前教師未在教案中呈現相關的科學史。

	Ab 1.2.1
A	1(6%)
B	6(35%)
C	10(59%)

**Ab1.4.1**

實作表現：在適當的場合（例如輔導會議、教學研究報告、課程發展委員會、示範教學、晤談等），教師引用實例說明如何協助學生進行探究式的學習活動，針對可探究的問題，採用合理的方法收集相關資料（例如：觀察、預測結果、操縱變因、分析資料、評鑑結果），探索並理解大自然的知識。

證據來源：科學探究與科學本質問卷(CK)、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：2 位職前教師有設計出符合探究式的學習活動，並兼顧理解科學概念和培養思考之能力；6 位職前教師有讓學生動手操作活動，但因教師主導性強，以致缺乏讓學生進行探索與思考；而 9 位職前教師仍著重講述法，傳統教學式的傳授知識。

	Ab 1.4.1
A	2(12%)
B	6(35%)
C	9(53%)

**Ab2.1.2**

實作表現：教師透過適當的方式（例如教師的教案、教學、概念圖、其他知識表徵或認知工具）呈現對教學單元基本科學概念的理解。

證據來源：概念圖&學生迷思概念調查及反思(CK)、訪談。

分析結果：13 位職前教師由 B 或 C 提升至 A 等級；4 位由 C 提升至 B 等級。前測時，大家皆不了解如何書寫概念圖，概念圖中摻雜多種適當或不適當的科學概念，彼此之間的關係也不清楚。透過此課程試教要求，職前教師了解到探究學習應以單一科學概念為中心進行活動。

	Ab 2.1.2	
	Pre-test	Post-test
A	0 (0%)	13(76%)
B	10 (59%)	4(24%)
C	7 (41%)	0(0%)

**Ac1.1.1**

實作表現：教學中，教師營造課室環境，使學生投入科學學習，其策略包括：(1)學習規範與溝通、(2)課室及實驗室環境的安排、(3)分組活動的安排、(4)秩序管理（例如：計分板、口令或動作）、(5)時間掌控、(6)準備實驗器材或場所、(7)善於提問與引導，鼓勵學生勇於表達，營造正向學習環境、(8)鼓勵同儕合作學習。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、訪談。

分析結果：探究學習立基於建構理論上，因此 12 位職前教師會提醒自己善用提問與引導，鼓勵學生勇於表達，以及合作學習；其餘 5 位教師皆是對自我科學教學



能力缺乏信心，因此在面對學生時缺乏教師專業權威，害怕與學生互動與討論。

	Ac 1.1.1
A	12(71%)
B	5(29%)
C	0(0%)

### Ac1.2.1

實作表現：教師於學期初或活動前與學生溝通、訂定並執行(1)實驗室規則、(2)器材管理與取用分配的次序、(3)實驗室的安全措施、(4)戶外教學安全守則，及(5)發生危險事故的應變措施。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：8 位職前教師會於活動前與學生溝通、訂定並執行實驗規則、器材管理；7 位職前教師是直接告知學生相關注意事項。

	Ac 1.2.1
A	8(47%)
B	7(41%)
C	2(12%)

### Ad 1.1.1

實作表現：教師的教學涵蓋如下九年一貫自然與生活科技分段能力指標之科學素養，並據此組織教學內容及評量學生的學習成效：(1)過程技能、(2)科學與技術認知、(3)科學本質、(4)科技的發展、(5)科學態度、(6)思考智能、(7)科學應用、(8)設計與製作。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學設計架構圖。

分析結果：2 位職前教師的教學有強調過程技能之學習並據此評量學生學習成效；12 位職前教師有讓學生從事過程技能之學習，但未了解學生之技能學習情形，也就是沒有評量學生的學習成效。

	Ad 1.1.1
A	2(12%)
B	12(70%)
C	3(18%)

### Ad 1.2-1.1

實作表現：教師的教學檔案或教案中，能以下列規準評鑑現行教材，並據此規劃適合學生學習的活動：(1)學生的需求(包含興趣、文化背景、認知發展層次)、(2)學習理論(如：建構學習理論是強調依學生的先備知識設計學習活動；後設

學習觀強調協助學生了解個人學習的歷程)、(3)科學的重要性質(如：科學探究及科學本質)、(4)科學概念應用。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷(for 輔導教師)、課本分析、評論與反思(PCK)、訪談。

分析結果：10 位職前教師有依據學生需求、學習理論、科學探究或科學概念的應用性評鑑現行教材，並設計適當的教學活動讓學生參與學習；另 7 位職前教師有評鑑現行教材不適當之處，但仍以家長、輔導老師的要求為主，以現行教材中所設計的學習活動進行教學，未據此規劃出適合學生學習之活動。

	Ad 1.2-1.1
A	10(59%)
B	7(41%)
C	0(0%)

### Ad 1.2-2.1

實作表現：教師的教案或教學以重要的科學概念為學生進行探究活動的主軸。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷(for 輔導教師)、教學設計架構圖。

分析結果：9 位職前教師有引導學生針對重要的科學概念進行探究；8 位職前教師採講述法介紹重要的科學概念，未引導學生深入進行探究。

	Ad 1.2-2.1
A	9(53%)
B	8(47%)
C	0(0%)

### Ad 1.2-3.1

實作表現：教師的教學能依據單元教學目標，選用合適的教學策略與流程，例如(1)以學生的先備知識為基礎；(2)藉由操作實驗與討論，發展概念的理解；(3)能引用適當的類比或隱喻協助理解；(4)藉由科學讀物之閱讀、討論與科學寫作，發展學生科學聽說讀寫的能力；(5)應用科學知識解決日常生活問題；(6)單元教學結束前，要求學生反思其科學學習心得。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷(for 輔導教師)、教學設計架構圖、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：12 位職前教師的教學能依據單元教學目標，選用合適的教學策略與流程，例如了解學生的先備知識並據此設計教學流程、藉由操作實驗與討論、發展概念的理解、應用科學知識解決日常生活問題；4 位職前教師有了解學生的先備知識，但未依此安排合適的教學活動，或有設計操作活動但未發展學生概念的理解，或應用之活動與教學的知識無直接關連性。

	Ad 1.2-3.1
A	12(70%)
B	4(24%)
C	1(6%)

**Ad2.1.1**

實作表現：教學中，教師善用提問策略（例如：加分、讚美或反問）、提問用語明確（例如：開放式問題且陳述簡潔），給予學生足夠的候答時間（至少三秒），使學生深入說明、反省或評鑑自己對相關科學概念的理解與實作表現。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學設計架構圖、訪談、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：9 位職前教師有善用提問策略且陳述簡潔、讓學生充分說明自己對相關科學概念的理解與實作表現；另外 8 位職前教師則未善用提問策略或讓學生充分表達自己的想法，主要原因有缺乏信心、教學準備不完善、教學時間未掌握好、不知如何提問以引導學生進行思考。

	Ad 2.1.1
A	9(53%)
B	8(47%)
C	0(0%)

**Ad 2.1.2**

實作表現：教學中，教師能鼓勵學生以不同的方式表達或論述自己對科學概念或科學探究的理解（包括口頭、書面文字、表演、圖示、實驗操作），教師亦立即給予回饋並再引導其深入的思考。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：11 位職前教師會鼓勵學生以口頭發表、書面文字、圖示、實驗操作來表達或論述自己對科學概念的理解，亦立即給予回饋；6 位職前教師會鼓勵學生表達想法但未給予回饋或未引導學生進行思考。

	Ad 2.1.2
A	11(65%)
B	6(35%)
C	0(0%)

**Ad 2.2.1**

實作表現：教師提供現象觀察或實驗活動，引導學生心智的發展，包括：(1)學生有機會澄清先備知識或迷思概念，經由新的發現與認知衝突，發展另類說明，選擇合理的假說。(2)學生根據自己的問題設計實驗活動，蒐集資料並推論結果。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、職前教師實習之教學觀摩。  
 分析結果：10 位職前教師有引導學生根據自己的想法設計實驗活動，蒐集資料或進行討論；4 位職前教師有提供機會讓學生進行學習，但不知如何引導學生對科學概念加以詮釋或論述；3 位職前教師較無提供機會讓學生對科學概念進行論述。

	Ad 2.2.1
A	10(59%)
B	4(24%)
C	3(17%)

### Ad 2.3.1

實作表現：學習活動後，教師有針對學生的概念作統整（比較與判斷學生概念的合理性）並說明正確的科學論點。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、職前教師實習之教學觀摩。  
 分析結果：9 位職前教師有針對學生的概念作統整，並說明正確的科學論點；4 位職前教師未統整學生想法，只說明正確的科學概念；4 位職前教師教學活動倉促結束，未作適當的統整。

	Ad 2.3.1
A	9(53%)
B	4(24%)
C	4(24%)

### Ad 2.4.1

實作表現：教案或教學中，教師使用與核心概念有關的教學資料(例如：板書、圖卡、實物、模型、標本、電子媒體等)輔助教學，協助學生發展對概念的理解。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、職前教師實習之教學觀摩。  
 分析結果：15 位職前教師有使用與概念相關的教學資料(例如：板書、圖卡、實物、模型、電子媒體等)輔助教學，協助學生發展對概念的理解。

	Ad 2.4.1
A	15(88%)
B	1(6%)
C	1(6%)

### Ad 2.4.2

實作表現：教師有效運用：(1)與科學教學相關之網站資源；(2)社區資源(如鄰近學校之教材園、圖書館、博物館、河川、地形等)輔助教學。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）。

分析結果：8 位職前教師有運用與科學教學相關之網站資源輔助教學；3 位職前教師教

材內容僅限於自然與生活科技領域教科書及校內可用教學資源輔助教學；6位職前教師教材內容僅限於教科書範圍。

	Ad 2.4.2
A	8(47%)
B	3(18%)
C	6(35%)

### Ad 2.5.1

實作表現：教師的教學有使用合作學習策略，其基本原則為：(1)共同參與、分工合作，並分享想法與經驗；(2)辯證、比較、理解不同的想法。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：16 位職前教師有提供學生小組合作學習之機會；1 位職前教師有提供學生小組合作學習之機會，但未讓學生分享想法與經驗。

	Ad 2.5.1
A	16(94%)
B	1(6%)
C	0(0%)

### Ad 3.1.1

實作表現：從教師的教案或教學使用的評量方法，可看出學生的學習是否達到單元教學目標（含知識面、探究思考面及社會面）。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學設計架構圖。

分析結果：3 位職前教師教學使用的評量方法，有評量學生是否達到單元教學目標（含知識面、探究思考面及社會面）；14 位職前教師教學使用的評量方法，只評量學生的知識面或社會面之能力。

	Ad 3.1.1
A	3(17%)
B	14(83%)
C	0(0%)

### Ad 3.2.1

實作表現：教師的教學評量符合如下原則：(1)評量內容與教學目標一致、(2)採用實作評量、(3)有訂定評量基準、(4)給予學生合適的回饋。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學設計架構圖、教學設計與反思。

分析結果：4 位職前教師的教學評量有訂定評量基準、評量內容與教學目標一致；13 位職前教師有訂定評量基準但評量內容與教學目標不一致。

	Ad 3.2.1
A	4(24%)
B	13(76%)
C	0(0%)

**Ad 3.3.1**

實作表現：教師根據教學目標選擇適當的評量項目，訂定並詳細說明合理的評量規準（例如：學生認為合理的給分標準）。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學設計架構圖、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：2 位職前教師有根據教學目標選擇適當的評量項目，訂定並向學生說明合理的評分標準；15 位職前教師有設計評量項目但未向學生說明合理的評分標準。

	Ad 3.3.1
A	2(12%)
B	15(88%)
C	0(0%)

**Ad 3.4.1**

實作表現：教師透過形成性評量（如課室討論、學習單、晤談、作業、段考、平時測驗、實驗報告等）協助學生從中反思自我的學習情況。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學分析與評鑑、職前教師實習之教學觀摩。

分析結果：1 位職前教師透過形成性評量協助學生從中反思自我的學習情況；14 位職前教師雖有進行形成性評量但未協學生反思自我的學習；2 位職前教師並未進行形成性評量。

	Ad 3.4.1
A	1(6%)
B	14(82%)
C	2(12%)

**Ba 1.1**

實作表現：教師主動參與學生活動、積極指導鼓勵學生的學習，並關注其與學生的生活經驗及其他教學問題，展現對教師專業的熱忱。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）。

分析結果：輔導教師對職前教師的教學態度皆抱持相當肯定的認同，指出職前教師能主動參與學生活動、積極指導學生的學習，並關注學生的生活經驗和其他教學

問題，展現對教師專業的熱忱。

	Ba 1.1
A	15(88%)
B	1(6%)
C	1(6%)

### Bb 1.1

實作表現：教師的科學教學檔案中呈現教師根據學生的課室反應及學習資料，評鑑教學的成效並提出改進策略。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學分析與評鑑。

分析結果：13 位職前教師有收集學生學習資料，但未據此評鑑學生的學習成效；僅 4 位職前教師有評鑑自己教學的成效並提出改進策略。

	Bb 1.1
A	4(24%)
B	13(76%)
C	0(0%)

### Bb 1.2

實作表現：教師透過他人的教學歷程或教學意見，分析教學問題，改進對教學的理解與實踐：(1)比對他人的教學歷程（例如：教學觀摩或課程設計等）；(2)反思他人所提供的意見。

證據來源：自然科實習教師專業能力問卷（for 輔導教師）、教學觀摩與反思、教學分析與評鑑。

分析結果：經由輔導教師和其他職前教師的回饋，9 位職前教師意識到自己的教學問題，並提出修正的方法；8 位有意識到自己的教學問題，但未能提出具體修正之方法。

	Bb 1.2
A	9(53%)
B	8(47%)
C	0(0%)

## 結論與反省

本研究主要研究成果有二：（一）獲得專家共識的國小教師科學教學基準(ESTPI)（二）以 ESTPI 評鑑課程實施成效，可獲知實習生科學教學學習成效。專家認為本研究所發展的五個面向對科學教師而言相當重要，兩次大慧調查發現，專家對各項基準之重要性依順序排列為 B（專業成長）>Ab（內容知識）>Aa（基本理念）>Ad（學科教學知識）>Ac（教學知識），專家認為 B（專業成長）最重要，有此可知專家認為終身

學習對國小科學教師而言是相當重要的。

至於以 ESTPI 評鑑自然與生活科技教材教法課程實施成效，在學科知識方面，前測時，大家皆不了解如何書寫概念圖，概念圖中摻雜多種適當或不適當的科學概念，概念之間的關係也不清楚。透過此課程試教要求，職前教師了解到探究學習應以單一科學概念為中心進行活動。職前教師由 B 或 C 提升至 A 等級；教學能依據單元教學目標，選用合適的教學策略與流程；但是在評量方面，職前教師教學使用的評量方法，只評量學生的知識面或社會面之能力，缺少思考智能的面向。最後，在專業成長方面，職前教師有收集學生學習資料，但未據此評鑑學生的學習成效，雖然經由輔導教師和其他職前教師的回饋，有些職前教師意識到自己的教學問題，並提出修正的方法，但仍有一些職前教師尚未能提出具體修正之方法，以上為此為下回課程須加強改善之要點。

### 參考文獻

- Chen, J. W. (1989). Toward an ideal competency-based computer science teacher certification program: The Delphi approach. *ACM SIGCSE Bulletin*, 21 (1), 257-261.
- NCATE. (2000). *Standards for professional development schools*, [http://www.ncate.org/2000/pdsstands\\_10-00.pdf](http://www.ncate.org/2000/pdsstands_10-00.pdf).
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.
- Uhl, N. (1990). Delphi technique. In H. J. Walberg & G. D. Haertal (Eds.), *The international encyclopedia of educational evaluation* (pp.81- 82). Oxford: Pergamon.
- 謝臥龍 (1997)。職前及在職國民小學教師的天氣概念及其相關迷思概念之探究。《科學教育學刊》，7 (2)，157-176。