

偏鄉學生面臨科學探究式專題導向教學法之學習挑戰

洪萱芳¹ 林英杰² 顏瓊芬^{3,*}

¹國家實驗研究院 科技政策研究與資訊中心

²彰化師範大學 科學教育研究所

³靜宜大學 生態人文學系

摘要

本文主要探討以生活經驗為起點出發的地方本位教育模式，結合科學探究式專題導向法對偏鄉學生的學習成效。研究文獻指出，許多科學知識的教學並未充分連結學生的生活經驗與背景知識，使得許多學生在學習歷程中遭遇挑戰，進而影響自我學習認同；此外，學生在進行科學學習時，因為先備知識不足，導致其在科學學習過程中學習動機低落，學習成效亦受到極大影響。因此本研究希望透過探討9位中部偏鄉小學五年級學生為主要研究對象，由1位自然科學專業知識與教學資歷極為豐富的教師擔任教學者，希望在排除教師學科知識較弱的因素下，探討偏鄉學生面對科學探究式專題導向教學法的挑戰。研究發現，本研究所建構的地方本位教育之科學探究式專題導向教學法，較適合對周遭環境敏感度較高的學生，因不管原有知識架構完整與否，透過經驗的連結，可協助發展出系統化的知識架構，對學習成效有正面影響。另外，研究結果也顯示，傳統講授法對於學生的學習認同與習慣影響深遠，包含傾向有標準答案的教學與強調學習結果忽略過程的學習方式等，因此若要推動創新教學法，必須正視傳統教學法對學生帶來的影響。

關鍵詞：地方本位教育、科學探究、專題式導向教學法、學生特質、環境教育

壹、緒論

近年來，為因應偏鄉學生學習成就低落、學習資源不足等問題，政府投注了許多教育資源於偏鄉學校，從1996年的「教育優先區」計畫到近來積極投入的教育實驗方案等政策皆是為了提升學生學習成效(教育部，2015；彭錦鵬等，2016)。但許多研究皆指出，偏鄉師資的短缺，如教師流動率高與教師經驗較為不足等，與偏鄉學校如何進行資

源整合和落實資源的使用已然成為偏鄉教育的重要問題(林天祐，2012；郭俊呈、侯雅雯，2017)。許多學者更進一步指出，偏鄉學校之硬體設備資源並不亞於一般平地學校，但教師流動率，加上新手教師缺乏輔導，另因偏鄉學校員額較少，許多教師需兼任行政職或其他科目教學，使得許多教師仍舊傾向使用傳統教學的講述法，學生個別差異與自主學習沒有被充分融入教學法當中(呂玟霖，

*通訊作者：顏瓊芬，cfyen@gm.pu.edu.tw

(投稿日期：民國107年8月31日，修訂日期：民國108年6月19日，接受日期：民國108年6月24日)

2016；林天祐；張訓譯，2018；張德銳，2017；黃政傑，2014)。這種種因素，皆可能造成偏鄉學生學習成效較為不佳的因素。

而小學的各學科當中，各種探究、邏輯推理、調查與批判辨證等能力之培養，又以自然科學為重要的切入面向。近來公布的十二年國民基本教育課程綱要指出，自然科學領域重點在於培養學生具備科學核心概念、探究能力、科學的態度與本質三大面向之知識與技能。而其中探究能力的部分可分為問題解決與思考智能兩大項目，涵蓋了想像創造、推理論證、批判思辨、建立模型、觀察定題、計畫執行、分析發現與討論傳達等能力，另外在科學態度上需培養學生具備能夠進行科學探究的興趣與能使用科學探究來進行思考等能力(教育部，2015)。因此如何培育學生的科學探究能力已然成為科學教育中的關鍵重點，而研究指出，學生探究能力的培養與科學課室中所使用的教學法有密不可分的關係(Munck, 2007)，且各種科學探究法的使用都顯示對於學生在科學學習的成效有正面的影響(Chang & Mao, 1999; Freeman et al., 2014; Hussain, Azeem, & Shakoor, 2011)。臺灣目前科學課室中的教學法，仍是以傳統講授法為主，而其中一個重要原因則是科學教師的專業學科知識不足，為了避免在教學過程當中產生不確定性且導致學生產生迷失概念，學科知識較弱的自然科教師經常會選擇傳統講述法(游柏隆，2007；劉寶元、劉嘉茹，2013)；此外，許多科學知識的教學亦沒有充分連結學生的生活經驗與背景知識，因此使得許多學生在學習歷程中遭遇挑戰，進而影響自我學習認同，而這樣的現象又以新住民、偏鄉、原住民等非主流學生族群較為顯著。

為了進一步探索較適合非主流族群學生

的科學探究法的課程設計模式，本研究以1個中部偏鄉小學五年級班級為主要研究對象，探討學生面對科學探究教學法所遭遇的困難，且與1位自然科學專業知識與教學資歷極為豐富的教師合作，希望在排除教師學科知識較弱的因素下，面對科學探究教學時，偏鄉學生對於需要扮演主動學習角色時所遇到的挑戰與困難。

貳、文獻探討

一、科學探究式專題導向教學法

(一)科學探究教學法發展

早在20世紀初，杜威的經驗學習已提出要引導學生從經驗學習，發展反思能力，才能夠將所學的知識轉化為較深層的知識，因此學習的重點並不僅僅只是知識本身，學習如何探索知識的過程與方法也是重要關鍵(Dewey, 1935)。植基於此，探究學習法在科學教育的採用，逐漸在1950年代開始成為科學教育的趨勢，如Gagné (1965)提出兒童可以透過實驗探究方式探討簡單的自然現象，Bruner (1960)也提出學生應該透過一些科學的探究活動來發展直觀與分析的能力。然而當時因受到實證主義的影響，認為科學知識應是具有絕對權威，且無法改變的真理，因此科學學習逐漸形成是一種發現知識的學習，學生對於知識的質疑，在學習過程中是受到壓抑的，也因此學生在科學學習的歷程當中經常扮演的是被動學習者的角色。

1960年代時有學者開始對科學教育中以科學知識傳授為主要目的之教學模式提出批判，且認為只重視學生是否習得所傳授的科學知識，不強調知識的成因和證據可能會造成學生在反思能力上的發展受限(Schwab & Brandwein, 1962)。因此開放性的實驗研究教

學模式開始被提出來，教師鼓勵學生透過基本的觀察、記錄、分析能力來發展暫時性的結論的角色，透過探究反思的歷程來進行科學學習，較過去的教學強調以經驗學習為基礎的科學探究教學因而開始發展，雖然在此時的探究教學設計，多半以證明或是演示科學內容與知識之學習活動為主，且探究的過程多以教師為中心進行發展，然而從學生經驗為出發點進行科學學習的原則已逐漸發展成為在科學教育教師與研究者的共識(洪振方，2003；Schwab & Brandwein)。

1980年代時，許多學者已提出探究取向課程較傳統講述法對學生的分析、批判、推理等能力較為有效，但也同時指出對於低層次的認知表現，兩種教學法並沒有顯著的差異；若進一步分析，一方面傳統講授法在低層次的知識結構方面是極為有效的教學方式，符合教師期望學生在課程後具備基本科學知識的要求，而另一方面教師實施探究教學時，經常面臨時間、學生進行探究教學的基本能力和素養不足、教學進度緩慢、教科書的順序，以及教師在班級經營的挑戰等因素影響，因此即使探究教學法仍夠強化學生在高層次的邏輯推理、歸納與問題解決等能力，許多教師仍舊傾向選擇傳統講授法(Costenson & Lawson, 1986; Shymansky, 1984; Stake & Easley, 1978)。然而當時也有學者對傳統講授法提出批判，認為採用傳統講授方式雖然可以讓學生呈現出精熟各種科學事實和現象，但卻是較沒有整體系統思維的科學知識系統，因而當學生面對真實情境的問題時，較無法應用所學的知識來進行問題解決，以致於學生逐漸發展出科學知識與生活經驗知識是分別的兩套知識之認知，產生因為不知道如何將知識應用在真實情境上，而在邏輯推理、歸納與問題解決的情境上，其

能力較無法隨著知識的增長而強化(Costenson & Lawson)。

隨著教學與學習的典範逐漸轉變成以學生為中心的學習模式，探究學習加入新的元素，即學生如何調查和分析科學問題，如何透過科學探究活動來解釋科學現象或問題(洪振方，2003；National Research Council [NRC], 2000)。美國國家科學教育標準(National Science Education Standards, NSES)也承襲科學探究的發展，提出學生應該從科學本質和科學史的脈絡開始，學習能夠進行科學探究的方法，探索自然界中所蘊含的豐富知識，其中特別強調如何提出問題、形成研究假設、設計研究程序、透過觀察分析所歸納出來的證據與數據進行問題解釋、對於探究過程中產生之有異於預想的證據能夠提出質疑與解釋、對科學證據的思辨能力及科學訊息扮演的角色(Lederman & Lederman, 2005; NRC, 1996)。這與臺灣從九年一貫課綱到十二年國教課綱在科學領域強調的重點一致，即科學學習需包含的面向有科學知識、科學態度與科學方法，而在探究的發展過程當中，學生如何透過證據歸納、分析結果來論證解釋科學問題正是關鍵重點，也就是以學生為中心的觀點在科學探究發展的過程當中，已逐漸取代以教師為中心的觀點，而這也可觀察出來，現階段的科學教育，除了科學知識的養成之外，更重視個體在學習過程中所被培育出來的科學素養，包含以科學思維來探討評估問題或現象，透過科學方法與策略發展自我對各種生活經驗中相關議題的看法觀點(楊秀停、王國華，2007；劉湘瑤，2016)。

然探究教學因學生的多元背景與教室情境的差異，也發展出不同的類型，若依照學生導向的程度與教師或教材導向的程度與提問、計畫、分析、詮釋和溝通等不同階段來

區分，NRC提出探究教學基本型態與其他相關的變異型態(表1)。

探究教學法特別強調要讓學生動手做，從食譜式的驗證到開放式的探究都包含在內(Padilla, 1991)。食譜式科學活動為提供紀錄學習，鮮少刺激邏輯思考能力。開放式實驗活動則是從問題到解題均由學生全程主導，所以獲得邏輯思考能力與創造力為一定的活動目標；因此在開放式科學探究中，學生的推理、思考及問題解決的能力均能得到較高的發展。依照Martin, Kass與Brouwer (1990)提出的符合真確符實的科學應包含的條件：觀點來自第一手的科學經驗，或根據科學社群認同的科學組成(包括科學方法、目標或意義等)。許多研究發現學生進行小組探究活動，除可讓學生習慣科學思考並表達想法之外，亦可得知學生因此而重新建構概念、相互辨證及解釋。而科學探究的基本原理與教學理念在於強調發展學生科學思考與學生探究技

巧能力的建立，且教學者須提供學習情境讓學習者真正參與並能像科學家一樣的思考科學與做科學(謝甫佩、洪振方，2004；Savery, 2015)。即不只強調學生要動手做，更強調要主動探究問題，在學習過程中教師適度引導學生，讓學生對於在學習中所產生的問題，主動積極進行探究與尋找，更重要的是在自我探索的過程所獲得的知識，學生會應用在問題解決的過程中，訓練其批判思考、知識評估、決策與問題解決的能力；因此重要的是學生從探索問題的過程一直到最後的成果，都出自於個人的評估與決策(Gülbahar & Tinmaz, 2006; Savery)。

然而，若綜合分析過去幾十年來的科學教育研究，從早期的偏向較以教師主導的探究教學型態到近來較強調以學生為主體進行的引導式或開放式探究教學型態，科學探究教學的推動至今仍舊面臨關鍵問題，即教師因限於時間、學生探究能力與素養

表1：探究教學基本型態與其他相關的變異型態表

階段	基本特徵	變異型態1	變異型態2	變異型態3	變異型態4
提問	學生從事科學性問題的探究	學生自己提出問題	學生從現有問題中作出選擇，據以提出新問題	由教師、教材或其他來源提供學生提問，但仍須學生自己去洞察或澄清問題	由教師、教材或其他來源提供學生探究的問題
計畫	學生根據問題來蒐集有關的證據	學生自己決定哪些可做為證據並進行蒐集	學生在指導下蒐集某些數據	給予學生數據並要求學生進行分析	提供學生數據並告知如何分析
分析	學生由證據形成解釋	學生在摘要證據後形成解釋	學生在指導下由證據形成解釋	給予學生使用證據形成解釋的可能途徑	提供學生證據
詮釋	學生將解釋連結到科學知識	學生自己對其他訊息來源考作考察與解釋形成連結	學生在指導下朝向科學知識的領域和來源	給予學生可能的連結	
溝通	學生為他們的解釋作交流及辯護	學生形成合理的及邏輯的論證，以及交流解釋	學生在指導下發展交流的方法	給予學生廣泛的指導以學習如何交流	給予學生交流的步驟和程序
較多.....		學生導向的程度.....			
較少.....		教師或教材導向的程度.....			

資料來源：Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning (p. 29) by National Research Council, 2000, Washington, DC: National Academy of Sciences.

等因素，偏向於採用傳統講授法，即使使用探究教學法，也以教師為中心之結構式探究教學為主。如研究指出以開放式科學探究法進行教學，所遭遇的許多困難，包含教材內容、時間與資源不足、教師工作負荷、學生的探究經驗與能力不足等因素，如學生在探究過程中，缺乏高層次思考能力，使得開放性探究活動中強調的實驗設計、推理與歸納結論等任務，因學生未具備足夠能力導致教師需調整在活動中的角色(陳姿妙，2006；魯俊賢、吳毓瑩，2007)。這些因素和1970與1980年代研究者所提出之影響教師選擇探究教學法的理由幾乎是一致的，因此重點應不在探究教學法本身，而是教師在建構學習情境時，若仍將學生視為被動接受知識的角色，這些長久以來影響教師選擇探究教學法的因素仍舊會存在，因此關鍵除了教學法的設計外，教師與學生在教學與學習歷程角色的轉變扮演了極為重要的角色。當教師使用的雖為探究教學的模式，但在學生的學習歷程中並未給予學生足夠的空間去探索、計畫、分析、詮釋及溝通交流時，學生學習的動機並無法被充分提升，如聯合國教科文組織(United Nations Education Scientific and Cultural Organization, UNESCO)於2010年提出一個報告，其中提出由International Council of Association for Science Education (ICASE)和Australia Science Teacher Association (ASTA)針對學生對於各個學科學習經驗所進行的研究(Porter & Parvin, 2008)，其中提到學生失去科學學習動機與興趣的主要原因包含學生認為科學學習是與生活經驗無關的，科學的教學模式幾乎是單方面傳播式的教學，且科學知識是權威且獨斷的，幾乎不容質疑的。另外，學生亦提到在學習歷程當中所產生的想法與自我幾乎沒有空間存在的(Kaga, Bennett, & Moss, 2010)。

而在這樣的科學學習模式的形塑下，學生對於掌控自我學習其實是感到十分挑戰的，如研究指出，臺灣學生長期接受傳統講授教學法，對於學習的主動權習慣交予老師，在實施專題導向學習法的過程當中，可能需要考量學生對於掌握主動學習的認知(呂弘暉、林惠敏，2010)。然而許多研究亦指出對於學前兒童或是國小學生而言，開放式探究教學這類需要由學生扮演較為主動學習的角色，尤其若學生在自我規範等能力較弱時，可能並非合適的教學法；而傳統科學講述法在建構基礎科學概念的面向，短期效益雖與探究教學法差異不大，但長期的效益卻又不如探究教學法(Duit & Treagust, 2003; Merritt, Lee, Rillero, & Kinach, 2017)。因此為因應這些科學教育研究的挑戰，科學探究之專題導向式學習法被提出是一個較為適合國小或學前兒童進行科學學習的模式(Duschl, Maeng, & Sezen, 2011; Namy & Gentner, 2002)。若課室學習情境能夠融入探究教學和專題學習的元素，教師在學習歷程中給與自由探索的空間，則可促使學生使用科學探究的態度來反思其學習經驗和歷程，除了知識的轉化外，更可進一步提升學生應用知識形成的創造力(Goos, 2004; Wilhelm, Sherrod, & Walters, 2008)。

而知識的建構在專題導向式學習法的歷程中，是透過個體與環境的互動而來，學生需要經歷一個探究學習歷程，Siegel, Borasi 與Fonzi (1998)提出專題導向式學習法的探究過程可稱為「探究學習循環」歷程，分為四階段，包含感知問題(problem sensing)、形成問題(problem formation)、尋找問題相關線索(search)和解答問題(resolution)四階段循環的一種學習經驗。另一方面，學生在此探究學習歷程的角色必須要是主動的學習者，而教

師扮演的相對而言是引導者的角色(Merritt et al., 2017)。Leuchter, Saalbach與Hardy (2014)提出面對年齡較輕的學習者時，教師所扮演的引導角色是較為吃重的，包含提供口頭支持與正向鼓勵、運用問題來引導學生觀察、詮釋與分析其所蒐集的資訊，以及透過協助連結回到其探索問題與相關假設的推論等。而這些元素都與教師如何建構一個有系統的且是完整建構的探索情境有關(顏瓊芬、黃世傑，2003，2014；Drake & Long, 2009; Wilhelm et al., 2008)。

二、偏鄉學生學習成就與學習表現探討

學習投入本身對於學習成就的影響很大，多位學者進一步探討學習投入的現象，發現學生的學校經驗對於其學習投入程度有極大的影響(Hung, 2011; Smyth, 2006)。學校文化承自社會主流文化，因此學生進入學校之後，若與學校之主流文化有所衝突時，往往遇到很大的挑戰，因而影響其學習投入程度(Harris, 2008; Hung)。

許多學者提出學生在進行科學學習時，因為先備能力不足或無法與生活經驗連結，導致其在科學學習過程中學習動機低落，且學習歷程因過程中的挑戰容易中斷，無法連貫，導致學習成效受到極大影響(林妙徽、顏瓊芬、李暉，2008；郭李宗文、熊同鑫、鄭育萍，2010；張景媛、羅廷瑛，2009；Lee, Yen, & Aikenhead, 2012)。而若課程能夠結合其文化知識，連結其生活經驗或先備知識相關程度較高之活動，如兒歌式的科學創意寫作，因學生對於兒歌旋律的熟悉程度很高，提升其學習歷程的正面情意感受程度，學生在學習投入與成效都較佳(張景媛、羅廷瑛，2014)。以原住民學童為例，原住民文化價值

非常重視自然環境，而許多原住民學童的生活經驗當中，與自然環境關係極為密切，因此當學習情境脫離其生活情境時，經常導致原住民學童感覺到缺乏連結，而形成在不同文化情境中拉扯的現象(de Abreu, Bishop, & Presmeg, 2002; Meaney & Lange, 2013)。

然而，知識系統之連接的關鍵角色是學校教師與課程，因此若在課程發展上能夠採用以生活經驗為起點的課程模式，而教師具備足夠的能力與素養能夠連結學生的在地背景知識與生活經驗到課室學習，則過去相關研究所觀察的挑戰將可能得到解決。因此本研究希望能夠以此課程模式做為基礎，深入探討學生面臨科學探究教學的挑戰，由於目前以偏鄉學校為場域進行科學探究教學的相關研究較少，且偏鄉學生是否適合以生活經驗為起點之科學探究課程更少研究探討此議題，因此本研究選擇以偏鄉學生為主要研究族群，研究問題有二：

- (一)偏鄉學生對於生活經驗可幫助科學學習的看法與觀點為何？
- (二)偏鄉學生面對科學探究式專題導向學習法所遭遇的困難與挑戰為何？

參、研究方法

一、研究對象與場域

本研究主要場域為1所中部海線地區偏鄉小學，位於大肚山的臺地區域，社區主要的產業為農業。學校每個年級1班，本研究以五年級班級為研究對象，共9位學生。其中有2位學生為外籍配偶子女；1位是隔代教養，由祖母負責扶養；1位家庭關係較為複雜。9位當中有2位學生為社經背景弱勢家庭。本研究使用質性研究與量化研究方法蒐集資料，本篇論文以質性研究資料為主，以課程設計發

展與執行為模式，進行資料蒐集。

二、研究設計與研究架構

本研究以地方本位教育理論為架構，科學探究之問題導向法為主要教學策略。依據十二年國教課程綱要(國家教育研究院，2018)，所有的科學課程概念整合為七大跨科概念，本研究選擇「構造與功能」作為課程的主要概念，因此以「植物的構造與功能」作為主要主題，「物質的構造與功能」為次主題。

課程概念的發展採用概念圖作為發展工具，將所有的概念透過概念圖的方式來呈現，分為兩個層面來呈現，以本課程為例，第一層為自身構造和功能，主要探討維持植物本身生存的構造與功能，第二層為自身和外界的關係，則從植物本身的構造和功能延伸至植物和自然環境間的關係。

課程模組設計前，由研究團隊和學校教師共同組成課程設計小組，針對主題、課程內涵、實施策略、學生特質、學校資源等進行討論，以發展出以學校和學生為主體的課程。共歷時4個月，進行7次討論會議。另外，本課程初步設計完成後，邀請1位科學教育專家進行3次專家會議，針對主題、活動內涵、教學模式與策略等進行討論，完備課程。

學習策略與教學法的選擇，本研究主要採用科學探究之專題導向教學法，每一個概

念的相應課程皆有一個探索問題，如構造與功能的關係概念，其探索問題為「什麼是構造？什麼是功能？」探索計畫經過研究團隊與教師的討論，以兩個引導問題，帶領學生透過動手操作與觀察記錄法，統整與構造和功能相關的知識，發展出自己對構造與功能的定義，並進行發表。

課程概念的發展以概念圖為工具來呈現構造與功能系統思維的概念，而設計的概念重點在於探討人類、植物與環境間的關係。本課程以地方本位教育為理論架構，強調學生的背景知識與經驗，因此課程在各個單元的設計上皆以學生運用各種感官進行探索之經驗為主，教師引導學生從自身經驗出發，連結背景知識，逐步探索與發現問題知識，統整課堂經驗與自身生活經驗，發展出個體對於知識的理解。本課程共統整了10個概念，分別為構造與功能；植物的基本構造與功能；植物對環境的功能；植物構造與生命元素的關係；水分如何讓植物維持生命；根、莖、葉的特化構造；植物繁殖之種子傳播方式；開花植物之授粉作用；植物分類與人類行為對植物生長的影響。本研究所採用之科學探究式專題導向學習法大致可分為9個步驟，如圖1。

所有概念都依據在地議題探索或在地背景知識探索的方式融入課程設計，以「人類

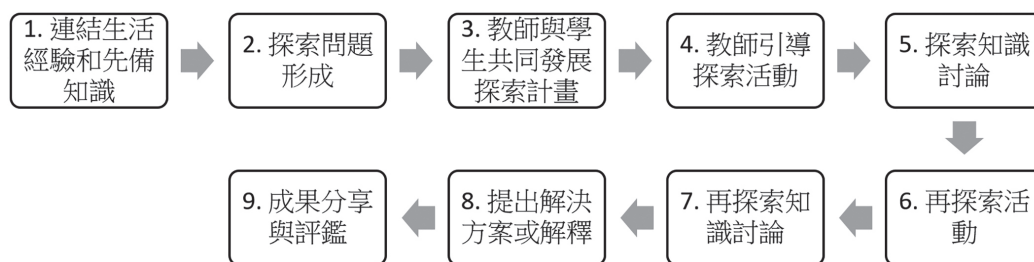


圖1：科學探究式專題導向學習法步驟圖

行為對植物生長的影響」概念為例，本研究將此概念課程結合「農藥與植物生長」議題探索的方式進行設計，依據科學探究之專題導向教學法步驟進行說明：

- (一)連結生活經驗和先備知識：教師複習植物的構造與功能相關知識，並提出植物和人類、自然環境間的關係之問題，以學校周邊社區的農產作物為例，以學校每年有幾個月的時間瀰漫在農藥味當中，引導學生連結植物的生長和人類行為之關聯性。
- (二)探索問題形成：經過先備知識和生活經驗的連結後，引導學生討論對於周遭社區農藥使用和植物生長的問題，學生想要探索什麼樣的問題。
- (三)發展探索計畫：依據學生發展的探索問題，教師協助學生思考想要探索問題的答案，可以找到什麼人來進行訪談，而訪談題目可以包含哪些問題，由學生將探索計畫統整完成。
- (四)引導探索活動：學生依據其採訪問題與對象進行訪談對象邀約與訪談記錄，若學生在執行探索計畫過程中有問題，則與教師討論後，修改探索計畫，再繼續執行。
- (五)探索知識討論：本討論課程將連結先備知識、依據探索問題所找尋之在地知識、新概念之課程知識、調查方法等進行交互討論，引導學生進行分組與各組間之討論，以進一步釐清所探索到之知識，並形成新的探索問題。
- (六)再探索活動：依據所探索問題，重新進行探索計畫設計和執行。
- (七)再探索知識討論：本討論課程針對第五階段之探索知識進行重新回顧，並修正

所探索之知識系統。

- (八)提出解決方案或解釋：依據前7個階段建構之知識系統，提出對於探索問題的答案或解決方案。
- (九)成果分享與評鑑：依據所提出之答案和解決方案，進行成果分享，由學生自行採用其呈現方式。

本研究所採取的探究教學型態因考量到偏鄉學生特質，因學校大多教學模式採取傳統講授教學法，因此採用的型態偏向探究教學變異型態2與3的混合型，在提問部分，大部分採用引導學生從現有問題中做出選擇，以發展出新問題或由教師、教材或其他來源提供學生問題，學生以洞察與澄清問題為主；在計畫部分，學生由教師指導，進行部分數據蒐集與數據分析；在分析部分，則以探究教學變異型態1與2的變異型為主，包含學生需從教師提供教材中摘要證據與在教師引導下從證據形成解釋，在學生學習出現中斷時，教師會介入提供學生使用證據形成解釋的可能途徑；在詮釋部分，以探究教學變異型態2和3為主，需透過教師引導朝向科學知識和經驗的連結進行；在溝通部分，雖學生對於發表極為熟悉，但學生對於交流部分較不熟悉，因此在溝通階段，本研究採用給予學生交流的步驟和程序來引導學生來進行溝通的活動。

三、研究資料蒐集方法

本研究的資料蒐集方式包含學生的前、後測訪談、分述如下：

- (一)前、後測個別訪談：主要針對學生的基本知識，對自然課與整體學習經驗的看法和觀點為主。
- (二)研究者觀察日誌與觀察紀錄表：採用非

參與觀察法的方式進行觀察記錄。

- (三)成就測驗：以測驗學生對植物的構造與功能的概念瞭解。
- (四)學習檔案：包含每單元各活動完成之學生學習單、概念圖、短文、小組活動之統整海報、最後整個課程完成後製作之植物小書。
- (五)學生科學認同問卷：本研究在課程進行前與後分別採用科學認同問卷進行施測，來探討本研究之課程模式對於學生在科學認同是否有所改變。本科學認同問卷採用蔣佳玲與李暉(2016)發展之科學認同問卷。
- (六)學生學習情意問卷：情意問卷在課程後進行，主要蒐集學生對於課程設計方式、內容與活動的觀點。本問卷主要的目的在增加對於學生學習滿意度與學習經驗的瞭解，以內容效度為主要項目，因此採用專家效度檢驗方法。問卷設計完成後，邀請2位專家進行審查，依據審查結果與建議進行問卷問題修正。

本研究之資料分析分為量化和質性資料兩部分。量化資料部分，包含科學認同問卷、情意問卷之量化資料部分、研究觀察表之量化資料部分與成就測驗，將所有資料以Excel檔案記錄進行分析。因學生人數僅有9位，因此本研究在量化統計上主要採用基礎敘述統計進行分析，且以個人與個人在各種面向問題結果的比較為主。質性資料部分將前、後測訪談、質性課程觀察、情意問卷之質性資料、課程討論會議紀錄、研究者觀察日誌與學習檔案等皆轉為逐字稿，並使用NVivo 11 Pro Windows (QSR International Pty Ltd., 2017)進行資料整理，再進行編碼分析。本研究參考編輯性質性資料分析方法(張芬芬, 2010)發

展4步驟分析法，分析歷程敘述如下：

- (一)蒐集資料，轉為分析文本：前、後測訪談資料、觀察者研究日誌與觀察表及情意問卷之質性問題部分皆轉為逐字稿，成為分析文本。學習檔案如概念圖、統整海報等結合圖畫之作品則透過研究者撰寫作品摘要，轉為逐字稿，成為分析文本的一部分。
- (二)進行編碼，發展分類系統：將所有資料統整分析後，發展出分類系統，所有編碼都會被分類成主要編碼、特殊編碼與其他編碼，主要編碼以至少在資料分析過程中有4位學生，包含訪談與觀察紀錄提到3次以上，特殊編碼則以1位學生從各種資料分析當中出現3次有類似的編碼，而其他編碼則是可能只有1位學生提到或被觀察到，且少於3次。這樣的編碼分析歷程會重複進行到分類系統發展完全，主要編碼分類系統發展如圖2。
- (三)以詮釋方式探討資料趨勢與各編碼間的關聯性並發展命題：本階段主要是透過主觀詮釋來連結各編碼間的關係，以解讀所觀察出來的現象，發展出命題。舉例而言，將4個分類系統進行連結，以生活經驗連結課程為核心，教學策略面向為從生活經驗進行連結、師生關係以教師扮演引導者、知識系統面向以生活經驗為主要知識來源、與學生特質以傾向透過動手做的相關活動學習相關知識為主，綜合分析統整後，發展出傾向以生活經驗為主要或部分知識來源的學生對探究式教學策略滿意度較高。共發展出15個命題。
- (四)命題釐清與完成分析報告：在此階段，所有命題將透過資料檢核與資料趨勢不

教學策略	知識系統	師生關係	學生特質
<ul style="list-style-type: none"> •協助進行經驗連結 •探究策略 •傳統講述法 •合作學習法 	<ul style="list-style-type: none"> •與生活經驗相關之在地知識 •從客觀知識來源(教科書、學校等)取得之科學知識 •環境敏感度 	<ul style="list-style-type: none"> •教師為主模式 •教師扮演引導者模式 	<ul style="list-style-type: none"> •習慣從經驗理解 •具備先備知識架構 •以標準答案為依歸 •團隊合作素養

圖2：編碼分類系統發展

一致之命題，納入整體詮釋架構，若此階段對命題有所疑問，重複步驟3與4至完成分析步驟，提出報告。

肆、研究結果與討論

一、科學學習與學生生活經驗之連結

本研究發現學生在思考生活經驗時，傾向思考先備知識，也就是過去在課堂上所曾經介紹過的知識，或是過去的老師曾經帶領過的學習經驗，如在訪談時詢問「學生過去的生活經驗與學習自然課有沒有幫助？」時，有些學生提到的是過去學校教過的概念，多數學生並不覺得有連結，僅有3位學生明確的用其過去的經驗來連結課程內涵，由此可觀察到學生在透過生活經驗連結課程的思考方式，是較為陌生的。若從課程滿意度分析結果來觀察，雖整體滿意度以李克特五點量表進行統計，皆在平均4分以上，但唯一1位落在4分以下的是傳統課室當中經常扮演組長與小老師角色的學生(簡稱學生A)。若深入分析為何學生A滿意度會較低的原因，發現他是班上唯一有參加補習的學生，而補習班的教學使得學生A在學校學習上是較具優勢的，在訪談過程當中，當被詢問到各種教學法的偏好時，學生A表達其實沒什麼想

法，因為老師幾乎都是講課本，也指出在學習上，主要都是以配合老師的要求為主。當訪談到是否有辦法自己學習自然課的知識時，學生提出若有實驗手冊，他認為是可以自己學的。

從其訪談和課堂觀察的結果來分析觀察，發現學生A雖在傳統課室當中表現極為優異，但需要有規範與標準來依循，而這樣的學習習慣與從過去到現在的學校學習經驗有關，從訪談結果可觀察到，傳統講述法的使用在學生的學習經驗當中是占絕大多數的，包含各科的教學幾乎都是以傳統講述法為主，而自然科的教學有實驗的部分，但也可觀察出來實驗的進行，仍舊較傾向以教師為中心的結構式或是食譜式探究法，學生是依照教師擬定的實驗步驟來進行。從本研究蒐集資料進行統整分析，發現大致可從知識架構與對周遭環境敏感度兩方面來分析學生特質，大致可分為四大類型，如圖3，並分述如下。

(一)以生活經驗出發之探究學習者

研究發現，這類學生在傳統課室教學當中，學習動機較弱，如當讀寫任務較多時，經常展現出不願意配合的行為，如放空、趴在桌上、不繳交或遲交作業等；而這樣的現象在本課程進行過程當中也可觀察到一致的

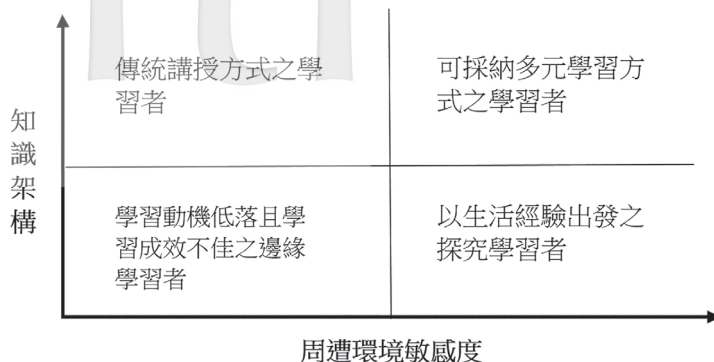


圖3：學生特質類型分析

現象，在學習單的短文撰寫當中，或是比較知識面的問題，這類學生大多是留白的；然而若是請學生從記錄自身經驗的角度來撰寫，其完成學習任務的情形是極佳的，若將學習手冊簡略分為知識面向與經驗面向，發現在知識面向的任務，如概念圖與海報統整、實驗假設思考、實驗設計與記錄、將所探索到的知識用文字敘述寫成短文之短文撰寫等，其完成度是62.5%，其中概念圖統整，若是課程討論過的，會有極簡單的撰寫，但未討論過的，皆是留白狀態，而短文是沒有繳交的。而經驗面向的任務，如從生活經驗來回答討論問題、從第一手感官經驗所得到的知識來回答問題、從植物觀察得到的知識來回答，或是從繪本閱讀或資料搜尋來回答問題等任務，卻是完成度100.0%。

此外，在進行探索問題討論時，因課程執行方式主要以生活經驗與感官經驗做為主要探索問題型式，在這些討論中，這類學生經常扮演拋磚引玉的角色，如討論人類與環境的關係時，在未經教師引導之下，學生提出食物是連結的角色，雖然提出的論點是以人類為主的概念，如植物要生長得好，需要人類照顧，若未好好照顧植物，人類就沒有東西吃等概念，但這樣的觀念分享卻充分

扮演了協助其他同學連結生活經驗與植物功能的思考方式，因此可觀察出這類學生是持續以生活中對周遭環境的體驗來思考教師所介紹的科學知識，如有學生說：「就是在學校，老師舉例子的時候都是在學校的植物，然後去外面的時候可能會見到。」(20180116後測訪談)、「我家那個，我們社區那個每一間中間隔開的草，那個樹。」(20180116後測訪談)

(二)傳統講授方式學習者

本研究發現，這類學生在傳統課室中表現極佳，主要乃因為傳統講授法採用先建構知識架構的策略來進行教學，但因習慣在客觀脈絡中學習知識，卻在將知識應用到各種生活情境時產生困難，所學習到的知識較屬於去情境脈絡的科學知識概念，當學習任務將情境融入，以解決問題為核心時，因為沒有標準答案，需要的是以透過探索而來的知識為基礎，來進行推理與問題解決之能力。從研究結果可觀察到，這類學生對於專題導向式的學習任務是感到很困惑與挑戰的，可能原因與過去學習經驗當中較缺乏科學推理、批判思考與問題解決的訓練相關，因教科書是主要授課素材，學生習慣於有規範、有標準答案的教學模式，因此對探究式

教學模式感到不熟悉且困難，主要是因為和所習慣的教學與學習是很不一樣的。再者，因為這類學生在傳統課室教學當中是較為熟悉教師期望與學習文化的，本研究的課程扮演了挑戰學生如何思考學習的角色，因此導致學生對於該如何扮演學生的角色與該如何看待教師的角色感到極為困惑。此外，更因教學方式與教師期望的改變，撼動了其長期以來扮演的同儕中學習領導者的角色，從課程觀察日誌與課程討論會議分析發現，當探索問題越開放，越沒有標準答案時，這類學生在小組活動當中改變了其角色與行為，從主導討論者成為不願分享與討論的組員，因而在部分小組活動當中，發現其他組員也產生無所適從的行為，導致小組活動的討論成為小組成員個別工作的現象，如課程討論會議提出：「早上課程問題較為簡單，他們可以猜測他們的答案是對的或是錯的，但下午這題太開放了，而且沒有標準答案，他們兩個怕自己答案是錯的，怕萬一自己講的答案跟老師不一樣，他們就沒有辦法扮演那個角色——小組裡主導的角色……所以就不想要分享。」(20171221課程討論紀錄)

由此可觀察到，對於傳統課室當中成績極為優秀，但對於較無法從生活經驗連結來理解知識概念，且較希望有標準依循的學生而言，從生活經驗連結課程進入學習，且扮演知識探索者角色的學生而言，科學探究學習法是一種從學習方式、學習的自我認同與師生關係挑戰過往經驗的學習法，這類學生在面對探究式學習法是展現出抗拒行為的。

(三)可採納多元學習方式之學習者

研究發現，傳統課室教學表現較佳的學生，較具備知識概念架構，若加上生活經驗當中較多自然體驗的經驗時，在進行本研

究之課程時，可以將兩者結合，在學習的過程當中，透過體驗的部分豐富其科學知識的架構內涵。在學習滿意度上，主動提出這次課程與以前傳統的課本差異，如有老師說：

「這次課程跟以前那種有課本的自然課，你覺得有什麼不一樣？」(20180116後測訪談)，學生回：「之前的課本我感覺比較就無聊，就課本上面，原本很……，就只有一點點，但這一次的那個，課本裡面有一些東西是沒看過的，比較新奇。」(20180116後測訪談)

(四)學習動機弱且學習成效不佳之邊緣學習者

本研究發現，有部分學生展現出其知識架構較弱的現象，且因對周遭環境敏感度較低，對於從經驗來連結科學概念，也導致感到困難。以研究對象中1位學生為例，教師表示屬於中等的學生，即大多時候是會遵守教室常規，然而雖會配合完成學習任務，但在課程進行過程當中，學習參與度並不高，而這樣的描述也在本研究所蒐集到的課室觀察資料得到驗證，不管是知識面向的任務或是經驗面向的任務，這類學生皆感到挑戰。以較偏向客觀知識脈絡的學習任務，如概念圖或是知識統整活動，其會執著在理解的某些概念，或是會將教師所講授的部分以記憶背誦的方式記錄下來，卻缺乏深入的理解，如課程有不同活動探討植物和動物、人類和環境間的關係，且繪本課程以種子的傳播為主題來進行，另外小組活動也依據種子的傳播方式來統整相關知識架構。以這位學生為例，其展現出的知識架構是各個概念分別獨立的，雖課程當中有透過概念圖來連結，然而其主要理解的概念較停留在概念與概念定義的層次，對於從自然生態系統的概念來思考植物和動物的關係時，其橫向連結是有困難的，而這可從後測訪談中學生談論植物和

動物的關係觀察出，種子傳播的概念與植物繁殖的概念對學生而言雖感受到有關係，但卻不知如何將兩個概念連結在一起。

而從經驗來連結科學概念的面向來分析，以這位學生為例，其對周遭環境的敏感度停留在有空地可以打球和家裡，對於每天上學經過的地方，並不熟悉，因此當教師從周遭生活環境的觀察來連結課程時，對他而言，並沒有特殊的感受，也因此這類學生在本研究設計的課程當中，展現出雖感到新奇，卻也覺得非常挑戰。

因此，本研究認為，學生在從生活經驗連結到課程內涵知識的學習方式是需要學生對於環境的覺知與態度作為基礎，也需要解構傳統課室中先進行知識架構的框架，再將各個片斷的知識概念填入架構的教學法。從研究結果來分析，表現較佳的兩類學生皆是較具備從生活經驗當中學習到的知識連結到課程內涵的學生，然而學生對於環境的覺知與態度是需要進一步引導的，從本研究前、後測結果觀察，學生雖身處於偏鄉，周遭生活環境皆圍繞著大自然，然而多數學生對於自然環境的觀察和好奇心似乎並不高，當詢問學生是否可以描述一下周遭的生活環境，多數學生提到空地，也提到並不會特別去觀察周遭的植物，除非老師在學校有提到，並請他們去觀察；其中有1位學生提到「會觀察周遭的動、植物」(20171207-12前測訪談)，也提到「父母會經常帶我去高美濕地」(20180116後測訪談)；而在觀察學生對於環境污染議題的感受，在前測訪談時，對於環境污染感受最深的是臭味，當進一步詢問是否會改善時，有5位學生提出可能會去撿垃圾或是立告示牌；而在後測訪談時，學生對於環境污染的感受之經驗開始較為廣泛，有提到化學工廠的污染、垃圾污染與水污染，且對

於植物的影響，多數學生可提出污染源如何進入植物生長的环境，如何透過食物影響人類。由此可觀察到，學生在課程完成之後，對於環境污染的問題有較深化的概念。然而整體而言，學生對於周遭生活環境的關心程度並不高，與本研究團隊以原住民學校為研究對象之課程研究結果(洪萱芳、姚宗威、林淑芬、顏瓊芬，2017)相比較，發現原住民學生對其周遭生活環境之瞭解程度較本研究之偏鄉學生為高，且在從生活經驗連結課程概念的能力亦較強，而這也可反應出Sobel (2004)對於傳統教學法的批判，認為學校教育是鼓勵學生不要去關心我們所生存的地方的教育模式，這在本研究結果亦觀察到類似的現象，當感知周遭生活環境的經驗沒有被鼓勵時，採用透過生活經驗來探索知識的教學法將會遭遇許多挑戰，然而原住民文化當中因與土地和生活環境有相當連結，學生在連結生活經驗與瞭解周遭環境上較沒有感到困惑和挑戰。因此如何認識、瞭解和感知周遭生活環境與生活經驗將是未來在偏鄉教育改革推動過程當中需要進行的重要工作之一。

二、學生對於進行探究教學所遭遇的困境

(一)傳統教學法影響學生對扮演學習主動者的角色認同

本研究發現，學生對於知識由自己進行探索，老師扮演引導者角色之學習模式感到非常陌生，也有抗拒的現象，而這可能與學生所習慣的學校場域中教師常用的教學方式與強調結果的學習方式有相當大的關係。

學生在前測訪談時，多數提出希望教師能夠先講解與介紹所要學的概念，而在課程實施的過程當中，學生亦大多在問題討論時，等待教師的進一步指示，且即使教師進行引

導，學生得出答案後，亦要教師再三的肯認其答案是可被接受的答案，才願意繼續進行活動。「進行小組活動時，學生等待教師至自己的小組給確定的指示，應該如何做。」(20171214課堂觀察日誌第一單元)；「繪本活動進行時，第二組和第三組因為沒做過，不知如何開始，問老師怎麼做，老師提醒看一下學習單的指示，但部分學生還是感到很挑戰。」(20180104課堂觀察日誌第三單元)

而需要教師給予標準答案的現象，如前文20171221課程討論紀錄引述所述，當學習活動中的問題屬於較為開放式的問題時，傳統教學中表現較佳的學生無法確認自己的答案是否是正確的時候，其開始呈現不願意分享答案的行為。

從這些學生面對引導式的探究教學法之因應策略與行為可以觀察出學生認為知識應該是由教師來定義的，而非自己所定義的，因此並不願意取得主動權，而這和呂弘暉與林惠敏(2010)所提出的觀察是很類似的。在課程討論會議當中，教師表示大多教師的教學仍舊以傳統講授法為主，自然課因需要進行實驗，因此學生動手做的機會相對較其他學科為多，但傳統講授仍舊是主要教學法之一。而從整體課程觀察結果，亦發現學生在教師採用傳統講授的部分，多展現出較為自在的行為，但不專注在課程內容與活動如何進行的行為，從課堂觀察的量化資料顯示，每個學生不專注在課程內容的行為表現，在植物的構造與功能課程當中，教師講授的10分鐘課程當中，每個學生都出現過至少1次沒有專注在教師講授的行為，其中有3位出現趴在桌上或是持續看窗外的行為。由此可觀察到，「雖然是感到自在的，但在學習動機和興趣上卻是不佳的」(引自20171221課堂觀察日誌第二單元)。然而在需要依據學習單來進

行學習的活動當中，學生為了要完成任務，雖然一直提出需要教師肯認答案的問題，但專注力是在學習歷程上的。

因此從研究結果可觀察出學生長期接受傳統講授法的教育，教師成為主要知識傳授者，也成為知識的主要定義者，學生對於第一手感官經驗與生活經驗所理解到的知識並不認同是科學知識的一部分，因而當本研究採用以個體經驗為基礎來探索知識，且要求學生透過自行探索來累積知識時，雖學生有感受到教師的意圖，但卻對這樣的學習歷程感到不確定，試圖將自己探索到的知識先與教師做確認後，當教師同意時，才願意接受自己探索到的知識是科學知識的一部分，而學生對於取得學習主動權過程中產生的懷疑，使得在實施探究教學的過程中，教師感受到極大的挑戰。

雖然比較前測訪談與後測訪談和情意問卷結果時發現學生在學習主動權的認同上有所改變，但教師的引導角色十分重要。如在前測訪談時，大概三分之二的學生皆表示有很多東西不懂，需要老師講解與介紹，因為很怕做錯或是學不會；但在後測情意問卷資料顯示，9位學生當中有5位喜歡的上課方式為「由老師提示，跟同學一起討論怎麼做」，有4位提到「由老師提示，自己想想要怎麼做」。另外，在課程進行之前，多數學生表示，自然課的知識要自己進行學習很挑戰，但在課程進行之後，所有學生皆表示，自然課的知識可以自己學習，並舉了一些課程當中使用的策略，如繪本。

老師：「自然課的知識你覺得可以自己學嗎？為什麼？」

學生1：「可以。」

老師：「可以唷，怎麼學？」

學生1：「看……繪本。」

學生2：「應該是還可以。」

老師：「可以自己學。」(20180116
後測訪談)

從研究結果可觀察出本研究所進行的科學探究式專題導向學習法對於學生進行自我學習和探索的態度和素養與取得學習主動權有正面的影響，與許多學者提出專題導向式教學法可提升學生的學習動機與態度研究結果一致，但教師在學習情境的建構過程當中，如何定義教師與學生的角色與關係將影響學生是否能夠逐漸從以教師為中心的探究模式當中發展出足夠能力與素養，進而取得學習主動權的關鍵(呂瓊萱，2006；洪萱芳、顏瓊芬、張妤萍、洪韶君，2016；陳建樺，2009；莊嘉淋，2013)。

(二)傳統教學法影響學生忽略學習歷程的努力

本研究發現，在進行課程的過程當中，學生關注的皆為如何完成任務與如何獲得可以得到正面獎勵的答案，而非共同解決問題的過程，因此雖然採用專題導向式學習法，然而真正在過程當中經歷探究學習循環，以各組當中成績表現較佳的學生為主，因為他們通常扮演負責如何完成任務並報告的角色。

此外，各單元小組活動的課程觀察紀錄綜合分析結果顯示，學生對在專題式導向學習法當中需要由自己扮演專家的學習模式感到壓力很大，這與呂瓊萱(2006)、莊嘉淋(2013)提出的觀點一致，即對於在傳統課室當中表現好的學生，其過去習慣扮演專家的角色，對於本研究採用的專題式導向教學法中學生需要扮演的角色並沒有太大的問題，然而對於其他人而言，扮演專家的角色是非常挑戰的，因此導致在本研究採用的合作學

習模式時，發展出不同的策略，如選出主要負責的同學，使得合作學習法(cooperative learning)並無法在本研究當中得到極大的發揮。如下所述：

「在討論內容時，其中一組，大家對報告內容各有意見，無法達成共識，其中一位同學表示：『反正最後報告的人都是我……』其他兩位同學最後說：『……好，那都你講喔。』雖老師在旁邊有介入並提醒內容必須經過討論，不能夠只有一人的意見，但同學仍舊對找到完成任務的方法感到很滿意，最後由那位同學一人完成，其他兩位組員只有在報告時補充。」(20180116課程觀察日誌第五單元)

老師：「第一組另外兩個沒有完成，就是那個學生1跟學生2。」

研究者：「學生1跟學生2？」

老師：「學生1有完成，那一本就是他的，另外兩個好像都沒辦法完成。」

老師：「他們一開始好像就認定他的會比較好，所以他們兩個其實就沒有很認真畫。」(20180130課程討論會議紀錄)

合作學習法是本研究設計之教學法的重要元素，依據黃善美與黃萬居(2003)提出合作學習小組與傳統學習小組之差異來進一步檢視本研究的小組活動策略成效，發現雖然教師透過獎勵系統的設計、活動步驟的設計與活動進行時的觀察介入，包含協助分配小組成員角色等，但學生對於小組活動的認知仍舊較為傾向傳統學習小組中強調任務完成的模式，在小組活動進行的過程當中，經常

會看到1位主導者，另外可能有2位組員等待指示，如在第五單元小書製作時，每組需共同完成小書，並至低年級說故事給學弟、妹聽，其中1組在進行時已指派要以誰的小書為文本，而另外2組皆是各組員希望能夠完成一本自己的作品，因此小組共同完成只剩下1組，而該組亦是先指派主導者。

由此可見，雖課程設計上以合作學習的架構來設計，但學生局限於長期在傳統課室下的經驗，對於成員並不互相信賴，且對於小組共同完成的歷程不重視、對於自我扮演主動學習的角色有所質疑，使得合作學習流於形式；在植物分類的活動當中，研究團隊基於小組活動觀察到的問題，將原有的組別重新打散，學生在發展新的小組合作文化時，隨著場域由課室移至戶外，且新的成員需重新適應，並需要立即合作進行知識探索，以完成學習任務，研究發現傳統學習場域與文化的改變，影響了學生在學習的動機、投入程度與滿意度。其中1位學生在小組活動過程當中，一直扮演比較被動的角色，教師也表示該學生不管在過去的班級或是現在的班級皆是屬於比較被動的角色，除非有其他學生主動找他討論，否則其學習行為皆是顯現出較不會主動參與的特徵。然而，在戶外課程的小組活動當中，因該活動屬於統整活動，將校園的植物依據前面課程介紹的構造與功能知識，發展出分類系統，因此乃是透過校園植物的觀察直接應用在生活場域的活動，該學生卻在這小組活動當中扮演主導的角色，如觀察日誌所述：「學生成為主要帶領小組的角色，且表現出非常開心的感覺，其他成員也跟他互動得很好，並針對問題互相討論，得出答案。」(20180111課程觀察日誌第四單元)

由此可觀察到，這位學生在本研究採用

的科學探究式專題導向學習法當中，透過教師的引導，逐漸發展出能夠探索知識，並將所探索的知識運用到新任務的知識探索上，並能夠透過持續的小組互動完成任務，因此學生在面對本教學法時所需要的對於自我角色的認知、探索任務的進行策略與探索問題的認知程度都可能影響教學法的成效。本研究也發現傳統的小組活動進行方式與傳統教學法當中強調結果的教學法，對學生影響很大，這也同時成為進行科學探究專題式導向教學法的挑戰，因強調歷程的教學與強調結果的教學在不同科目的課室當中並行，使得學生對於應該展現何種學習行為感到困惑，而這在本研究蒐集的各類資料當中可觀察到許多例子，因此未來在進行科學探究專題式導向教學法時，如何引導學生將焦點從個別表現與學習成果轉移到團體表現和探索知識的歷程，將可能影響此教學法的成效。

(三)探究教學法對讀寫能力不佳學生學習動機有正面影響

從情意問卷結果顯示，學生在各個單元的活動當中，以第三單元花朵授粉的實驗(芝多司模擬授粉實驗)與第一單元原子筆的拆解為最喜歡的活動，而有2位學生提出最不喜歡的活動為影片欣賞。在花朵授粉的實驗當中，學生用手模擬蜜蜂如何協助花朵授粉，學生對活動的參與度很高，在活動結束後的學習單記錄(圖4)，所有學生都很投入在將花朵授粉活動內的知識轉換為文字。觀察日誌顯示：「所有學生都埋頭寫學習單，非常投入，感覺各自都有自己想要的方式來記錄，與之前學習單的撰寫不太一樣，比較沒有觀察到學生不知如何開始的現象。」(20180109課程觀察日誌第三單元)

從研究結果來觀察，學生對於寫作較多的學習任務，似乎較有壓力，教師表示以班

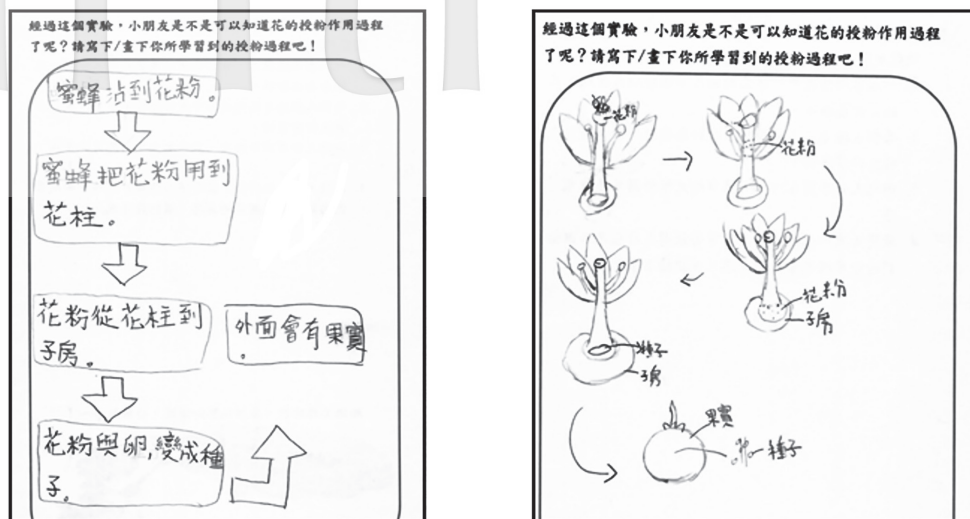


圖4：花朵授粉實驗學習單

級而言，這一班的讀寫能力較弱，而這與課堂觀察的發現是較為一致的：「學生在學習單的撰寫上，花了很多時間在查字典找字要怎麼寫，包含表現較佳的學生，似乎也有寫字的問題，學生們在寫的過程當中，詢問了很多字該怎麼寫的問題。」(20180121課程觀察日誌第二單元)

讀寫問題造成許多學生遇到需要讀寫的學習任務時，會有抗拒的現象，如在第三單元一開始的複習活動，請學生用概念圖統整第一和第二單元的知識，在進行的過程當中，有1位學生出現不願意配合的行為，可從課堂觀察日誌中觀察到：「在進行概念圖時，當學生們看到許多格子要填寫時，似乎都感到很挑戰，其中學生5就直接趴在桌上，不想寫！學生6就是一一直在玩筆，直到時間很接近後，才開始動筆。」(20180104課程觀察日誌第三單元)此外，從學生訪談也可觀察出學生對需要進行記錄之學習任務的態度：

老師：「這一次的那個課程啊。它有很多要寫的地方，那你會覺得喜

歡或是不喜歡嗎？」

學生7：「就覺得有點煩。」(20180116後測訪談)

然而，第三單元由於內容是較為複雜的內涵，討論的是偏向植物如何繁殖、果實如何生長出來等概念，而在前測訪談當中，許多學生在談到植物和人類的關係時，大多以食物來連結植物和人類的關係，透過專題探索式的教學法，學生需要自行探索、觀察各種校園植物的構造與功能，包含如何長出果實、為何有特化構造等，可觀察到學生從一開始極為重視標準答案與結果轉移到探索知識的本質，以及他們周遭環境當中的知識，而這也可從學生願意記錄自己所思考和探索的知識觀察到。教師與課程討論會議中亦提到，在戶外課程結束後，有部分學生會主動與教師分享他們在學校、居家附近觀察到的植物。以在第三單元一開始抗拒書寫的學生為例，在繪本活動當中，因需要透過自行閱讀、小組討論後進行統整得到答案，該學生極為專注地投入，也默默地主動記錄自己

在繪本中探索到的知識。而從學生訪談也發現，習慣於傳統講述法的學生，雖覺得傳統式的教學對他們而言比較容易，但專題探索式的教學，多數學生仍舊表示比較喜歡，因此採用此教學法的挑戰雖大，但對於學生學習動機和思考的刺激是相對提升的。

老師：「你覺得因為我們這次的課啊，沒有課本啊，就是都是用這樣子的學習單的形式，那你覺得像這樣子跟有課本的有沒有什麼不一樣的地方？」

學生：「就感覺原本的課本比較簡單，這個會比較有難度。」

老師：「你覺得我們現在這個單元用的比較難一點？」

老師：「那你可以接受嗎？還是說你會比較喜歡哪一種？」

學生：「我可以接受，然後也比較喜歡這種，用學習單。」

老師：「那你覺得跟課本不一樣的地方在哪裡啊？」

學生：「課本就是……就是讓我們看一看的。」

老師：「看一看的？」

學生：「然後不用想，然後學習單的是讓我們寫一寫，然後比較知道。」(20180116後測訪談)

本研究以科學探究專題導向式教學法結合地方本位教育進行課程設計，雖整體學生成效與動機皆有所提升，但學生習慣於傳統教學以講述法為主且注重結果的教學模式，因此在實施以學習歷程為焦點、以學生生活經驗為主要內涵的教學法時，遇到非常多的挑戰。因此，未來研究將需著重學生在進行

以歷程為主之教學模式時應該具備的能力與素養。另外，較習慣於傳統教學法的學生較偏重教師的明確指示，如何從給予明確指示轉換為引導式教學亦成為教師的重要課題，也是本研究所建構之創新教學法是否能夠達到成效的關鍵因素，這也是未來研究需要更加重視的面向。

伍、結論

本研究以偏鄉國小9位五年級學生進行科學探究式專題導向學習法研究，發現在傳統講述法使用較多的場域中，學生因習慣於傳統教學模式之師生關係、學生為被動學習者的角色定位與知識學習有其標準答案的方式，使得當教師採用科學探究法來進行教學時，挑戰了學生對於教學與學習之習以為常的思維模式，尤其對傳統課室習慣於在客觀脈絡下學習知識的學生來說，是很大的挑戰。

以本研究的9位學生為例，歸納出知識架構與對周遭環境敏感度為兩大面向的四類學生分別為一、以生活經驗出發之探究學習者；二、傳統講授方式之學習者；三、可採納多元學習方式之學習者；四、學習動機低落且學習成效不佳之邊緣學習者。研究結果指出第一和第三類學生對周遭環境敏感度較高，較適合本研究所採用的課程模式。不管是知識架構建構的完整與否，對於這兩類學生而言，是可以透過真實情境來連結知識概念的，因而較易產生系統的概念；而其中對知識架構較豐富的學生而言，他們在傳統教學模式下所建構的知識架構，可透過生活經驗的議題，協助他們做橫向概念的連結，使得系統化的概念越趨穩固。因此若要實施科學探究式專題導向任務學習法，因應各種學生特質而如何對科學探究學習法進行修正，

是此教學法要能夠成功的關鍵。

透過學生於真實情境感知到的農藥議題結合植物生長的課程，雖學生對於環境汙染的問題有較深化的概念，然學生顯現出對於周遭生活環境的關心程度並不高，與本研究團隊以原住民學校為研究對象之課程研究結果(洪萱芳等，2017)相比較，發現原住民學生對其周遭生活環境之瞭解程度較本研究之偏鄉學生為高，且從生活經驗連結課程概念的能力亦較強，而這也可反應出Sobel (2004)對於傳統教學法的批判，認為學校教育是鼓勵學生不要去關心我們所生存的地方的教育模式，本研究亦有相似的觀察，當感知與關懷周遭生活環境的經驗不被鼓勵時，以地方本位教育為架構之教學法與課程在實施階段會遭遇許多的挑戰，然而原住民文化當中因與土地和生活環境有相當連結，學生在連結生活經驗與瞭解周遭環境上反而成為優勢。因此如何認識、瞭解和感知周遭生活環境與生活經驗，將是未來在偏鄉教育改革推動過程當中需要進行的重要工作之一。

另外，從本研究結果觀察到，學生在探究學習的素養建構上需要更多的著墨，例如對於學習主動性的掌握、對學習成果的重

視、對教學與學習的認同等，皆需在實施科學探究式專題任務學習法前進行帶領，以免在課程進行過程當中，學生對於學習文化的改變感到無法適應，這是實施創新教學法時最需要面對的挑戰。

由於本研究採用的是以質性研究為主要的研究方法，無法將研究結果推論到具有相似特質的學生群體上，然而本研究所歸納出來的學生特質之四大類型，可做為參考架構，需要更多的研究者投入探討學生面臨科學探究學習的挑戰。未來將繼續蒐集科學探究式專題導向學習法的學生特質資料，希望對於如何協助學生從傳統課室的教學當中轉換到科學探究教學法時，能夠有更為成功的轉銜。

誌謝

本研究的完成承蒙科技部補助部分經費(計畫編號：105-2511-S-126 -003 -MY3)，研究小組成員的協助，並感謝參與本研究之小學老師與學生的支持與配合，使本研究得以順利完成。本文在投稿過程中，復蒙審稿委員提供寶貴建議，均在此致謝。

參考文獻

1. 呂弘暉、林惠敏(2010)。問題解決導向學習在大學通識課程之操作檢視——以《家庭與人際關係：經典劇本導讀》為例。止善，8，71-96。
2. 呂玟霖(2016)。淺談偏鄉學校教師人力的困境與突破。臺灣教育評論月刊，5(2)，26-28。
3. 呂瓊萱(2006)。國小不同學習成就學童在問題本位學習表現情形之個案研究。未出版之碩士論文，國立嘉義大學國民教育研究所，嘉義縣。
4. 林天祐(2012)。偏鄉學校的師資課題。臺灣教育評論月刊，1(3)，25-26。
5. 林妙徽、顏瓊芬、李暉(2008)。原住民科學教育之困境與未來展望。臺灣人文生態研究，10(1)，89-112。

6. 洪振方(2003)。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄師大學報，15，641-662。
7. 洪萱芳、姚宗威、林淑芬、顏瓊芬(2017)。以地方為基礎之文化融入科學教育課程研究——以泰雅族和賽德克族傳統編織文化為例。科學教育學刊，25(3)，245-276。
8. 洪萱芳、顏瓊芬、張好萍、洪韶君(2016)。以偏鄉國小為場域之地方本位環境教育課程省思。科學教育學刊，24(3)，299-331。
9. 郭李宗文、熊同鑫、鄭育萍(2010，5月)。小一原住民數學學習相關因素之教師觀點初探。發表於2010年原住民學生數理科教／學理論與實務學術研討會。臺東市：國立臺東大學。
10. 郭俊呈、侯雅雯(2017)。翻轉教室觀點融入偏鄉教育之省思。師資培育與教師專業發展期刊，10(1)，33-47。
11. 教育部(2015)。偏鄉教育創新發展方案。臺北市：作者。
12. 張芬芬(2010)。質性資料分析的五步驟：在抽象階梯上爬升。初等教育學刊，35，87-120。
13. 張訓譯(2018)。翻轉教學之偏鄉問題再思考。臺灣教育評論月刊，7(8)，82-87。
14. 張景媛、羅廷瑛(2009)。國小偏遠地區原住民學童數理科學活動設計與實驗教學之成效研究(NSC 96-2515-S-320-001-MY2)。臺北市：行政院國家科學委員會。
15. 張景媛、羅廷瑛(2014)。精進教學有秘方：綜合活動學習領域教案設計與評量的方法。教育研究月刊，247，37-49。
16. 張德銳(2017)。偏鄉學校的師資問題與對策。臺灣教育評論月刊，6(9)，1-5。
17. 陳姿妙(2006)。利用探究式教學提升七年級學生科學學習成效之行動研究。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市。
18. 陳建樺(2009)。問題本位學習對四年級學童問題解決、批判思考及概念改變之影響。未出版之碩士論文，中原大學教育研究所，桃園縣。
19. 國家教育研究院(2018年11月2日)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型、技術型、綜合型高級中等學校——自然科學領域訂定發布。查詢日期：2019年5月13日，檢自<https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-15486,c639-1.php>。
20. 莊嘉淋(2013)。問題本位學習對不同先備知識的六年級學生數學學習成效之影響。未出版之碩士論文，中原大學教育研究所，桃園縣。
21. 游柏隆(2007)。臺灣東北角地區國民小學自然教師教學背景之探究。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班，臺北市。
22. 黃政傑(2014)。翻轉教室的理念、問題與展望。臺灣教育評論月刊，3(12)，161-186。
23. 黃善美、黃萬居(2003)。以問題為中心的合作學習策略對國小學童科學學習之研究。科學教育研究與發展季刊，32，1-31。

24. 彭錦鵬、許添明、陳端容、李俊達、吳濟安、周延(2016)。我國社會發展政策前瞻規劃——子計畫——偏鄉教育政策之檢視與未來發展：「偏鄉資源配置」與「偏鄉學生能力提升」(NDC-104115)。臺北市：國家發展委員會。
25. 楊秀停、王國華(2007)。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。科學教育學刊，15(4)，439-459。
26. 蔣佳玲、李暉(2016)。你說的原住民是哪一族？太魯閣、阿美與漢族學生科學學習認同之比較。科學教育學刊，24(4)，417-435。
27. 魯俊賢、吳毓瑩(2007)。過程技能之二階段實作評量：規劃、實踐與效益探究。科學教育學刊，15(2)，215-239。
28. 劉湘瑤(2016)。科學探究的教學與評量。科學研習月刊，55(2)，5-11。
29. 劉寶元、劉嘉茹(2013)。屏東縣國小科學教師人力結構的現況與初探——以參與推廣研習教師為例。屏東教大科學教育，37，3-15。
30. 謝甫佩、洪振方(2004)。國小學生科學探究活動的課程設計及實施成果之個案研究。師大學報：科學教育類，49(2)，61-86。
31. 顏瓊芬、黃世傑(2003)。學生在開放式科學探究過程中互動模式之研究。科學教育學刊，11(2)，141-169。
32. 顏瓊芬、黃世傑(2014)。學生在開放式科學探究過程中互動模式之研究。收錄於中華民國科學教育學會(編著)，科學探究教學：臺灣個案研究論文集(1994-2012) (頁67-114)。新北市：華藝。
33. Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
34. Chang, C.-Y., & Mao, S.-L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *The Journal of Educational Research*, 92(6), 340-346.
35. Costenson, K., & Lawson, A. E. (1986). Why isn't inquiry used in more classrooms? *The American Biology Teacher*, 48(3), 150-158.
36. de Abreu, G., Bishop, A. J., & Presmeg, N. C. (2002). Mathematics learners in transition. In G. de Abreu & N. C. Presmeg (Eds.), *Transitions between contexts of mathematical practices* (Vol. 27, pp. 7-21). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
37. Dewey, J. (1935). Peirce's theory of quality. *The Journal of Philosophy*, 32(26), 701-708.
38. Drake, K. N., & Long, D. (2009). Rebecca's in the dark: A comparative study of problem-based learning and direct instruction/experiential learning in two 4th-grade classrooms. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1), 1-16.
39. Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
40. Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A

- review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123-182.
41. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., et al. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410-8415.
 42. Gagné, R. M. (1965). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
 43. Goos, M. (2004). Learning mathematics in a classroom community of inquiry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(4), 258-291.
 44. Gülbahar, Y., & Tinmaz, H. (2006). Implementing project-based learning and e-portfolio assessment in an undergraduate course. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 309-327.
 45. Harris, L. R. (2008). A phenomenographic investigation of teacher conceptions of student engagement in learning. *The Australian Educational Researcher*, 35(1), 57-79.
 46. Hung, H. (2011). *A hermeneutic phenomenology study of schooling experiences of Lumbee Indian students with high incidence disabilities*. Unpublished doctoral dissertation, University of North Carolina at Greensboro, Greensboro, NC.
 47. Hussain, A., Azeem, M., & Shakoor, A. (2011). Physics teaching methods: Scientific inquiry vs traditional lecture. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(19), 269-276.
 48. Kaga, Y., Bennett, J., & Moss, P. (2010). *Caring and learning together: A cross-national study on the integration of early childhood care and education within education*. Paris, France: United Nations Education Scientific and Cultural Organization.
 49. Lederman, J. S., & Lederman, N. G. (2005, April). *Developing and assessing elementary teachers' and students' understandings of nature of science and scientific inquiry*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Dallas, TX.
 50. Lee, H., Yen, C.-F., & Aikenhead, G. S. (2012). Indigenous elementary students' science instruction in Taiwan: Indigenous knowledge and Western science. *Research in Science Education*, 42(6), 1183-1199.
 51. Leuchter, M., Saalbach, H., & Hardy, I. (2014). Designing science learning in the first years of schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of "floating and sinking." *International Journal of Science Education*, 36(10), 1751-1771.
 52. Martin, B., Kass, H., & Brouwer, W. (1990). Authentic science: A diversity of meanings. *Science Education*, 74(5), 541-554.
 53. Meaney, T., & Lange, T. (2013). Learners in transition between contexts. In M. A. Clements, A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *Third international handbook of*

mathematics education (pp. 169-201). New York: Springer.

54. Merritt, J., Lee, M. Y., Rillero, P., & Kinach, B. M. (2017). Problem-based learning in K–8 mathematics and science education: A Literature review. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2). Retrieved December 14, 2018, from <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1674&context=ijpbl>
55. Munck, M. (2007). Science pedagogy, teacher attitudes, and student success. *Journal of Elementary Science Education*, 19(2), 13-24.
56. Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears: Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 5-15.
57. National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy.
58. National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
59. Padilla, M. J. (1991). Science activities, process skills, and thinking. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 205-217). New York: Routledge.
60. Porter, C., & Parvin, J. (2008). *Learning to love science: Harnessing children's scientific imagination. A report from The Chemical Industry Education Centre, University of York*. Retrieved August 4, 2018, from <https://nzapse.nzase.org.nz/app/uploads/2017/09/Learning-to-Love-Science.pdf>
61. QSR International Pty Ltd. (2017). NVivo 11 Pro for Windows [Computer software]. Melbourne, Australia: QSR International Pty Ltd.
62. Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. In A. Walker, H. Leary, C. E. Hmelo-Silver, & P. Ertmer (Eds.), *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows* (pp. 5-15). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
63. Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962). *Teaching of science: The teaching of science as enquiry*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
64. Shymansky, J. (1984). BSCS programs: Just how effective were they? *The American Biology Teacher*, 46(1), 54-57.
65. Siegel, M., Borasi, R., & Fonzi, J. (1998). Supporting students' mathematical inquiries through reading. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(4), 378-413.
66. Smyth, J. (2006). "When students have power": Student engagement, student voice, and the possibilities for school reform around "dropping out" of school. *International Journal of*

Leadership in Education, 9(4), 285-298.

67. Sobel, D. (2004). *Place-based education: Connecting classrooms & communities*. Great Barrington, MA: Orion Society.
68. Stake, R. E., & Easley, J. A., Jr. (Eds.). (1978). *Case studies in science education* (Vol. 1). Champaign, IL: University of Illinois at Urbana.
69. Wilhelm, J., Sherrod, S., & Walters, K. (2008). Project-based learning environments: Challenging preservice teachers to act in the moment. *The Journal of Educational Research*, 101(4), 220-233.

Challenges in Adopting Place-Based Science-Inquiry Project-Based Learning Pedagogy in Rural Schools

Hsuan-Fang Hung¹, Ying-Chieh Lin² and Chiung-Fen Yen^{3,*}

¹Science & Technology Policy Research and Information Center, National Applied Research Laboratories

²Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

³Department of Ecological Humanities, Providence University

Abstract

This research used place-based education theory as the main framework to develop a place-based education module using the cross-cutting concept of “Structure and Function” to integrate multi-subject science concepts into the science curriculum. Outdoor education pedagogy and project-based learning strategy were used in the module. Researchers used plants in the Dadu Mountain and Gaomei Wetland areas where the participating school for this research was located. The purpose of the science instruction used in this study was to connect students’ knowledge of plants developed from their interactions with these plants grown in the mountain and wetland areas with their knowledge developed from textbooks in the classroom. Five curriculum units were developed. These units consisted of 19 formal lessons and 2 extended lessons. Data collection methods included pre- and post-interviews with students, lesson worksheets and concept maps, and class observations and field notes. Scientific identity survey was conducted before and after the module was implemented. Affection survey was conducted at the end of the module. Research outcomes found that students’ past learning experiences with traditional pedagogy appeared to be the reason why they experienced difficult challenges using the new implemented pedagogy. Students’ learning motivation and learning engagement were observed to be positively influenced by the module, and the concept of the “Structure and Function” used to integrate the multi-subject science concepts was shown to help students in their systematic learning of the material. Using plants grown in the school area and the local community had a positive influence on low performing students, because these students were able to connect their daily life experiences with their classroom learning experiences. This connection further improved their learning motivation.

Key words: Place-Based Education, Science Inquiry, Project-Based Teaching, Student Characteristics, Environmental Education

* Corresponding author: Chiung-Fen Yen, cfyen@gm.pu.edu.tw