科學教育學刊
2010, 第十八卷第四期, 277-304

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(4), 277-304

八年級原住民學生在設計導向活動的科學學習

吳百興　吳心楷

國立臺灣師範大學　科學教育研究所

(投稿日期：民國 98 年 5 月 26 日，修訂日期：99 年 2 月 24 日，接受日期：99 年 3 月 16 日)

摘要：本研究對象爲 28 名泰雅族學生，在六週的設計導向學習活動中，透過原住民傳統的籐編活動進行科學學習。爲瞭解學生在活動中的學習狀況，資料搜集包括族群認同量表、對科學的態度量表以及質性的晤談資料。分析結果顯示活動後，在「測量」、「控制變因」與「下操作型定義」三項能力的表現都有進步，學生能主動使用測量方法增加實驗觀測的可行性，並以量化數據來進行實驗結果的比較。在對自身身分的認同與投入部落活動的意願，以中、低族群認同學生的增進達到顯著。對科學原理與學校自然課程的態度亦有提升，並以中、低科學態度學生的改變最爲明顯。研究結果顯示，結合原住民文化內容以及設計導向科學的教學活動，可促進原住民學生的科學學習成效。

關鍵詞：科學態度、原住民科學教育、設計導向科學、族群認同

壹、前言

隨著九年一貫與課程統整等教育政策的鬆綁，以及多元文化教育與民族意識的逐漸抬頭，探討原住民教育的相關研究亦隨之增多。回顧過去原住民教育的相關研究可發現，原住民學生在學業成就的表現比起漢族學生有顯著差異，其原因可區分爲三種說法：(1) 基因缺陷說，即早期學者認爲原住民學生的學業成績較差，是源自於其先天基因缺陷 (李季順，2005)；(2) 學習式態說，即認爲是學生在學習過程中所表現出來之特定習性或模式，與主流的學習方式有所差異 (譚光鼎，1998)；(3) 文化差異說，即認爲原住民學生的學習弱勢，是由於原住民文化性質與主流文化不同所造成的 (傅麗玉，1999)。許多研究更指出，造成原住民族群學生學習成效低落的主因，是來自於學生自身的文化與學校主流文化間之藩籬 (Aikenhead, 1996)，因此在教學上如何協助原住民學生透過自身文化來理解主流的學科知識，成爲原住民教育的重要議題。

科學教育的範疇亦存在著學生自身與學校教育之間的文化差異。學校課室裡所教授

的多屬主流文化或是西方文化的科學知識；然而根據多元教育的觀點，Ogawa (1989) 認爲每一個原住民文化都具有獨特的科學，通常是由族裡的長者口語或行爲中授予，並受整體文化的知識系統所薰陶。換言之，無論是西方現代科學 (western modern science) 或原住民科學 (indigenous science)，均可視爲科學知識的一種類別。學生所持有的知識系統是源自於其傳統的原住民文化，此與來自於西方或主流文化的學校科學之間是有差異的。因此，爲幫助學生縮短生活經驗與學校科學課程兩種知識系統之間的距離，課室中的科學學習，可考慮著重於以文化情境的產物 (如籐編或竹槍等) 做爲媒介來進行科學課程 (Cobern, 1996; Pomeroy, 1994)。

在臺灣原住民傳統文化中的生活技藝與日常用品，無論是籐編、織布、竹槍、染織、醃漬等，都是原住民先民智慧與生活經驗相互作用下寶貴的文化遺產 (傅麗玉，2004a，2004b)。然而，在以往原住民教育的相關研究中，這些生活技藝與日常用品，往往僅被視爲生活經驗的累積，而忽略其所蘊藏的文化意義和知識內容。隨著多元文化與族群意識的抬頭，許多學者紛紛投入於原住民科學教育的研究之中；也逐漸發現在這些原住民族群中，世代傳承的傳統文化不僅僅只是生活的方式，其中更是包含著許多的科學知識 (劉淑惠、謝迺岳、廖彥婷、涂博維，2007)。但過去研究對於如何將原住民文化技藝結合科學學習活動，以及原住民學生透過此類學習活動後的學習表現等議題，著墨不多。

因此，本研究依據設計導向科學學習 (Design-Based Science Learning, DBSL) 的原理，編製動手探究的活動，希望透過傳統籐編製作活動，讓原住民學生進行有意義的科學學習。爲了解學生在活動中的科學學習情形，研究目的探討在設計活動前後，學生在族群認同、對科學的態度、以及過程技能三面向的進步情形。研究問題如下：(1) 設計活動前後學生在過程技能的改變情形？ (2) 設計活動前後學生對其族群認同的改變情形？ (3) 設計活動前後學生對科學的態度之改變情形？

貳、文獻探討

爲結合原住民文化技藝與科學活動設計，以促進原住民學生的科學學習，本研究針對相關文獻進行探討。以下各節分別回顧泰雅族的籐編文化、原住民學生的學習特性、活動設計的取向，以及本研究關注的學習面向：科學過程技能、族群認同、以及對科學的態度。

一、學習特色與泰雅籐編

過去研究指出，由於原住民族群沒有文字，所有知識傳承多依賴口耳相傳，以口述的表徵方式來學習。但主流學習方式多強調文字表徵的使用，因此相較於漢族同儕，原住民學生較易出現學習困難，而且他們在遭遇學習挫敗後，傾向選擇逃避而回到過去熟悉的舊經驗與舊知識 (紀惠英、劉錫麒，2000；黃志賢、林福來，2008)。爲幫助原住民學生有效學習，充分了解其學習特色及學習風格更顯重要。國內針對原住民學生所做之研究顯示，在不同學習情境中，原住民學生在課室裡的學習特性多以視覺接受訊息爲主、以整體的方式理解事物、喜歡自由的學習氣氛、學習方式比較偏好動態的、遊戲的方式 (全中鯤，2000；紀惠英、劉錫麒)。教室內的教學若能夠參照族群文化的結構，在課程和教學上考量學生的文化背景、學習型態以及溝通方式，以學生自身的文化作爲學習的橋樑，在減少文化差異所造成的認知

負荷情形下，原住民學生可以學得更具個人意義並維持高度的學習興趣，進而可以學得更輕鬆。

爲將原住民文化技藝融入科學學習活動中，本研究將原住民技藝及學生學習偏好納入考量。由於本研究對象爲泰雅族背景，且學生多偏好動手實做的學習過程，因此選擇該族著名的籐編技藝做爲學習活動的文化情境。在原住民的生長環境中，由於環境限制跟物資缺乏，運用大自然隨手取來的材料進行設計的現象非常常見，泰雅編織即爲一例。泰雅族人善用日常材料——苧麻，加以剝皮取絲，並能運用天然的薯榔進行染織，因而泰雅族女性以技術繁複、花色精美、色彩搭配極具美感的織布而聞名 (吳惠蓮，1999)。雖然在泰雅族的傳統文化中，男子是被禁止接觸織布及從事與織布相關的事務，但在其傳統文化中男子通常會由父親教導，同樣運用取自大自然的竹籐製作各式的實用農具、炊具、漁具及儲存用具 (國立編譯館，1999)。雖然泰雅的籐編不似織布一般有名，但他們用籐編出來的器具透過籐材間的交互縱橫，也是兼具美觀與耐用。因此無論是織布或是籐編，從材料取得與處理、成品設計與編織方式、到成品產出的過程，皆可提供原住民學生科學學習的機會。這不僅可縮短學校科學與生活文化之間的差異，亦可協助學生察覺其族群文化的價值。若能夠同時提供動手做的學習活動，可能有助於提升學生對科學的態度，並培養其科學過程技能。故本研究的科學學習活動結合籐編技藝，而在活動設計的取向上，同時採多元文化課程的特性與設計導向科學。

二、學習活動設計：多元文化課程與設計導向科學

以往國內有關原住民教育的相關研究，大多著重於教育政策、母語教學、鄉土教育等議題，且較強調一般刻板印象中，原住民族群的優勢表現，如歌唱、舞蹈、運動等，相對於其他學科內容與主題，如自然科學與數學等，較少著墨。然而，除了這些表現之外，原住民的傳統文化尚包括漁獵、染織、醃漬等，都是原住民先民智慧與生活經驗相互作用下寶貴的文化遺產 (傅麗玉，2004a，2004b)，亦可成爲學科活動中的重要內容。因此，多位學者強調以地方本位的教育 (place-based education)，將科學知識統整於原住民學生的生活與文化之中，「讓學生成爲環境中的一份子」、「課程必須對社會環境議題做出回應」，若能在課程中融入這些原住民獨特的傳統知識，學生在科學學習的表現上可以學得更好 (顏瓊芬、林益仁、成虹飛，2007；Dubiel, Hasiotis, & Semken, 1997; Lee, 2008; Yen, 2008)。因此，課程設計者在進行科學課程的編制時，應該更小心的看待與察覺這類原住民傳統文化中之科學知識，思考如何結合地區或部落的傳統特色文化，讓學生可以藉此有效的建構科學知識。

根據班克斯 (1994 ／李苹綺譯，1998) 所提出的多元文化課程改革，結合課程內容與文化特色的方式有四種取向：(1) 貢獻取向：以增加書籍、單元或課程內容的方式，允許教師將族群文化的內容置於課程之中，但並未對當前的課程進行改變；(2) 附加取向：在原課程中加入不同文化內容、概念、主題與觀念，但仍保留原課程結構；(3) 轉化取向：改變原課程結構，使學生能夠從多元族群文化團體的觀點來理解不同的概念，

並擴展學生對世界的理解；(4) 社會行動取向：是上述三者的總和，主要是希望學生能針對所學採取行動解決問題。江瑞珍 (2006) 指出，透過附加課程的模式將原住民文化納入教學之中，能促進原住民學生的族群認同，並改善漢族學生的族群態度。因此，本研究本著「依據原住民族群的文化特性，對原住民所實施的教育」，採附加課程的方式將傳統文化融入科學學習過程中，從實際的文物設計與製作中體會祖先的智慧，藉此提升學生對其本身族群文化的認同。

由上述文獻中發現，多元文化課程可以有效建構科學知識與提升族群認同。故本研究在學習活動的架構與內容設計上，考量原住民學生的學習偏好及其傳統技藝的設計與操作特色，採設計導向科學學習 (DBSL) 的原理。其立論基礎爲杜威於《經驗與教育》一書中所主張的從經驗中學習以及動手操作的「做中學」(learning by doing)，教育過程即在利用現實生活中的各種機會，把技能與技術做爲達成切身需要的手段 (杜威，1938／姜文閩譯，1992)。過去許多的實徵研究與相關的課程發展，均指出讓學生透過親自動手操作的學習經驗，可以幫助學生建構對科學知識的理解與學習 (Krajcik, Czerniak, & Berger, 2003)。其中亦有學者們主張學生可以透過設計成品的活動，由設計的過程來建構科學知識，並且藉由真實世界的情境，來促使學習者使用適當的設計經驗進行問題解決 (Kolodner et al., 2003)。這種強調設計過程與科學學習結合的教學模式，稱爲設計導向科學學習 (Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx, & Mamlok-Naaman, 2004)。

設計導向科學的研究主張，科學學習應強調生活中常見的現象，而不只是以書本中理想化的系統做爲學習主軸，應該讓學生從實際發生的現象中進行學習，以建構具有實用性的知識。這些研究發現，經過設計導向的教學活動後，學生更能將科學知識應用於相關現象 (Nordine, 2007)。例如：透過門鈴設計的活動，學生能夠清楚瞭解電通路的科學概念 (Silk & Schunn, 2006)。而簡易滑車與氣球的設計，可使學生體驗作用力與反作用力的現象，並連結成品設計與摩擦力之間的關係 (Kramer & Kolodner, 2007)。

設計導向活動主要是透過教師提供與學生舊有經驗結合的問題解決情境，由學生在解答的過程中發展出新的解題策略與過程技能，並將之運用於設計活動的成品製作；最後透過回饋的活動，幫助學生進行反思或發現新的問題 (Fortus et al., 2004)。設計導向活動流程可分爲定義問題情境、背景調查、發展想法、建製成品與回饋等五個步驟，本研究即利用此五步驟做爲籐編設計活動的架構。

三、科學學習的表現：過程技能

由於設計導向活動強調將以往所習得的知識實際運用，以及針對實境進行設計和解決問題的能力，因此 Fortus 等 (2004) 提出設計導向活動中評量學習成效的方法，應考慮學生的技能發展，透過實作評量 (performance assessment) 的方式來檢驗學生的學習狀況。

根據 Finley (1983；引自甘漢銧、熊召弟、鍾聖校，1996) 之主張，科學過程技能的規準有三：(1) 是特殊的心智技能，是所有科學所使用，並可應用到對任何現象的了解；(2) 是可以在科學家探究的行爲中發現，並可被任何學生學會；(3) 是可以普遍應用於不同的學科內容中，並有助於日常生活的理性思考。過去文獻已指出多項過程技能 (如：觀察、測量、預測與分類等)，考量在教學時數的限制與設計導向活動流程

中，學生會應用到且與籐編製做過程有關的技能：(1) 控制變因：了解在實驗時，一次只能操作一個變因，並控制其他變因，才能觀測出此變因對變量的影響；(2) 下操作型定義：能夠依某變因在實驗中的表現行爲和觀察測量，來界定與辨識此變因；(3) 測量：能使用尺、量筒、秤、和放大鏡等簡單工具進行量測，並由測量結果的比較，來了解事物與現象間的關係等三項過程技能進行探討。

本研究採實際操作及晤談的方式，以探討學生於設計活動前後過程技能的改變情形。此種評量方式除了呼應 Fortus 等 (2004) 實作評量的建議，亦符合原住民學生的學習特性；過去的研究指出原住民學生的學習特性多爲不喜好背誦記憶 (全中鯤，2000)，紙筆測驗或許無法完全評斷原住民學生的學習成效。有鑑於此，本研究讓學生透過實際操作搭配晤談問題，來表現其過程技能。

四、科學學習的表現：族群認同

除了過程技能之外，本研究另一關注的學習面向是族群認同，欲探討原住民學生在進行了結合傳統文化技藝的科學活動後，對於自身族群的看法是否產生變化。根據現代社會學字典 (A Modern Dictionary of Sociology) 對認同一詞的定義，認同 (identification) 是一種同化與內化的社會心理過程，是將他人的價值、標準、期望與社會角色內化於個體的行爲和自我概念之中。而每一個族群都有其獨特的歷史、傳統與價值觀，個體對於自己所擁有的族群團體產生認同或歸屬的感受，是普遍存在於所有人類的。因此族群認同 (ethnic identity) 可定義爲關於個人思考、知覺、情感與行爲歸屬於某一族群團體的情形。

雖然國內外有許多學者投入族群認同的研究之中，各個學者對於族群認同所解讀的意涵不盡相同，在比較各個學者的定義後，可以歸結出下列六項要點：族群認同是 (1) 最基本分辨我群與他者的過程 (Phinney, 1992)；(2) 對自我族群身分的定位與看法 (蔡春蘭，2004)；(3) 對所屬族群產生主觀歸屬感的心理歷程 (張錦裕，2001)；(4) 對所屬族群所共同擁有的社會性活動參與度 (吳淑慧，2005)；(5) 對所屬族群成員或歷史、語言等文化象徵的偏好程度 (姜明義，2003)；(6) 會隨著社會關係變化而改變的動態歷程 (卓石能，2004)。在本研究中，所指稱的族群認同是指個體對其所屬的族群團體或成員具有主觀的歸屬感，自覺不同於其他社會群體，進而對族群身分產生想法、知覺、感覺和行爲上的認同感。

雖然各學者們所著重的研究重點有些微差異，族群認同可進一步被區分出三項構成要素：(1) 自我的族群身分認同 (ethnic self-identification)：亦稱爲自我定義 (self definition)、自我標籤 (self labeling)，是個體使用何種族群名稱來稱呼自己，亦即個體將自己本身歸類爲何種身分或是選擇何種族群標籤來描述自己 (Phinney, 1992)；(2) 族群投入 (ethnic involvement)：族群投入是現今量測族群認同中，最常見的一個重要指標，因爲個體對其所屬族群有所認同，會有表現於外的投入行爲 (Phinney)；(3) 族群態度 (ethnic attitudes)：是延伸至其所屬的社會團體中與成員關係之間形成的知識、價值觀與特殊情感，而明確表現出來的態度 (Tajfel, 1982)。

綜合上述文獻探討可知，個體若對其自身的族群身分有所認同，會對其整體族群產生歸屬的感受，進而參與部落的活動，且對族群具有良好的態度。故本研究中所探討之

族群認同，即從自我族群身分認同、族群投入、族群態度探討，並藉此發展族群認同量表做爲研究工具。

五、科學學習的表現：對科學的態度

過去研究指出，由於文化差異，在課室中原住民學生普遍對於學習的態度並不積極正向。因此爲探討本研究設計導向學習活動的成效，學生對科學的態度亦爲研究的焦點之一。

「態度」可視爲個體對人、對事、對周遭的世界，所持有一種具有持久性與一致性的傾向 (張春興，1989)，以及個人關於特定主題的傾向、感覺、評價、認定與行動的總和 (陳英豪、葉懋堃、李坤崇、李明淑、邱美華，1991)。過去研究將「對科學的態度」定義爲個體在與各項科學相關之人、事、物交互作用時，所形成對這些與科學有關的傾向、感覺、評價、認定與外在行動的表現 (鄭湧涇、楊坤原，1995；Barrington & Hendricks, 1988)。通常是指學生在接觸與科學有關的事物時，所持有的感覺、意見和信念等，因而影響其對科學的看法與行爲，表現出不同程度的喜好或厭惡。Papanastasiou (2002) 指出，對科學具有較正向態度的學生，通常在科學的學習成就等外在行爲亦具有較好的表現，所以對科學的態度可做爲評定學生學習成就與科學學習的重要指標。

由於「對科學的態度」對學生學習科學的影響較爲深遠且直接，這個層面不同於「科學態度」是比較傾向於情意的面向；所以凡是關乎學生對科學相關的人、事、物等面向的態度，均爲推斷學生對科學所持有的態度之指標。因此，Wareing (1990) 認爲應著重於基本認知導向的「對科學的態度」，而不是一昧地強調「科學態度」。

Barrington 與 Hendricks (1988) 在跨年級科學態度的研究中，將對科學的態度區分爲「科學的上課態度」、「對科學教師的看法」、「科學做爲未來職業的看法」、「在科學課程中所感知的有用訊息」四部分，並制定跨年級的量表，將學生對科學的態度加以量化。國內研究將此量表修改後，用於生物學習 (鄭湧涇、楊坤原，1995)，並藉以比較學生對不同教學模式的態度 (朱正誼，2001)。由於本研究是以設計導向活動做爲中介，較爲關注活動前後學生對科學的態度之表現情形，因此所欲探討之向度著重於「對自然與生活科技課的態度」與「對科學原理的態度」，並考量參與對象爲原住民學生，納入自編原住民「生活中的科學」面向，做爲量表發展的依據。

參、研究方法

本研究採單組前－後測的實驗研究法 (Campbell & Stanley, 1963)，在實施教學活動前後，對研究對象施以問卷量表的測驗，探討研究對象接受中介活動後對族群認同與科學態度改變的情形；並輔以晤談方式，來檢測研究對象在活動設計之後科學過程技能的改變情形。

一、學校情境與研究對象

本研究以新竹縣某原住民地區的小型學校進行施測。該校學區包括全鄉，現有班級數爲 7 班，七、八年級各 2 班，九年級有 3 班，學生共有 208 人，平均每班約 30 人，教職員工合計 23 人。本研究之研究對象係針對該校八年級班級中選取一班進行施測，該班人數爲 28 人，其中男生 13 人、女生 15 人；均爲原住民泰雅族。

二、研究者角色

由於該校缺乏教授籐編的教師，因此本研究的學習活動是由第一作者擔任授課教師。第一作者先前曾在原住民小學教學一年，期間曾與原住民籐編教師學習籐編，因此對泰雅傳統籐編的基本技法有粗淺掌握。在離開該校之後亦與該學校教師及部落的族人保持聯繫，並持續在另一所原住民中學擔任科學社團的指導老師。在活動編排時曾針對活動中所涉及的籐編技藝與編法，請教過去教導籐編活動的教師與部落中以籐編聞名的耆老。故此研究者對於原住民科學教育與泰雅籐編的教學具有相當程度的瞭解。

三、學習活動

本研究採設計導向科學的取向，結合原住民族群傳統文化中籐製器具的設計與編製做爲活動設計的主軸，並轉化 DBSL 學習環中的步驟作爲籐編活動進行的流程。活動實施乃配合自然與生活科技課程第四冊力學單元教學，於學期中每週一次之自習課，進行爲期六週之教學活動，活動流程包括五個步驟：定義問題情境 (以情境問題引導單說明籐編在傳統泰雅族人生活中的重要性)、調查活動 (分爲調查活動與基本編法介紹)、發展想法 (由小組討論統整可能的影響因素並據此制定設計策略)、籐編製作 (依據設計策略進行籐編編製並完成耐重度的測試) 與統整討論 (展示測試結果、接受提問與回饋)，其進行流程如圖 1 所示；而各活動實施內容及其與族群認同、對科學的態度與過程技能的對應如表 1 所示。

(1) 定義問題情境：本活動所定義的問題情境即爲「我要怎樣設計出堅固的籐編器物？」，並據此問題衍伸出「我要怎樣知道長短粗細的堅固度？」、「我要怎樣知道不同編法的堅固度？」和「我要怎樣設計出堅固的籐編器物？」等三個設計活動。此步驟的活動內容係以學生日常生活情境之問題做爲引導設計活動的進行，並藉以強調族群認同中對傳統文化與技藝的認識。

(2) 調查活動：調查活動是以測量編織物的耐重度，引導學生進行籐器編織的基本技術 (平編、米字編……等)；並請學生回家調查家中常見籐編器物的編法或家長熟悉的編法。此步驟的活動內容涵蓋張力、合力與力平衡的概念，並透過耐重度的檢測讓學生學習控制變因、下操作型定義與測量等技能。

(3) 發展想法：此步驟是讓學生透過小組討論的過程，相互挑戰並激盪出各種設計

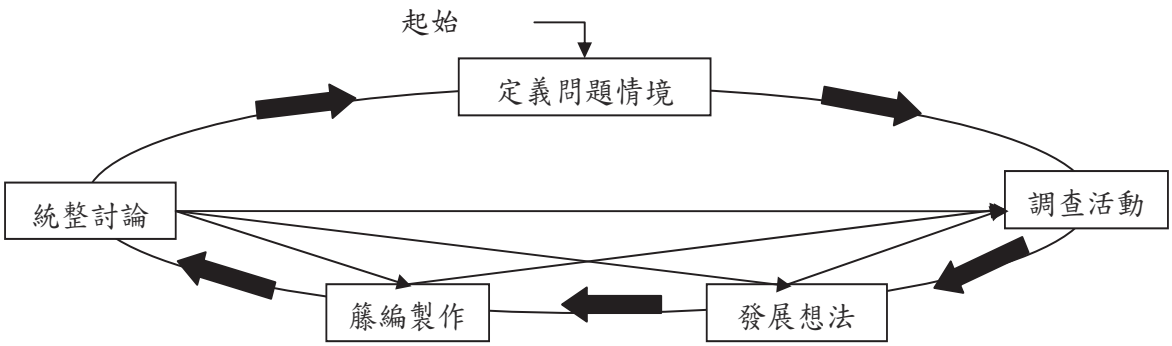

圖 1：設計導向學習活動的流程圖

表 1：籐編活動與族群認同、對科學的態度與過程技能的對應

	活動內容	過程技能	族群認同	對科學態度
定義問題情境	1. 籐編在傳統生活的重要		身分與投入 族群態度	
	2. 說明傳統籐編的耐用度		族群態度	生活中的科學
	3. 問題情境的引導		身分與投入	
	4. 討論影響耐重度的因素			科學原理
調查活動	1. 講解各式基本的編織法。		身分與投入	學校課程
	2. 調查家中的籐編器物與編織方法		族群態度	
	3. 開始進行編織試驗。			
	4. 進行「長短粗細的耐重度？」與「不同編法的耐重度？」子問題的探討	控制變因、下操作型定義、測量		科學原理、生活中的科學
	5. 同時比較各組記錄，找出耐重度最佳的編法	控制變因、測量		
	6. 進一步探討不同的編織方法，對耐重度的影響	控制變因、測量		科學原理
發展想法	1. 小組討論共同思考、統整可能影響因素，並回答問題情境			上課態度
	2. 制訂小組的設計概念	控制變因		
籐編製作	1. 依據問題情境訂定的設計策略，進行籐編編製	控制變因、測量	身分與投入	
	2. 對編製完成的成品進行耐重度的測試	下操作型定義、測量		科學原理、生活中的科學
統整討論	1. 展示測試結果，並接受同學的回饋，並做爲改進			上課態度
	2. 請學生舉例說明其他生活中使用力學概念的現象		身分與投入	生活中的科學
	3. 教師統整對應籐編織程中的現象與教科書中的科學概念		身分與投入 族群態度	科學原理

想法，而後決定該組所欲編製籐器之造型、尺寸以及將進行比較的變因；最後據此擬訂設計草圖與設計步驟。透過問題情境和設計過程的思考，學生培養控制變因與實驗設計的技能。

(4) 籐編製作：此步驟即是讓各組學生依據上述之設計策略，實際進行編製符合問題情境所要求的籐器；並於編製完成後，對其進行耐重度的測試。運用控制變因、下操作型定義與測量等過程技能，以回應上述之問題情境。

(5) 統整討論：在此步驟中，教師提供學生機會去修正並精緻化其對科學內容及設計過程的理解。透過全班展示活動，可獲得班上其他同學的回饋，教師並將回饋與想法加以統整討論。

四、資料收集

(一) 質性資料

質性資料的收集是爲了解學生過程技能的改變情形。因此，本研究中以晤談大綱做

爲工具，透過晤談以測量受試學生在活動前後控制變因、下操作型定義、測量等技能的表現，選取 6 名學生進行活動前後的晤談。晤談內容爲紙張耐重度的實驗情境，學生使用提供的實驗材料，說明或回答如何測得紙張不同材質、尺寸與張數耐重程度的問題，以評量學生在設計導向活動流程中，會應用到的控制變因、下操作型定義、以及測量等三項過程技能 (表 1)。

(二) 量表工具

本研究使用之量表工具爲「族群認同與科學態度」問卷量表，其中分爲「族群認同」與「對科學的態度」兩個部分。

族群認同部分的試題，主要是依據 Phinney (1992) 所建議的族群認同因素及其「多元團體之族群認同測量量表」(The Multi-group Measure of Ethnic Identity, MEIM)，並參考國內針對族群態度相關研究的量表與問卷內容 (張錦裕，2001)，進行本研究量表試題的編製；對科學的態度部分試題，主要依據 Barrington 與 Hendricks (1988) 之跨年級科學態度問卷，同時參照國內科學態度的量表 (鄭湧涇、楊坤原，1995)，進行本量表對科學的態度部分試題之編製。

本量表採 Likerts 五點計分，依兩位專家的建議修改後，選定另一學校三個年級共 219 名原住民學生進行預試，並將預試結果經項目分析、因素分析、信度分析等統計上的試題分析後，進行題目的刪除與修改。最後所得 45 題的「族群認同與科學態度」量表中，族群認同部分共計 20 題，其中包含「身分與投入」14 題 (α = .88)、「族群態度」6 題 (α = .85)。其中依據預試之因素分析結果將文獻中的自我族群身分認同與族群投入兩個部分整合爲「身分與投入」，係指個體對其自身族群身分的認同、及其表現出來的外在行爲。而「族群態度」則是強調個體對其族群特質所持有的看法。

科學態度部分共計 25 題，包含「上課態度」6 題 (α = .83)、「科學原理」6 題 (α = .80)、「學校課程」7 題 (α = .82) 與「生活中的科學」8 題 (α = .86)，總表之 Cronbach α 值爲 .89。其中「上課態度」乃指學生對上自然課的看法；「科學原理」係指學生對課室中所教授的科學原理所持有的看法；「學校課程」係指學生對學校自然課程的看法；而「生活中的科學」爲學生對日常生活及文化技藝中，科學原理應用之看法。惟此處所指稱之四個向度與文獻探討中之三個向度不一致，係因根據預試之因素分析結果，而將「對自然與生活科技課的態度」細分爲「上課態度」與「學校課程」兩個部分。

五、資料分析

(一) 質性資料

首先將晤談的錄影檔轉錄成逐字稿文件，並以文字描述的方式記錄受訪者的動作；完成轉錄及文件編號之後，開始進行編碼分析工作。初步編碼是以三項過程技能爲焦點，產生類別及分析碼。經與專家討論及試編後，進行修改，再經反覆討論，以確認編碼表可用以描述學生的過程技能表現 (詳見表 2)。爲取得編碼信度，三位編碼者針對選取的四份晤談文件 (三分之一的資料量) 進行編碼工作，再將三位編碼者的編碼結果輸入 SPSS 統計軟體，以「交叉表」進行同意度考驗，所得結果 Cohen's kappa (κ) 介於 .75~ .80 之間，皆大於 .7，爲合理範圍，故可確定編碼表的可用性。

(二) 量化資料

回收後的問卷在排除缺考與回答不全

表 2：晤談資料編碼表

	技能類別	編碼	學生晤談範例
測量	1-1 測量	1-1-1 準確性	A：就是把它鉤住不然它會掉。手提的兩邊平行
		1-1-2 可行性	A：因爲你這樣子的話，這樣每一張紙都可以了。
		1-1-3 平均值	A：就量五次嘛，加起來除以五
控制變因	2-1 控制變因	2-1-1 控制紙張材質	A：每種紙都拿美工刀再中間割 1cm 的小洞掛法瑪。
		2-1-2 控制紙張尺寸	A：因爲要公平，所以都要一樣大。
		2-1-3 控制紙張張數	A：那可以分成一個是兩張，一個三張，然後去測。
下操作型定義	3-1 中間置重	3-1-1 兩端抬起	A： 20 克各放五個，抬起來就可以了。
	3-2 掛重	3-2-1 直接掛重	A：就掛上去以後，看它可以掛幾個啊。
		3-2-2 剪條掛重	A：剪成一樣大啊，2 公分就好了，然後再去測。
		3-2-3 摺條掛重	A：就是這樣子折，一直折…，然後再掛起來。
		3-2-4 中間挖洞	A：中間割一公分的小洞，然後掛著法碼。
		3-2-5 編織掛重	A：就編織啊，再放砝碼進去啊。
	3-3 其他方法	3-3-1 密度	A：看它密度啊…。A：泡水。

的無效試卷後，將有效問卷 28 份編碼輸入於電腦中，建立資料檔，並以 SPSS 統計軟體進行分析。本研究以無母數統計法中的 Wilcoxon 符號等級考驗進行檢驗，係將量表所得之分數視爲次序變數，透過受試者於後測與前測「族群認同與對科學態度」問卷量表得分間的正負等級之差異，藉此瞭解設計活動對於學生在族群認同與對科學的態度之影響。

肆、研究發現

一、過程技能的改變情形

本小節將科學過程技能分項探討，針對「測量」、「控制變因」及「下操作型定義」三項過程技能，以回答研究問題：設計活動前後學生在過程技能的改變情形？

(一)「測量」能力前後晤談資料之分析

本研究將測量技能細分爲「增加測量的準確性」、「增加測量的可行性」與「使用平均值」三個類別，並比較學生在前後晤談中出現此類別行爲的次數，以了解學生在此技能的改變情形。由圖 2 可發現，學生在設計活動結束之後，出現較多行爲以增加測量的準確性及可行性，並且有學生開始使用平均值，顯示設計活動有助於培養學生展現較複雜的測量技能。以下列舉晤談片段說明此三種測量行爲。

1. 增加測量的準確性

【後晤談舉例 1：S17】

訪：對。你可以用剪刀，你可以剪，桌上的東西你都可以用。

S17：…這樣對折嘛，對折之後這樣打一個洞 (指著對折之後壁報紙的上端)，然後打開之後，…你說是量嗎？你說是怎樣測喔。這樣平均嘛 (指對折後在紙張的上下緣的兩個洞)，…我只想到一端是用掛的 (拿起一個 50 克重的砝碼)，然後就…(找不到桌上有鉤子)…一端有手這樣拿著，然後一端就這

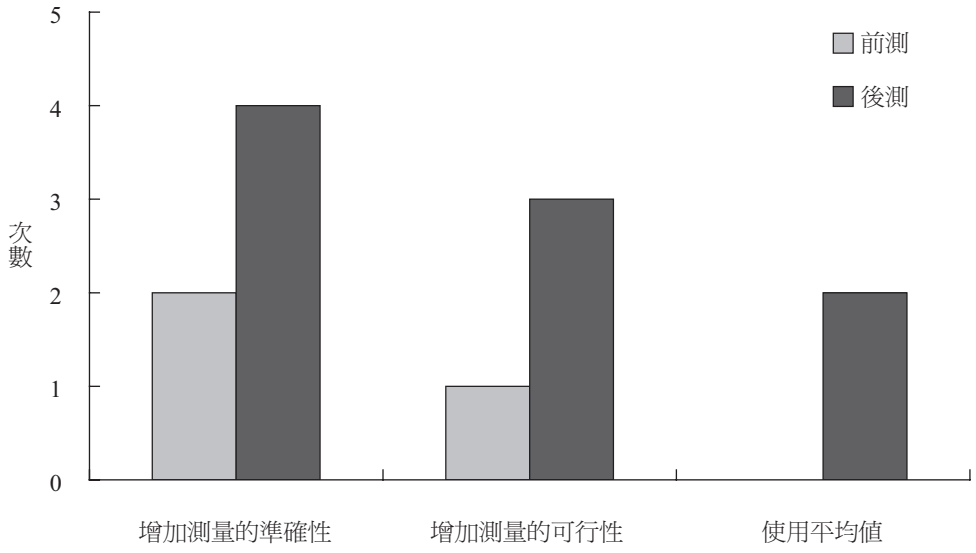

圖 2：受訪學生在晤談中提及測量之次數

樣掛著 (用砝碼在紙的下緣比畫)，然後一樣啊，都一樣啊 (指著其他的紙)。

從上述的晤談片段可以看到，S17 先將紙張對折後穿一個洞，並認爲將紙張展開後，兩個洞距離上下邊界的距離將是一樣的，如此便可增加測量結果的準確性。

2. 增加測量的可行性

【後晤談舉例 2：S06】

訪：那還有其他的東西啊，燕尾夾啊、膠帶…你都不需要用到？

S06：就這樣放啊 (將砝碼放到紙張的中間)，不過我看還是不會破，(將紙從兩側抬起)…就是這樣，然後再放在這邊啊 (指著另外兩種紙張)。

S06：(拿起 50 克的掛碼，掂掂重量) 重一點會比較好，比較容易破，容易分出來！

從上述的晤談片段中可以發現，S06 認爲紙張很厚，可能不是很輕易就會破，爲了觀察其破損以測試出準確的耐重度，所以認爲應該從重一點的 50 公克砝碼開始放，較爲可行。此外，S06 在後晤談中，出現此種增加測量的可行性之行爲共有三次，而前晤談中則完全沒有提及任何相關的敘述。

3. 使用平均值

【後晤談舉例 3：S11】

訪：那小青想要知道不同張數的報紙的耐重程度。

S11：大小都一樣，就一樣啊。

訪：可是…，喔，那怎麼做？我不是要問你答案，我是要問你會怎麼做？

S11：就兩個一樣就好了啊，就全部都一樣了啊，沒有啊就量五次嘛，然後加起來除以五啊。

訪：不同張數捏，為什麼要量五次？

S11：就五張不同，不同張啊。

雖然，S11 在此回答不同張數報紙的耐重程度時，是認定爲「不同張」報紙的時候，所進行耐重程度的試驗；但從其對話中明確地表達出其對實驗結果所得之數據，應以平均值表示。

從圖 2 可發現，前晤談中提出測量相關回答者僅有三人；後晤談的回答中則明顯增加爲五人。且從以上晤談對話中可以發現，晤談者並沒有特別要求學生對如何增進測量效果進行回答，因此學生在說明操作方法時，所提及的增加準確性、可行性與使用平均數等方法，完全是學生本身認爲如此的作法將有助於透過測試的結果來瞭解事物、現象之間的關係。可見設計活動結束之後，學生在進行實驗操作時，會主動地考慮如何減少誤差與增加測量所得結果之準確性。

(二)「控制變因」能力前後晤談之分析

本研究所探討之「控制變因」係指受訪學生能依循題目給予的線索 (分別爲不同材質、尺寸及張數)，以操作變因與控制變因的原則，來獲得觀察結果以回答問題。受訪學生前、後晤談的作答情形，如圖 3 所示。

1. 操作紙張材質

圖 3 顯示，在前、後晤談中，受訪學生以紙張材質做爲操作變因的次數是相同的。但根據其回答內容的分析可發現，雖然所有學生的回答都有提及操作紙張材質做爲變因，但在做法的詳細程度是有差異的 (圖 4)。以下列舉前訪談的片段說明之：

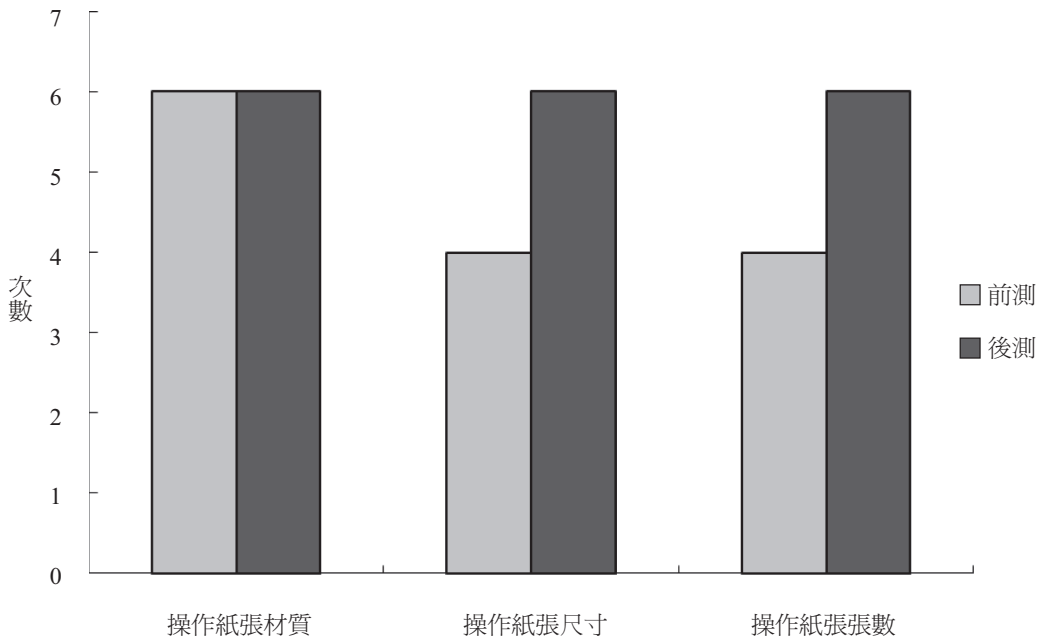

圖 3：受訪學生在晤談中對控制變因之次數

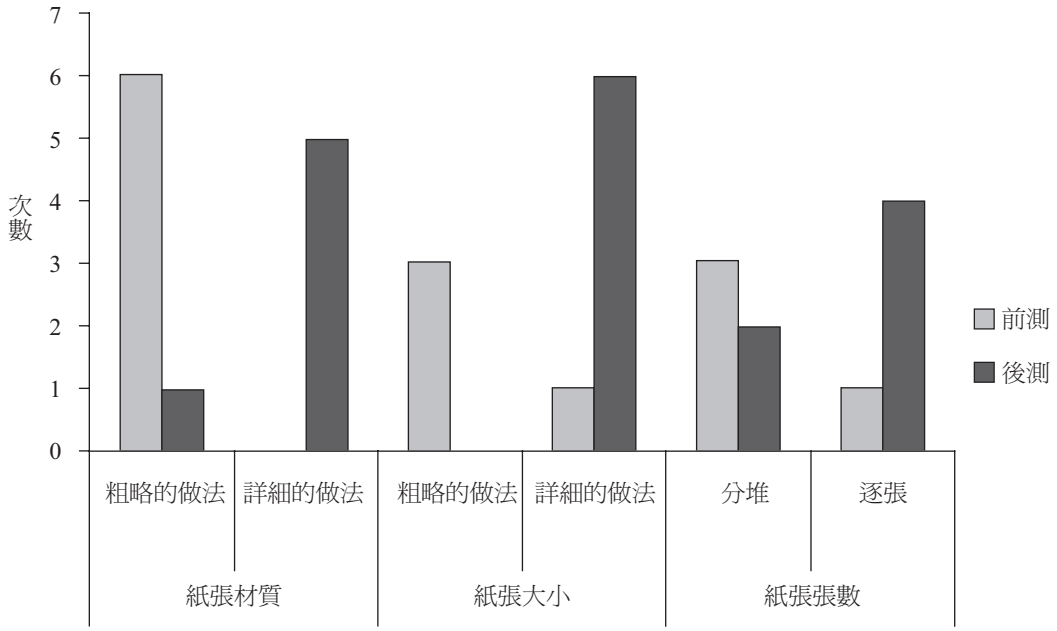

圖 4：受訪學生之控制變因的回答類型

【前訪談舉例 4：S11】

訪：看它密度。那要怎麼知道它的密度？

S11：就看哪一個比較重，或比較硬啊。

訪：對啊，那你怎樣知道…怎樣去測？怎樣去做？

S11：泡水。

訪：泡水，然後咧？

S11：然後就撕一半啊，看哪一個比較好撕。

由上述的訪談片段可以看出，在前晤談中因爲題意的要求，學生大多都能提及要依據其作法對不同紙張材質進行比較。然而學生多是以「看哪一個比較重或好撕」的說法進行比較，但對於如何操作不同紙張材質做爲變因以進行實驗，並沒有多做說明。而從圖 4 所示學生在設計活動結束後，多能以較爲詳細的做法進行紙張材質的實驗。雖然前、後兩次晤談之間，以紙張材質做爲操作變因的人數一樣，但在說明原因與控制變因之表現上，經過設計活動之後是有進步的。

2. 操作紙張尺寸

【後晤談舉例 5：S06】

訪：好～，第五題，小青現在經過剛剛的實驗，現在她想知道不同尺寸的報紙的耐重程度。她應該要怎麼做？

S06：報紙，…就是找幾片啊，一些小的，一些大的，(拿起一張報紙作勢要把它撕開)…也是一樣慢慢放啊…砝碼…

訪：怎樣做成…一些小的，一些大的？

S06：用剪的，…就是剪這樣，這邊長方形、這邊就正方形，大小邊…不一樣，然後就慢慢放…對啊。

由圖 4 可以發現受訪學生在被問及操作紙張尺寸的變因時，在設計活動後，從前晤談的四人增加至後晤談的六人，顯示受訪學生在操作紙張尺寸的變因是有所提升的；且從上述的訪談片段中可以發現，學生在後晤談的訪談對話裡對切割成不同尺寸的作法有較爲詳細的說明，且能據此操作不同尺寸的紙張進行實驗觀測，此種現象也普遍出現於其他晤談者的回答之中。

3. 操作紙張張數

【前晤談舉例 6：S02】

訪：小青想知道不同張數的報紙時候，它的耐重度。它要怎麼做？

S02：不同紙張…它的意思是說一張跟兩張，在一起比較！那可以分成一個是兩張，一個三張，然後去測。就是，也是掛砝碼。

訪：就跟前面兩個一樣，中間挖一個一公分的小洞然後掛砝碼！

【後晤談舉例 7：S17】

訪：好～第六題。小青想知道不同張數的報紙的耐重程度。要怎麼做？這邊不同張數就是一張、兩張、三張…這種厚度不一樣的時候。耐重程度要怎麼比？

S17：耐重程度。…就是把 (拿起一張報紙) 先量一張的嘛，就剛剛那種一樣，然後再疊兩張、三張、四張…，這樣。

由上述的訪談片段與圖 4 可知，在前晤談提及操控紙張張數做爲變因的四人之中，有三人是以「有五張就分成兩堆，一個是兩張，一個三張，然後去測」的作法，以直接分堆的方式去進行實驗測量。而在設計活動之後的晤談中，提及紙張張數做爲變因增至六人，有四人是以「先量一張的耐重度，再逐一增加張數」的作法進行實驗測量。雖然兩種作法均符合紙張張數的控制，但與任意數量分堆的方式相比，逐一增重的過程較具系統性，且控制紙張張數變因的人數在後晤談中有增加，可見經過設計活動之後，學生在操作變因的表現是有進步的 (圖 3)。

(三)「下操作型定義」能力前後晤談之分析

本研究中探討的「下操作型定義」技能，是依據學生在晤談中對「耐重度」所提出的定義與相關的實驗操作方法。晤談資料中學生提及的操作型定義，大致可分爲三類：中間置重、掛重、和其他方法 (圖 5)，而依此三類所衍生的實驗操作方法共有七種 (圖 6)。從圖 5 中可以發現，由此可知，前晤談時受訪學生所持的耐重度定義以中間置重者居多，掛重者次之；而在後晤談時則是以掛重的耐重定義爲最多。以下將依據圖 5 的分類逐一說明。

1. 中間置重

從圖 5 與圖 6 中可以發現，受訪學生在設計活動之前，對於題目中的「紙張耐重程度」多以字面上的意義去猜測，認爲耐重度的定義就是紙張承受重量的程度，因而持有「中間置重」的操作型定義，將紙張攤開後放上砝碼，再從兩端抬起的操作方法。以下晤談片段即爲一例。

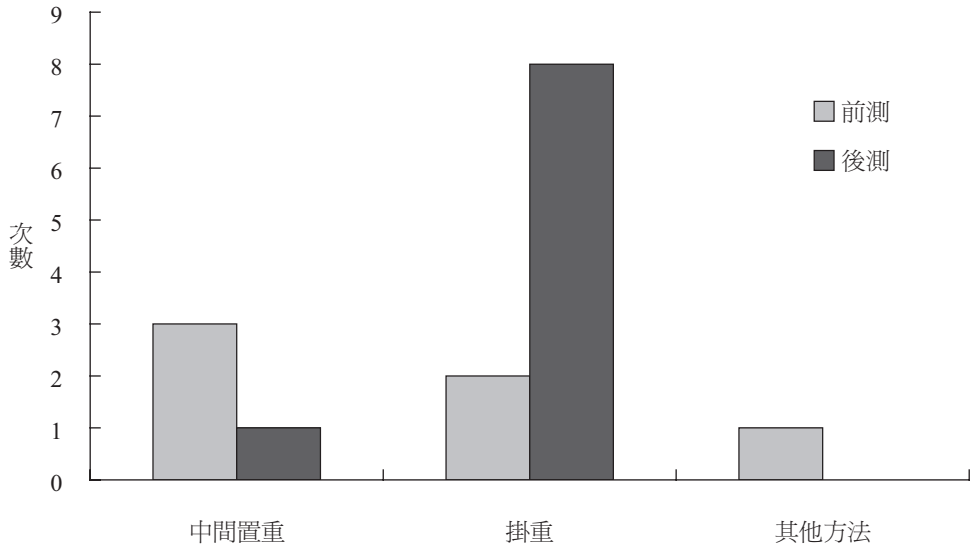

圖 5：受訪學生在晤談中對耐重度之各定義次數

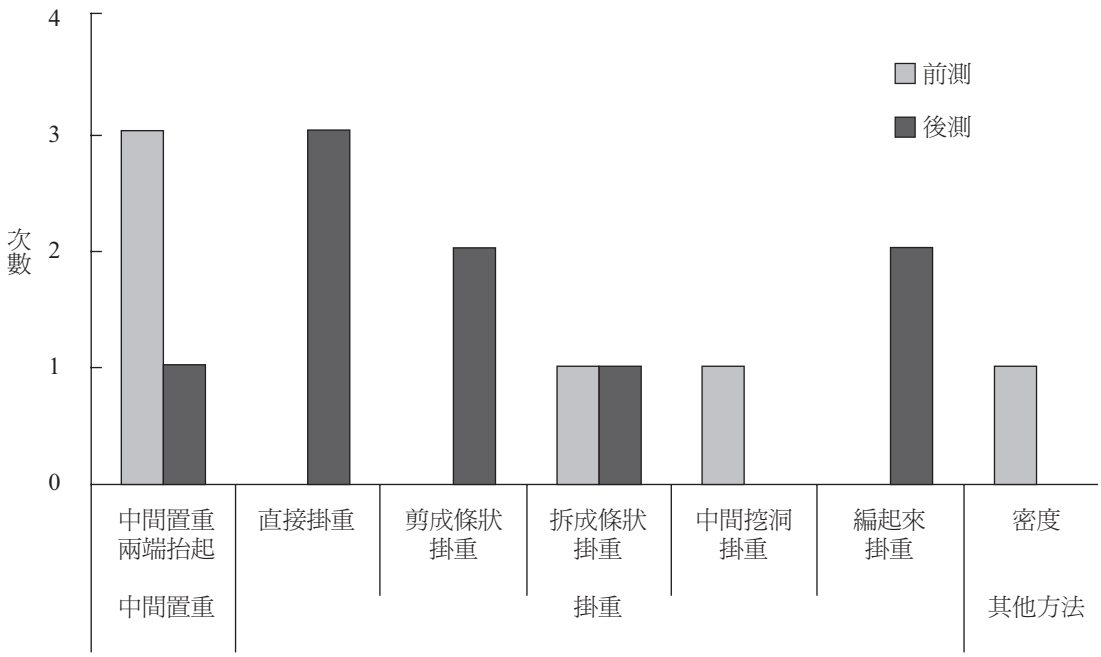

圖 6：受訪學生在晤談中對耐重度定義之操作方法

【後晤談舉例 12：S06】

S06：兩張紙嘛，(拿起壁報紙跟報紙各一張，再拿起衛生紙一張，在桌上並列平放)…然後各放砝碼啊，看哪兩個先破掉，就是那張最…比較差的，然後沒有破掉的就是比較好的，因為你這樣放啊，看哪一個會破…

訪：你的意思是…(拿起砝碼)…怎麼放？

S06：就這樣放啊 (將砝碼放到紙張的中間)，不過我看還是不會破，(將紙從兩側抬起)…就是這樣，然後再放在這邊啊 (指著另外兩種紙張)。

2. 掛重

「掛重」係受試者認爲耐重度的定義，就是紙張下端所能吊掛的砝碼數，而操作方式包括：「直接掛重」、「剪成條狀掛重」、「折成條狀掛重」、「中間挖洞掛重」與「編起來掛重」等五種測量耐重度的方式，圖 6 顯示學生在經過設計活動後，能夠進一步思考如何測量耐重度的方法，並提出較多可行的操作方式，而非僅從字面上去操作承受重量的方式。以下列舉其中次數較多的三種操作方式。

(1) 直接掛重

【後晤談舉例 13：S02】

訪：你覺得小青應該怎樣證明說比較厚的它承掛的重量比較大？它的耐重度比較大？

S02：…就是三個啊，這邊弄一個洞 (手指紙張的下端)，然後就是從…都一樣啊，從最小的開始掛砝碼 10 克的，掛到後面…，就是看啊，看哪一個掛就是最重的…看哪一個掛不住啊。

訪：怎樣掛不住？

S02：就是會破掉。

從上述的晤談片段可以知道，學生持有掛重方式的耐重度定義，其測量是以「直接掛重」的方式，即爲將整張紙直接穿洞之後再掛砝碼，看其在破損之前能承受多少克的砝碼重。且此種「直接掛重」的方式是出現在設計活動結束之後的晤談中，其中 S02 在前晤談時是以中間置重的方式，而後晤談時則改以穿洞之後再掛砝碼的掛重方式。

(2) 剪成條狀掛重

【後晤談舉例 14：S11】

S11：耐重度，…我想一下…就把它剪一條，用這個 (指砝碼) 掛上去，…測砝碼看看會不會斷。

訪：那它 (指壁報紙) 剪一條後掛砝碼，然後呢？

S11：用這個 (拿起 50g 的砝碼) 把它鉤上去，然後再用砝碼鉤上去，看它什麼時候斷掉。

訪：嗯～那你弄出來是它 (指著壁報紙) 自己掛了幾個砝碼啊，然後咧？

S11：就這樣掛在牆上，然後一個一個掛。

從上述的晤談片段可以知道，學生持有掛重方式的耐重度定義，其測量是以「剪成條狀掛重」的方式，即爲將紙張剪成條狀後再掛砝碼，看其在斷掉之前能承受多少克的砝碼重。其中 S11 在前晤談時，認爲耐重度

就是紙張的「密度」(其他方法)，如泡水、用火燒等無法量化之方法 (圖 5)，在後晤談時則改以此種「剪成條狀掛重」的方式來量測紙張的耐重度。

(3) 編起來掛重

【後晤談舉例 15：S04】

訪：你覺得小青要如何證明壁報紙的耐重度最大？

S04：就是籐編的那個線，對啊，然後做成那個什麼…編織的那個…編織的什麼…就編織的那個…那個嘛，對啊，再放砝碼進去啊，對啊。

訪：放到…？你是說編成一個…ㄊ～像筆筒或是一個…

S04：不是，就是筷子的那個，就是筷子跟筷子之間的那個啊。

訪：喔～編成筷子的那種…，沒有筷子啊，我沒有筷子啊 (指桌上的器材)。

S04：ㄟ～沒有筷子喔，…那就編成…嘖～ㄟ～編成籐編嘛，對啊，然後就把鉤子一起鉤…就測量啊…。就是鉤在下面那個籐編。

從上述的晤談片段可知，學生提出的耐重度測量方法之一，是以「編起來掛重」的方式：將紙張剪成條狀後編成籐編後掛重，在斷裂之前能承受的砝碼重即爲耐重度。此種做法係學生在設計活動中所使用的操作方式，只出現於後晤談，然而晤談中的實驗器材並無法讓學生完成此種做法。

3. 小結

在設計活動之前，學生對耐重度的定義，多以字面上的意義或其自身的生活經驗去猜測，甚至在前晤談出現中間挖洞或密度等，無法以科學量化的測量方式。在經過設計活動的教學之後，學生對耐重度定義則以掛重式的定義者居多，且其操作方式也多能夠獲得量化的數據。顯示本研究之設計活動可以促進學生下操作型定義，且學生依據定

表 3：族群認同統計檢定量表

族群認同		個數	等級平均數	等級總和	*Z* 檢定	漸近顯著性 (雙尾)
整體後測—前測	負等級	3	7.67	23.00	3.36*	.001
	正等級	19	12.11	230.00		
	等值結	6				
	總和	28				
身分與投入後測—前測	負等級	3	6.00	18.00	3.53*	.000
	正等級	19	12.37	235.00		
	等值結	6				
	總和	28				
族群態度後測—前測	負等級	14	9.04	126.50	-0.81	.420
	正等級	6	13.92	83.50		
	等值結	8				
	總和	28				

*$p < .05$

義所進行的操作能力是有所提升的。

二、族群認同的改變情形

本小節以統計方法比較學生在族群認同量表後測與前測的表現，探討族群量表中的「身分與投入」與「族群態度」兩個向度，並分析不同族群認同學生在後測與前測的改變，以瞭解設計導向學習活動對學生族群認同之影響。

(一) 族群認同整體後測與前測之比較

由表 3 之族群認同統計檢定量表可知，經統計分析發現學生在經過設計活動後，整體族群認同的表現有高於設計活動前者有 19 名 (正等級，後測＞前測)，前測高於後測者有 3 名 (負等級)，前、後測得分相同者有 6 名 (等值結)；且其符號等級檢定的結果表現達顯著差異 ($Z = 3.36$, $p = .001$)，顯示設計導向的學習活動有助於提高原住民學生的族群認同。

表 4：族群認同各題作達情形節錄表

		個數	等級平均數	等級總和	*Z* 檢定	漸近顯著性 (雙尾)
第 2 題 後測—前測	負等級	1	5.50	5.50	2.53*	.011
	正等級	9	5.50	49.50		
	等值結	18				
	總和	28				
第 3 題 後測—前測	負等級	2	8.50	17.00	3.13*	.020
	正等級	15	9.07	136.00		
	等值結	11				
	總和	28				
第 4 題 後測—前測	負等級	2	6.50	13.00	2.84*	.050
	正等級	13	8.23	107.00		
	等值結	13				
	總和	28				
第 6 題 後測—前測	負等級	2	7.00	14.00	2.67*	.008
	正等級	12	7.58	91.00		
	等值結	14				
	總和	28				
第 7 題 後測—前測	負等級	2	6.50	13.00	2.68*	.007
	正等級	12	7.67	92.00		
	等值結	14				
	總和	28				
第 13 題 後測—前測	負等級	1	4.00	4.00	2.82*	.005
	正等級	11	6.73	74.00		
	等值結	16				
	總和	28				

*$p < .05$

從各題作答狀況來看，相比於前測，第 2、3、4、6、7、13 題在後測的同意度均有顯著提高 (見表 4)；其中第 2 題「如果我會說我的族語，我會很願意在家裡用族語跟家人交談」、第 4 題「我會主動告訴別人我的原住民名字並教他怎麼唸」、第 13 題「在公共場合中，如果我和要與我講話的人都會說國語、臺語、客家語及我的族語，那麼我會選擇用我的族語跟他交談」，由此可以發現，設計活動結束之後學生對族群身分的認同與族語使用的意願提升了。第 3 題「我覺得我既然是原住民，就應該要學習原住民傳統的籐編、織布等等的技藝」、第 6 題「我會主動向老師或同學介紹我所知道的原住民特有的文化」、第 7 題「原住民有各種對祖靈的祭典及風俗習慣，我認爲這些風俗習慣，值得介紹給我的漢人朋友了解」，顯示學生對其原住民身分及相關祭典儀式的認同獲得提升，並認爲身爲原住民就應該學習原住民傳統的技藝。

由上述之分析結果可知，學生在經過本研究之設計活動後，其族群認同量表的整體表現上有顯著的進步。此項結果顯示本研究的設計活動能有效促進學生建立對其族群的認同；且學生在族語使用、族群身分與傳統技藝學習的同意度均有提升。

(二) 量表中各面向的比較

本研究在族群認同部分的試題，依據預試之試題分析中以因素分析的方法，可區分爲「身分與投入」14 題與「族群態度」6 題兩個分項，以下將分別就此兩個分項進行探討，平均同意度的變化可見於表 3。

學生在「身分與投入」分項中，經過設計活動的學習之認同高於活動前者有 19 名，低於活動前者有 3 名，活動前後沒有改變者有 6 名 (表 3)；且其後測與前測之分數達顯著差異 (Z = 3.53, p = .000)。但在「族群態度」方面，活動設計後此分項之認同高於活動前者有 6 名，低於活動前者有 14 名，活動前後沒有改變者有 8 名，有些微退步的趨勢，但未達統計上之顯著差異 (Z = -0.87, p = .420)。可見設計活動結束之後，受試學生對其自身族群身分的認同、及其表現出來的外

表 5：族群認同各組之統計檢定量表

		個數	等級平均數	等級總和	Z 檢定	漸近顯著性 (雙尾)
低認同後測—前測	負等級	1	3.50	3.50	2.04*	.042
	正等級	7	4.64	32.50		
	等值結	1				
	總和	9				
中認同後測—前測	負等級	0	.00	.00	2.04*	.042
	正等級	5	3.00	15.00		
	等值結	4				
	總和	9				
高認同後測—前測	負等級	2	4.50	9.00	1.61	.108
	正等級	7	5.14	36.00		
	等值結	1				
	總和	10				

*p < .05

在行爲的想法轉變較大，但設計活動對學生在其族群特質所持有的看法影響不大。

(三) 高、中、低各組後測與前測之比較

爲了解不同族群認同的學生，在經設計活動後的改變程度是否具差異，本研究將學生依族群認同量表前測所得之總分，分爲高認同、中認同與低認同三組，人數分別爲 10、9、9 人。以下針對各組學生於接受教學活動前後，族群認同的改變情形進行探討 (表 5)。

從表 5 中可以發現，前測中具有較高之族群認同的學生，在設計活動結束後，其族群認同的表現爲正等級者爲 7 人，負等級者爲 2 人，活動前後無差別者爲 1 人；雖活動結束後略有提升，但後測與前測之間並無顯著的差異 ($Z = 1.61$, $p = .108$)。此外，高認同的受試學生在前測的平均作答分數爲 3.99 (79.70/20)，顯示這些學生在前測時，原本對其所屬族群即具有相當高的認同感。因此，本組學生在後測的部分試題中，呈現後測得分略低於前測的上限效應 (ceiling effect) 現象，即受試者得分接近或達到上限時，教學活動對受試者所產生的影響有限 (張春興，1989)。

中認同與低認同的學生在設計活動結束後，其族群認同的表現分別均爲正等級的人數較高於負等級及等值結之人數，表示設計活動後此兩組學生之認同程度高於活動前，且其後測與前測之分數皆達顯著差異 (中認同組：$Z = 2.04$, $p = .042$；低認同組：$Z = 2.04$, $p = .042$)。此結果顯示本研究之設計活動，不僅可以促進受試學生建立其族群認同；尤其對前測時族群認同評爲低分組之學生，在活動結束後其族群認同的表現上更爲顯著。

三、對科學的態度之改變情形

爲探討設計導向學習活動對學生科學態度的影響，本小節以統計方法分析科學態度整體試題及量表中「上課態度」、「科學原理」、「學校課程」與「生活中的科學」四個向度的結果，並比較各分組後測與前測的差異。

(一) 科學態度整體後測與前測之比較

由表 6 可知學生在經過設計活動之後，整體對科學的態度進步者有 16 人 (正等級)，後測得分低於前測者有 9 人 (負等級)，後測與前測分數沒有變動者爲 3 人；且其後測與前測符號檢定達顯著差異 ($Z = 1.98$, $p = .048$)。

比較學生在各題之作答情形發現，相比於前測，共有三題在後測的同意度顯著提高 (見表 7)，分別爲：第 27 題「我覺得每個人都應該學習自然與生活科技課中的科學原理」、第 32 題「我覺得上自然與生活科技課是一件很有趣的事」、第 37 題「如果學校所教的自然與生活科技課可以加入更多關於原住民的事物，我會更有興趣去學習」。顯示受試學生在設計活動結束之後，對於學習自然與生活科技課中的科學原理有更正向的態度，且認爲上自然課是很有趣的，更認爲加入原住民相關的事物，會提高其學習的興趣。

由上述之資料分析結果可知，受試學生在科學態度的整體後測與前測表現上有顯著的進步，即表示本設計活動可以有效促進學生建立對科學事物所持有的態度。而且認爲自然課程中加入原住民相關的事物，會提高其學習的興趣。

表 6：對科學的態度統計檢定量表

對科學的態度		個數	等級平均數	等級總和	*Z* 檢定	漸近顯著性（雙尾）
整體後測—前測	負等級	9	9.89	89.00	1.98*	.048
	正等級	16	14.75	236.00		
	等值結	3				
	總和	28				
上課態度後測—前測	負等級	12	11.08	133.00	-0.61	.542
	正等級	9	10.89	98.00		
	等值結	7				
	總和	28				
科學原理後測—前測	負等級	6	7.67	46.00	2.44*	.015
	正等級	15	12.33	185.00		
	等值結	7				
	總和	28				
學校課程後測—前測	負等級	7	9.36	65.50	1.99*	.047
	正等級	15	12.50	187.50		
	等值結	6				
	總和	28				
生活中的科學後測—前測	負等級	8	9.19	73.50	1.73	.084
	正等級	14	12.82	179.50		
	等值結	6				
	總和	28				

*$p < .05$

表 7：對科學的態度各題作達情形節錄表

		個數	等級平均數	等級總和	*Z* 檢定	漸近顯著性（雙尾）
第 27 題後測—前測	負等級	2	5.00	10.00	1.12*	.010
	正等級	11	7.36	81.00		
	等值結	15				
	總和	28				
第 32 題後測—前測	負等級	2	7.00	14.00	2.83*	.005
	正等級	13	8.15	106.00		
	等值結	13				
	總和	28				
第 37 題後測—前測	負等級	2	5.00	10.00	2.39*	.017
	正等級	10	6.80	68.00		
	等值結	16				
	總和	28				

*$p < .05$

(二) 量表中各面向的比較

表 6 列舉「對科學的態度」量表中四分項的後測與前測統計資料。其中後測與前測未達顯著差異的分項爲「上課態度」(Z = -0.61, p = .542) 及「生活中的科學」(Z = 1.73, p = .084)。而學生對「科學原理」及「學校課程」的態度，在後測皆有提升，且符號檢定結果顯示在此兩項中，後測與前測差異達顯著水準 (科學原理：Z = 2.44, p = .015；學校課程：Z = 1.98, p = .047)。此結果顯示本研究之設計活動，可提升學生對課室中所教授的科學原理與學校課程的正向態度，但對於學生在上自然課以及日常生活中的科學原理應用之看法，並無顯著影響。

(三) 高、中、低各組後測與前測之比較

將學生依科學態度量表前測所得之總分，分爲高、中、低態度三組，人數分別爲 9、11 和 8 人。並透過表 8 之各組統計檢定資料，可以發現高態度組的學生在後測的總分表現上有下降的趨勢，其負等級爲 6 人多於正等級之 2 人與等值結的 1 人，且其 Z 值爲負值；但依據符號檢定的結果，後測與前測之間無顯著的差異 (Z = -1.82, p = .068)。原因可能是由於此組學生原本即具備相當正向的科學態度，受上限效應的影響，在後測的表現上未見明顯變化。

相較於與高態度組，中、低態度組學生在後測的表現皆有提升 (表 8)，且達顯著水準 (中態度組：Z = 1.99, p = .047；低態度組：Z = 2.04, p = .042)。此兩組學生對「我覺得上自然與生活科技課是件很有趣的事」及「如果學校所教的自然與生活科技課可以加入更多關於原住民的事物，我會更有興趣去學習」兩題的表現達顯著差異 (Z = 2.71, p = .010; Z = 2.12, p = .030)，顯示融入原住民文化主題後之設計活動，可促使學生察覺科學是有趣的，並建立其對科學事物的正向態度。

表 8：對科學的態度各組之統計檢定量表

		個數	等級平均數	等級總和	Z 檢定	漸近顯著性 (雙尾)
低態度後測—前測	負等級	0	.00	.00	2.37*	.018
	正等級	7	4.00	28.00		
	等值結	1				
	總和	8				
中態度後測—前測	負等級	3	2.67	8.00	1.99*	.047
	正等級	7	6.71	47.00		
	等值結	1				
	總和	11				
高態度後測—前測	負等級	6	5.17	31.00	-1.82	.068
	正等級	2	2.50	5.00		
	等值結	1				
	總和	9				

*p < .05

伍、討論與結論

一、討論

本研究將設計導向科學學習的活動，融入傳統籐編製作，並探討原住民學生在此活動前後的科學學習成效，透過設計導向的活動歷程，本研究獲得如下的結論：(1) 在過程技能方面，學生在「測量」、「控制變因」與「下操作型定義」三項能力的表現都有進步，能主動使用測量的方法來增加實驗觀測的可行性與結果的準確性，以獲得量化的數據進行實驗結果的比較。而且對於操控變因的原因或其相關操作方式，能提出更完整詳細的說明；(2) 整體學生的族群認同感有顯著地提升，並以中、低族群認同學生對族群認同感的增進尤達顯著，其中更明顯表現出對自身身分的認同與投入部落活動的意願；(3) 對科學原理與學校自然課程的態度亦有提升，其中以中、低科學態度學生的改變最爲明顯。

綜合而言，本研究發現在以傳統籐編製作爲主之設計導向科學學習活動，對於原住民學生在過程技能的運用、對其自身族群的認同與對科學的態度的增進，均有正面的幫助。以下針對本研究之研究結果進行更進一步的討論：

(一) 研究成效與原住民科學教育

譚光鼎 (1998，頁 102-103) 提及，文化認同是影響少數民族學習適應的重要因素。由於文化本質的差異，使少數民族在學習主流文化課程時產生困擾、挫折與失敗，因而對主流社會產生嚴重的疏離感與抗拒同化的態度，進而影響其學習適應。然而，文化認同對學習態度與學業成就而言，並非只有負面影響，顏瓊芬等 (2007) 以及 Lee (2008) 的研究即指出學生在融入原住民傳統知識的課程中可以學得更好。

本研究除了呼應過去文獻的想法，並進一步提出實徵的結果，顯示藉由原住民傳統的藤編文化作爲主題進行教學，讓學生在實際操作的過程中，體會蘊含在先祖智慧中的科學知識；在設計活動的課程中，不僅能夠保留傳統文化，同時亦能透過對科學態度與過程技能的促進，來達到科學學習的目的。

(二) 設計導向的教學活動

原住民學生大多喜好實際動手操作的課程活動，即便在教室裡進行教學，也較喜歡活動式的學習，對於實務操作、活動學習或運用較多肢體動作的教學內容，其學習興趣明顯提升，並能加深其學習印象 (全中鯤，2000；紀惠英、劉錫麒，2000)。此外，國內學者黃志豪 (2006) 亦發現國小五、六年級學生在「從設計中學習」的網路課程中，設計行爲越高者，其知識分享行爲也越高，可見以設計爲導向的學習對學生是有助益的。但在文獻中，尚未見有研究同時結合原住民學習特性與設計導向的學習活動。本研究考量學生的文化背景、學習型態、溝通方式，並以其自身文化作爲學習的橋樑，提供在科學課程和教學上的另一項選擇，使學生可以投入更具個人意義的學習活動，並維持高度的學習興趣。

(三) 文化情境的科學課程

過去原住民科學教育的研究指出，原住民學生在學習科學時，由於日常生活經驗與學校科學之間存在著差異，在需要跨越文化疆界的情形下，學生易產生認知衝突與學習 困 難 (Aikenhead, 1997; Phelan, Davidson, & Cao, 1991)。此外，班克斯 (1994 ／李苹

綺譯，1998) 亦主張原住民教育應考量其族群的文化特性，對原住民學生實施相關之教育，以達多元社會及課程改革的目標本研究的活動設計提供了一個可能的模式，以班克斯 (1994 ／李苹綺譯) 所提倡之多元文化課程中附加課程取向，透過原住民的文化經驗融入科學設計活動，藉由肯定原住民文化的經驗和價值，提升原住民學生對族群的認同以及對科學的態度。從本研究的結果中，可以發現在學習過程中融入原住民傳統文化，可以有效幫助中、低族群認同的學生建立其族群認同，顯示將原住民的傳統文化融入於科學概念中，可促進力學概念的學習與有效提升科學態度的養成，並爲班克斯之多元文化課程的理論取向提供了實徵證據。

二、結論

雖然本研究爲原住民科學學習，提供了一項有效的教學模式，但由於研究設計的限制，尚有許多相關的待答問題，可供未來研究探索。例如：設計導向教學活動，對不同成長環境之原住民學生的族群認同的影響爲何？本研究的對象爲長期居住於原住民地區，具有較高族群認同的原住民學生，在設計活動後，仍可顯著提升其對自身族群的認同。然而，許多研究指出，就讀非完全原住民部落或是都市學校 (即漢人爲多數的學校) 的原住民學生，在接觸較多主流文化的情況之下，與原鄉部落文化間較無連帶感，其族群認同亦可能較爲薄弱 (劉若蘭、黃玉，2005)。因此，未來研究可考慮將本研究的設計活動，或結合其他原住民傳統技藝，推廣至主流社會環境中成長的原住民學生，以探討此類課程是否能有效加強其與部落文化的連結並提升其族群認同。

設計導向教學活動中，原住民學生的互動情形爲何？本研究另一項關注的焦點在於，設計導向的活動是否能培養學生的過程技能與族群認同，但對於活動中學生與學生之間的互動情形，並無著墨。由於原住民學生多偏好同儕團體的學習，喜歡和同學一起行動、寫作業，在設計活動的分組工作中，原住民學生如何透過溝通與協商以建製成品？如何建構科學知識與使用科學話語？均是未來研究可再深入探討的主題。

原住民學生在本研究中所表現出的學習差異，是由於課程生活化或是原住民文化的融入？本研究之活動設計同時結合生活化主題與原住民文化，讓學生透過此種整合式的課程設計，提升其對族群的認同並培養對科學的態度。但由於同時融合生活化與族群文化，故學生的能力、態度與認同的變化，究竟是歸因於其中哪項因素，在本研究中並無深入探討。因此，未來研究可考慮將生活化內容與原住民文化分開設計成兩種課程，或以二因子實驗設計的方式，來探討原住民學生學習改變的成因爲何。

參考文獻

1. 甘漢銧、熊召弟、鍾聖校 (1996)。科學教育的哲學基礎。載於白文正主編，**小學自然科教學研究** (頁 9-13)。臺北市：師大書苑。
2. 全中鯤 (2000)。**少數民族兒童學校教育問題探討——以花蓮縣泰雅 (德魯固) 族國校及學童為例**。國立花蓮教育大學多元文化研究所碩士論文，未出版，花蓮市。
3. 朱正誼 (2001)。**以主題式教學法來探討國中生「對科學的態度」之影響**。國立臺灣師範大學物理系碩士論文，未出版，臺北市。
4. 江瑞珍 (2006)。**原住民文學附加課程對族群認同與國語文成就之行動研究：以**

國中三年級國文科為例。慈濟大學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮市。

5. 吳淑慧 (2005)。**原住民學童族語教育與文化認同之研究——以銅門國小實施族語教學現況為例**。國立東華大學族群關係與文化研究所碩士論文，未出版，花蓮市。
6. 吳惠蓮 (1999)。尤瑪，你還會繼續織布嗎？**新故鄉雜誌季刊**，**1**，31-43。
7. 李季順 (2005)。**原住民教育一條鞭體制之建構：走出一條生路**。臺北市：國家展望文教基金會。
8. 杜威 (Dewey, J.) 著 (1992)。**經驗與教育** (*Experience and education*，姜文閔譯)。臺北市：五南。(原作 1938 年出版)
9. 卓石能 (2004)。都市原住民學童族群認同與其自我概念生活適應之關係研究——以高雄市原住民國小學生爲例。**原住民教育季刊**，**35**，77-108。
10. 姜明義 (2003)。**原住民高中學生的文化認同與學校適應——以花蓮高中「原之社」的學生為例**。國立東華大學族群關係與文化研究所碩士論文，未出版，花蓮市。
11. 紀惠英、劉錫麒 (2000)。泰雅族兒童的學習世界。**花蓮師院學報**，**10**，65-100。
12. 班克斯 (Banks, J. A.) 著 (1998)。**多元文化教育概述** (*An introduction to multicultural education*，李萃綺譯)。臺北市：心理。(原作 1994 年出版)
13. 國立編譯館 (1999)。**臺灣原住民文化基本教材**。臺北市：國立編譯館。
14. 張春興 (1989)。**張氏心理學辭典**。臺北市：臺灣東華書局。
15. 張錦裕 (2001)。**學校情境中影響臺灣原住民族國中生族群認同因素之探究——以花蓮地區阿美族為例**。國立臺灣師範大學公民訓育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
16. 陳英豪、葉懋堃、李坤崇、李明淑、邱美華 (1991)。國小學生科學態度量表及其相關因素之研究。**臺南師院學報**，**24**，1-26。
17. 傅麗玉 (1999)。從世界觀探討臺灣原住民中小學科學教育。**科學教育學刊**，**7**(1)，71-90。
18. 傅麗玉 (2004a)。原住民生活世界的科學——泰雅染料。**原住民教育季刊**，**36**，5-32。
19. 傅麗玉 (2004b)。原住民生活世界的科學——醃苦花魚篇。**原住民教育季刊**，**35**，5-28。
20. 黃志豪 (2006)。**「從設計中學習」與網路學習社群對學習成效關係之研究**。國立臺南大學資訊教育研究所碩士論文，未出版，臺南市。
21. 黃志賢、林福來 (2008)。利用活動理論分析臺灣泰雅族國中生的數學學習並設計教學活動。**科學教育學刊**，**16**(2)，147-169。
22. 劉若蘭、黃玉 (2005)。大專原住民學生校園經驗與族群認同，心理社會發展之關係——以北部某多元族群技術學院爲例。**新竹教育大學學報**，**21**，1-33。
23. 劉淑惠、謝迺岳、廖彥婷、涂博維 (2007)。原住民器具之科學探究研究：以鄒族之風笛爲例。**物理教育學刊**，**8**(1)，33-40。
24. 蔡春蘭 (2004)。**都市原住民後代的族群認同——以十二位都市原住民後代為例**。國立東華大學族群關係與文化研究所碩士論文，未出版，花蓮市。
25. 鄭湧涇、楊坤原 (1995)。對生物學的態

度量表之發展與效化。**科學教育學刊**，**3**(2)，189-212。

26. 顏瓊芬、林益仁、成虹飛 (2007)。**部落有教室，教室在部落——參與原住民族自然教師實踐地方本位課程之研究**。行政院國家科學委員會研究計畫成果報告 (NSC95-2522-S126-001-MY3)。臺中縣：靜宜大學生態學系。
27. 譚光鼎 (1998)。**原住民教育研究**。臺北市：五南。
28. Aikenhead, G. S. (1996). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, *27*(1), 1-52.
29. Aikenhead, G. S. (1997). Toward a first nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*, *81*(2), 217-238.
30. Barrington, B. L., & Hendricks, B. (1988). Attitudes toward science and science knowledge of intellectually gifted and average students in third, seventh, and eleventh grades. *Journal of Research in Science Teaching*, *25*(8), 679-687.
31. Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Boston: Houghton Mifflin.
32. Cobern, W. W. (1996). Constructivism and non-western science education research. *International Journal of Science Education*, *4*(3), 287-302.
33. Dubiel, R. F., Hasiotis, S. T., & Semken, S. C. (1997). Hands-on geology for Navajo Nation teachers. *Journal of Geoscience Education*, *45*(2), 113-116.
34. Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 1081-1110.
35. Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., et al. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design™ into practice. *Journal of the Learning Sciences*, *12*(4), 495-547.
36. Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., & Berger, C. F. (2003). *Teaching children science in elementary and middle school classrooms: A project-based approach*. New York: McGraw-Hill.
37. Kramer, C. W., & Kolodner, J. L. (2007). *Jacket's garage: Software for a physical science learning enviroment.* Unpublished master thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.
38. Lee, H. (2008, January). *Tribal village as classroom: To participate professional development of indigenous elementary science teachers in Hualien by the place-based education*. Paper presented at the Influence of School, Place and Culture on Indigenous Childen's Learning Planning Workshop, Lukang, Changhwa.
39. Nordine, J. (2007, July). *Supporting middle school students' development of an accurate and applicable energy concept*. Paper presented at the Knowledge Sharing Institute, Washington, DC.
40. Ogawa, M. (1989). Beyond the tacit framework of 'science' and 'science education' among science educators. *International*

Journal of Science Education, *11*(3), 247-250.

41. Papanastasiou, C. (2002). School, teaching and family influence on student attitudes toward science: Based on TIMSS data for Cyprus. *Studies in Educational Evaluation*, *28*(1), 71-86.
42. Phelan, P., Davidson, A., & Cao, H. T. (1991). Students' multiple worlds: Negotiating the boundaries of family, peer, and school cultures. *Anthropology & Education Quarterly*, *22*(3), 224-250.
43. Phinney, J. S. (1992). The multigroup ethnic identity measure: A new scale for use with diverse groups. *Journal of Adolescent Research*, *7*(2), 156-176.
44. Pomeroy, D. (1994). Science education and cultural diversity: Mapping the field. *Studies in Science Education*, *24*(1), 49-73.
45. Silk, E. M., & Schunn, C. D. (2006, May). *Learning science by participating in design: A case where multiple design subgoals interfere with systematic progress*. Paper presented at the International Conference on Learning Sciences, Bloomington, IN.
46. Tajfel, H. (1982). Social psychology of intergroup relations. *Annual Review of Psychology*, *33*, 1-39.
47. Wareing, C. (1990). A survey of antecedents of attitudes toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*(4), 371-386.
48. Yen, C.-F. (2008, January). *A 'study' in name but 'participation' and 'learning' in actuality*. Paper presented at the Influence of School, Place and Culture on Indigenous Childen's Learning Planning Workshop, Lukang, Changhwa.

Aboriginal Students' Learning in a Design-Based Science Classroom

Pai-Hsing Wu and Hsin-Kai Wu

Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

Abstract

Research in aboriginal science education has suggested that science instruction should build a bridge between school science and students' life experiences. Therefore, the aim of this study is to explore how an instructional unit that integrated aboriginal rattan braiding into a design-based science learning sequence could promote aboriginal students' cognitive, affective, and psychomotor learning outcomes. This study employed a pre- and post-test design and involved one intact class of 28 eighth grade Tayal students. Multiple sources of data, including pre- and post-tests, two sets of questionnaires, and semi-structured interviews, were used. A quantitative analysis of the pre- and post-tests and questionnaires was conducted through nonparametric statistics and a Wilcoxon signed ranks test in order to examine the changes of students' conceptual understandings, ethnic identity, and attitudes toward science, before and after the instructional unit. A qualitative analysis of interviews was used to assess students' process skills. Results of this study showed that students' ethnic identity and attitudes toward science were more positive after the unit, and that the improvement was more significant for students with low-identity and low-attitude. According to students' interview responses, their process skills in measuring, controlling variables, and providing operational definitions were also promoted. To conclude, this study may be of importance to aboriginal science education by providing an effective instructional approach to learning science that incorporates aboriginal contexts and identity considerations.

Key words: Attitudes toward Science, Aboriginal Science Education, Design-Based Science Learning, Ethnic Identity