

精彩教學的危機、轉機與契機

—以「糖水導不導電」為例

戴翠華^{1*} 林曉雯²

¹屏東市瑞光國民小學

²國立屏東教育大學 數理教育研究所

前言

在自然與生活科技的教學課室中，自然教師在進行許許多多的實驗時，常常事與願違，實驗結果與課本呈現內容不符的事件層出不窮，面對這樣的教學情境，正好是教師內隱專業知識發揮而呈現精彩教學的好時機。本文試圖從自然教師以「糖水導不導電」為例，所產生實驗結果與課本不符的教學情境，來闡述精彩的教學「源」自教學的危機～問題的出現；精彩的教學「緣」自「教學的轉機」～理論的結合；精彩的教學「圓」自「教學的契機」～理論 VS. 實踐，並藉此說明在課室教學中，問題是層出不窮、源源不絕的，掌握精彩教學的「源緣圓」，精彩的教學將是永無休止符的。

壹、精彩的教學「源」自「教學的危機」～問題的出現

前不久，國語日報（張彩鳳、楊昭瑾，2007，1月18日）的頭版新聞以斗大「糖水導不導電 兩版本答不同」的標題凸顯不同版本教科書的差異問題。內容描述一

對雙胞胎小婷和小立，分讀不同國小，兩人的自然與生活科技教科書亦分屬於不同版本，問題出在期末考考題都考到水溶液導電問題，小婷的版本寫著「糖水不會導電」，小立的版本卻寫著「糖水會導電」，一模一樣的題目，兩人的解答卻相反，引來家長的質疑。學校老師也有不同聲音出現，諸如「因版本不同所產生的差異確實會困擾教師」；「教師在進行教學時，這類的問題應該讓孩子做實驗尋找答案」；「通常問題不在教科書，應該是在出版商提供的教師光碟題庫，或是測驗卷；某些題庫和測驗卷審題不夠周延，如果學校教師直接拿來作為考題，很容易引發爭議」。小婷說：「我們在學校做了燈泡導電的實驗，結果糖水會讓燈泡發亮，大家對課本上說的糖水不導電立刻有了質疑，但老師隨後說明，純水是不會導電的，糖水因為使用自來水，水中含有雜質，因此會導電。」小立則說：「我們的課本上說糖水會導電，我們也做了燈泡導電實驗，也證實糖水是會導電，而且老師也沒有進一步說明，因此糖水的確是會導電。」

以上事件的發生，在自然與生活科技

* 為本文通訊作者

的教學課室中層出不窮，自然教師在進行許許多多的實驗時，常常事與願違，實驗結果與課本不符，這時大部分的老師就如同上述小婷和小立所敘述的方式解決，錯失了自然科所應重視的科學精神。回顧教育部（2005）自然與生活科技學習領域綱要之基本理念提到「學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力。特別是以實驗或實地觀察的方式去進行學習，使我們獲得處理事務、解決問題的能力。也了解到探究過程中，細心、耐心與切實的重要性」。因此，根據綱要理念，自然教師在遇到類似問題時，應該要避免以「說明」或「漠視」的態度去面對。試想出現問題，並非教學有了危機，轉個念頭想，這樣的問題恰好可以展現教師的專業能力及發揮教師的內隱知識，許多曲折、扣人心弦的劇情或故事，都是因為「問題」而編織完成的。所以，教師的教學也如出一轍，一場精彩的教學實「源」自於「教學的危機」，亦即「問題的出現」，讓教師們發揮科學精神，來進行一場探究式教學，豐富師生的教與學吧！

貳、精彩的教學「緣」自「教學的轉機」～理論的結合

要進行一場精彩的「探究式」教學，理論部分不可少，而符合「探究」精神的理論有許多，教師可依據自己的教材內容，選擇有「緣」之理論當作「教學的轉機」。本文則「緣」繫於「五 E 學習環」

模式，來進行理論與實務的結合，茲將其理論與目的整理如下：

五 E 學習環可分為五個階段：投入、探討、解釋、精緻化與評量（IMPACT,1994; 林曉雯，民 89）分述如下：

1.投入階段（簡稱 E1）的主要目的是引導學生投入，以學習課程中的主要概念；激發學習興趣與好奇心；並探知學生先存知識的瞭解情形與能力。建議教師：提出有趣或待解決的問題、參觀活動、使用與概念直接相連的新聞片斷或一小段影片、教師示範等活動，引發學生的反應，掀開學生對概念的瞭解與想法。

2.探討階段（簡稱 E2）的目的是提供機會讓學生調查、探討某一觀念，建立一般的經驗基礎，分享先存知識；然後學生能基於先存知識與新的經驗，澄清並且提出解釋。教師促成此一過程需要專注問題、評量進展、仲裁差異意見、挑戰學生澄清他們的解說；探討的過程要求手到，也要求心到。建議教師：(1)鼓勵學生操作，不直接說明；(2)學生交互活動時，教師聆聽、觀察學生的反應；(3)必要時，提出深入的問題，重新引導生調查；(4)給學生足夠的時間在迷惑情境中解答問題；(5)扮演學生的顧問。

3.解釋階段（簡稱 E3）是要鼓勵學生基於先存知識與探討經驗做合理的解釋，協助學生組織，並且澄清說明，使其接近科學家的觀點；從探討實驗中使用操作型定義，發展相關的科學字彙，提供經

驗，加強學生對的知識的瞭解。建議教師：(1)鼓勵學生用他自己的話解釋概念和定義；(2)要求學生根據事實做辯證與澄清；(3)正式的提出定義、解釋、和新的字彙；(4)以學生的先前經驗為基礎解釋概念。

4.精緻化階段(簡稱 E4) 的目的是讓學生將他們所領悟到的概念應用或轉移到不同的情境中，重點放在應用在學生的日常生活與事件上，可以將類似的過程和概念與其他科目互相連結。建議教師：(1).提供學生使用前面提供的正式的字彙定義和解說的機會；(2)鼓勵學生延伸概念，應用概念與技巧在新的情境裡；(3).提醒學生其他可能的解釋方式；(4)要求學生參考現有的資料和事件，以回答：你現在知道了什麼？為什麼你會這樣想....？的問題。

5.評量階段(簡稱 E5) 的主要目的是鼓勵學生評量他們學到的概念或能力，並提供教師評鑑學生進步的情形的機會，使

學生重複學習環的不同階段，以促進其概念與技能的成長與進步。教師應提供機會讓學生在新情境中檢驗他們的解釋、行為及態度的正確性。建議教師：(1)觀察學生如何應用新的概念和技能以評量學生的知識和／或技能；(2)尋找學生改變想法和行為的事實；(3)允許學生評量他們自己和整組的學習活動或過程技能；(4)提出開放性的問題以評量學習，例如，為什麼你會這樣想？你有什麼事實根據？你對於xx知道了什麼？你如何證明xx？

叁、精彩的教學“圓”自「教學的契機」～理論 VS.實踐

針對理論結合實踐部分，茲舉高年級「水溶液」單元為例，但因此內容包含水溶液的溶解性、酸鹼性和導電性等三大學習目標，礙於篇幅與糖水是否導電議題，以下只節錄水溶液的導電性來說明精彩的教學“圓”自「教學的契機」～理論與實踐的結合。

水溶液的導電性：

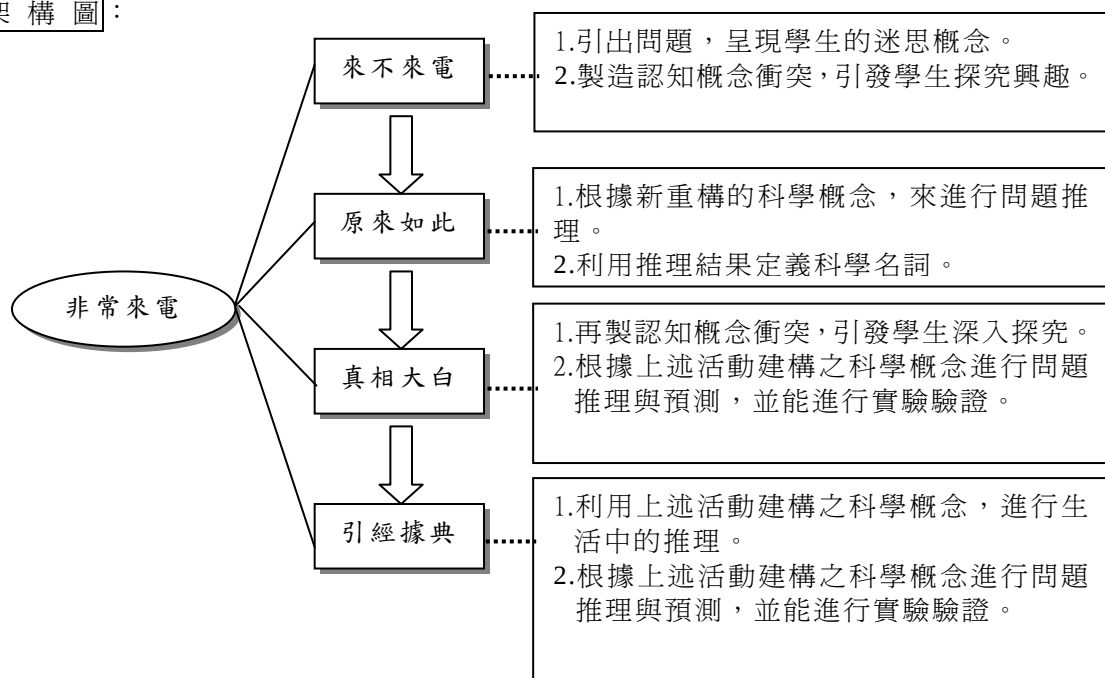
概念：1.瞭解有些水溶液具有導電的性質。

2.水溶液：是由溶質＋溶劑（水）形成的。

◎溶質：●能導電一稱為電解質●不能導電一稱為非電解質。

◎溶劑：純水（沒有含電解質）—不會導電。

架構圖：



【活動名稱】：非常來電

教學活動一：來不來電			
五 E 學習環類別	E1：投入階段	時間	10 分鐘
教學目標	利用水會導電的概念，製造學生的認知概念衝突，以引發學生探究科學知識的興趣。		
先備知識	1.打雷、下雨時，不要去游泳。 2.濕手碰插頭會被電的經驗。		
教學步驟策略說明			指導要點 注意事項
1.複習「水溶液的溶解性」概念，「溶液：溶質＋溶劑，溶劑是水時，稱為水溶液」。 2.問題引入：問學生(1)為什麼打雷、下雨時，不要去游泳？(2)是否有用過濕手碰插頭被電的經驗？藉此引出學生的先備概念—「水會導電」（此部分為引出問題，呈現學生的迷思概念）。 3.接著順著學生的回答讓學生真的作實驗，來證明「水會導電」。先介紹「純水」市售的水，請學生先觀察市售的水瓶的「營養標示」，看看每種成分的含量。準備「純水（便利超商選取）、導電裝置等實驗器材，讓學生先觀察實驗器材，然後師生一起討論實驗的步驟。 4.實驗結束後，讓學生發現「水怎麼不會導電？」，造成和原先想法不同的衝突，以引入後續的教學活動（此活動主要是利用「純水」不會導電來引發學生「水會導電」的先前概念認知衝突，順勢激起學生的求知欲望和好奇心，進而探究新的科學概念）。			為了隨手可得的理念，「純水」可至超市找找營養標示都是0的市售水，也可作為後續教學活動用。
相關資源教具	純水（市售的水）、導電裝置實驗組		

教學活動二：原來如此			
五 E 學習環類別	E2：探討階段 E3：解釋階段	時間	10 分鐘
教學目標	1.瞭解有些水溶液具有導電的性質。 2.電解質與非電解質的名詞定義。 3.讓學生能根據新重構的科學概念，來進行推理。		
先備知識	1.水溶液：是由溶質＋溶劑（水）形成的。 2.純水不會導電。		
教學步驟策略說明			指導要點 注意事項
1.由上述活動歸納證明出「純水不會導電」。 2.接著請學生進行八種水溶液的導電情形實驗，並將實驗結果記錄在附錄一的活動單上。（在進行實驗前，先和學生討論實驗步驟，如何利用一份導電裝置實驗器材來檢驗八種水溶液。引導學生注意每做一種水溶液，就將電線沖洗並用衛生紙吸乾），各組實驗後，再一起討論實驗結果。 3.根據實驗結果進行名詞定義，讓學生根據「純水不會導電」的新重構的科學概念，來推理水溶液（純水＋溶質）會導電，問題出在哪裡？讓學生找出會引起水溶液導電的元兇是「溶質」，然後定義「會導電的溶質稱為電解質」和「不會導電的溶質稱為非電解質」。			此八種水溶液是水溶液溶解性和酸鹼性教學活動時所使用的水溶液，溶劑都是用純水泡製。
相關資源教具	八種水溶液、導電裝置實驗組、衛生紙		

教學活動三：真相大白			
五 E 學習環類別	E2：探討階段 E3：解釋階段	時間	10 分鐘
教學目標	1.瞭解「糖」是非電解質。 2.瞭解地下水並非是純水。 3.再製造學生的認知概念衝突，以引發學生持續探究科學知識的興趣。 4.根據已有的科學概念進行推理與預測，並能進行實驗驗證。		
先備知識	1.「純水」不會導電。 2.會導電的溶質稱為電解質。		
教學步驟策略說明			指導要點 注意事項
1.發下糖包和一杯水（自然教室水龍頭的地下水），讓學生攪拌製成「糖水」的水溶液，接著讓學生根據之前的實驗結果進行預測，此種狀況學生大都會回答「不會導電」，然後請學生直接進行導電實驗來驗證（製造認知衝突情境，引發學生持續深入探究的興趣）。 2.實驗結果必和之前的實驗產生相反，藉此激發學生的概念衝突，然後引導學生深究為什麼兩次的實驗結果不同，主角都是「糖水」，但一杯會導電、一杯不會導電，引導學生基於先前知識與經驗進行探究，來做合理的解釋，找出水溶液中的溶劑「水」有問題，讓學生解釋出兩杯的水有差異，一杯是純水，另一杯是自然教室中的地下水，非純水的推理想法，並根據此想法進行實驗驗證。			由學生自己在純水中泡製糖水，然後進行實驗，學生親身體驗，較能製造概念衝突，每

3.學生推理出自然教室中的「地下水」並非「純水」，既然不是純水，就可能導電，因此，請問學生如何驗證「地下水」並非「純水」的想法，引導學生裝自然教室中的「地下水」和導電裝置直接進行實驗來驗證其想法。	一個衝突都是引導學生深入探究的新契機。
相關資源教具	地下水、糖包、玻棒、導電裝置實驗組

教學活動四：引經據典			
五 E 學習環類別	E4：精緻化階段 E5：評量階段	時間	10 分鐘
教學目標	1.利用電解質會導電概念，進行生活中的推理。 2.根據已有的科學概念進行推理與預測，並能進行實驗驗證。		
先備知識	1.「純水」不會導電、「地下水」會導電。 2.學生知道鹽的成分中含有「鈉」。		
教學步驟策略說明			指導要點 注意事項
1.在學生釐清「糖」為非電解質，糖水會不會導電源自於溶劑「水」的品質，因此，為了評量學生是否理解，可以再進行學生將他們所領悟到的概念應用或轉移到不同的情境中，應用在日常生活與事件上的「精緻化」的推理。 2.發下市售的杯水，讓學生觀察市售的杯水，然後進行提問，問學生杯水是否會導電？讓學生觀察觀察後，根據以上所建構的科學概念來進行預測，此觀察部分希望讓學生觀察營養標示內容，然後進行推理市售的杯水是否會導電？ 3.學生根據「純水」學習活動的經驗，再配合電解質的概念，大都會提出「會導電」的推理，然後讓學生直接將導電裝置分兩邊插入杯中，進行實驗驗證。 4.最後請學生解釋為什麼會導電的原因，學生大都會回答營養標示上並非標示 0，代表非純水，和地下水的道理一樣，甚至有學生會提到杯水的營養標示上有鈉和鹽的成分有關，而鹽是電解質，所以會導電。			結合 E1：投入階段觀察營養標示的活動（建議老師可以參考）。 進行杯水實驗時，不需杯水的密封膜拆開，直接引導學生將兩頭電線分開兩處直接插入杯中即可。
相關資源教具	市售的杯水（非純水）、導電裝置實驗組		

肆、精彩的教學“源緣圓”沒有休止符

綜合上述的「非常來電」活動之一系列「來不來電」、「原來如此」、「真相大白」到「引經據典」的四個教學子活動，每一個活動都製造「問題」，形成學生的認知概念衝突，而透過每一個活動的探究歷程後，學生所習得的概念又形成下一個活動的先備經驗，用來解釋、推

測每一個的「問題」。雖然「糖水會不會導電」只是一個小小問題，兩個字「不會」，即可解決，但並未具有自然科的學科本質精神，若教師善用每一個問題，並結合相關理論，進而實踐，就能上演一場符合該科特色的精彩教學。在課室教學中，問題是層出不窮、源源不絕的，掌握精彩教學的“源緣圓”，精彩的教學將是永無休止符的。

伍、參考書目

林曉雯 (2000)。建構主義教學策略—學習環境的基本理念及國小自然科學設計舉隅。科學教育，11，43-51。
張彩鳳、楊昭瑾 (2007，1 月 18 日)。糖水導不導電 兩版本答不同。國語日報，1 版。

教育部 (2005)。國民中小學九年一貫課程綱要。教育部。

Implementation of Mentoring Practices to Assist Classroom Teachers. (1994). IMPACT Project: Science summer enhancement workshop. CO: UNC.

附錄：

它導電嗎？

(95 六下 1)

活動一

年 月 日 六年 班 號 分類人：

檢驗說

請小朋友分別將水溶液滴在紅、藍石蕊試紙上，並根據顏色變化，分別在適當的欄位上，塗上石蕊試紙最後的顏色（紅色或藍色）。

石蕊試紙 水溶液	紅色石蕊試紙		藍色石蕊試紙		是否通電 (是打✓)
	不變色	變藍色	不變色	變紅色	
醋酸	○	○	○	○	
小蘇打水	○	○	○	○	
鹽水	○	○	○	○	
檸檬汁	○	○	○	○	
洗廁劑	○	○	○	○	
肥皂水	○	○	○	○	
糖水	○	○	○	○	
氨水	○	○	○	○	

分類說明

顏色：

水溶液

我是 () 性
比喻為 () 性

顏色：

水溶液

我是 () 性
比喻為 () 性

顏色：

水溶液

我是 () 性
比喻為 () 性