

動手動腦玩科學！

自然科探究與實作在各教育階段的課程設計與實例

【課程及教學研究中心助理研究員 吳文龍】

本次「自然學領域課程綱要」(以下簡稱自然領綱)高中階段共 12 個必修學分，其中包括三分之一跨科目之主題式探究與實作課程內容，目的就是成為帶動國中小進行探究與實作的火車頭。在經歷過 108 學年度高中課程計畫書審查，從有趣的科學遊戲類型到培養科學探究的實作活動，只要符合問題為中心的教學，都是培養學生科學探究的好課程。讓學生從發現問題、認識問題到解決問題，提出結論與表達溝通的機會。以下本文將說明國中小階段應該如何相互配合，並且向上支持高中階段，逐步打下科學學習的基礎。

國民小學階段：動手實作豐富科學學習經驗

國民小學階段的關鍵在於增加學生日常生活的學習經驗，透過觀察操作等方式親身體驗到自然世界的各種現象。在圖 1 能量轉換的課程中，可以看到中年級學生透過實作找出葉子受光的最大面積，讓光合作用這個很抽象的概念，能透過動手實作累積學習經驗，作為下一階段的學習基礎。由此可知，國小教師必須在教學中突破學生有限的生活經驗，幫助學生覺知到的更多樣的科學現象，不論是聲、光、電、熱、磁等都可以成為學習的素材，持續引發學生好奇心與探究自然世界的信心，累積豐富的科學學習經驗。



圖 1、中年級學生在走廊上利用陽光找出葉子最佳的受光排列

此外，課綱設計為銜接國小與國中階段，以微觀粒子概念提供學生思考物質組成，成為理解自然事物的方法或工具之一。課程中透過想像力來思考物質不斷切分後，最小的單元是什麼？這個最小的單元是如何表現出不同的科學現象？在圖 2 物質微小構造的實作中，學生把觀察擴散作用並類比到粒子運動，就是希望引導學生想像及思考到肉眼看不到的微觀世界，深化學生的科學學習經驗。



圖 2、物質組成，高年級學生在咖啡溶解實驗中進行觀察。

國民中學階段：用科學打開學習的大門

國民中學教育階段關鍵在於適時地引入科學知識系統，透過科學概念與探究方法理解自然世界的現象。在圖 3 中是七年級跨科主題「從原子到宇宙」的單元，學生學習科學計量單位，再將生活周遭事物定錨在這個單位圖所處的位置。立基在國小階段透過放大工具所建立次微觀的觀察經驗，國中階段進一步提供科學尺度的單位，體會到從微觀粒子的小到整個宇宙的大，擴大對科學尺度的想像力。



圖 3、引入科學計量單位，同時學習科學記號與欣賞各類事物的尺度位置。

可知國小階段所累積的科學學習經驗，在國中階段配合科學方法如科學測量或控制變因，教師引導學生經歷科學探究過程。在圖 4 腸衣篩選的實驗中，學生比較葡萄糖與澱粉通過腸衣的情況，透過計量單位的科學知識系統能解釋兩者差異，瞭解物質在尺度上的大小會影響到實驗的篩選結果。讓科學知識系統提供學生間溝通互動的語言基礎，進而產生更多可探究的研究問題。



圖 4、腸衣篩選的實驗，因孔隙大小不同影響物質是否能通過。

高級中等學校階段：系統思考到科學論證

高級中等教育階段在於建立科學模型與理論的系統思考與科學論證能力，更接近科學家或工程師的思考模式。以蠟燭燃燒實驗為例（參考教師共備社群連結 <https://pikaof6.weebly.com/>），器材雖然十分簡易，但這卻是複雜系統的好例子，因此部分高中學校應用到自然科探究與實作課程中，學生在實際操作後都會發現許多需要控制的變因，光是蕊心長短的因素就能使兩組實驗作出相反的結果，總能引發學生相互的論證。進一步來說，透過同儕論證能對實驗提出比較和判斷資料，反思實驗過程的優缺點，並加以修正，體會到科學就是一個求知的歷程，且對於自然世界保持探究的開放態度。

最後，師生或同儕間的討論就是一種科學論證，也是高中階段重要的能力之一，如圖 5 教師為高中學生提供團隊任務分配，幫助學生進行科學發表或論證，透過任務的分工再提出探究問題，如米蟲種類、生活史或趨光性等。在發現問題、認識問題、問題解決的過程中，學生透過科學語言與同儕溝通互動，增加學生科學的陳述與論證能力，建立未來公民所需要的基本科學素養。

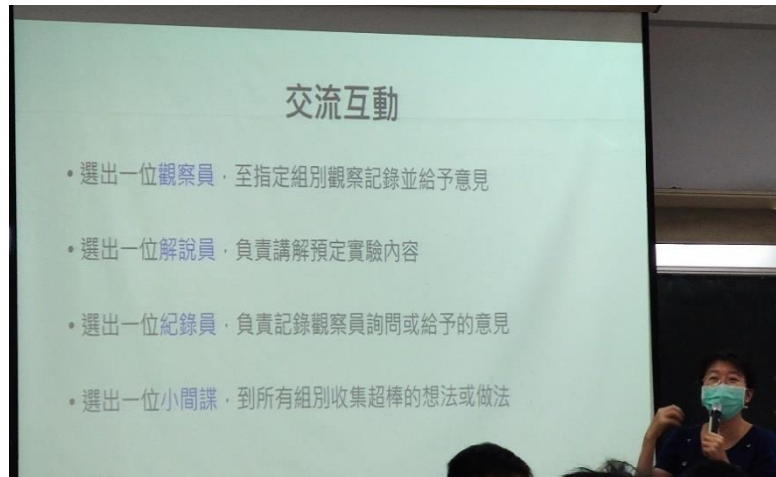


圖 5、透過不同教學設計引導學生分享探究歷程與成果。(註：圖片取自國立臺南一中探究與實作課程)

結語：一場探究實作的教／學接力賽

本文點出各教育階段的探究與實作重點，期待現場的科學教師能相互理解與配合，逐步引導學生具備探究與實作的能力與態度。最後，自然科探究與實作課程無法單靠高中階段完成，而是需要各階段依課綱設計逐步培養，特別是國中教育階段扮演承先啟後的角色，在科學知識系統下整合國小階段累積的科學學習經驗，並且進行科學探究的實作活動，以利銜接高中自然科探究與實作課程。

資料來源

黃茂在、吳文龍 (2018)。十二年國民基本教育自然科學領域教材及教學模組研發模示與示例研發計畫。委辦單位：教育部國民及學前教育署。

註：圖 1 至圖 4 取自自然科學領域素養導向之教材及教學模組，教學模組連結：
https://stv.naer.edu.tw/teaching/design/teach_module.jsp?domain=D&grade=elem