

創造性的科技教學活動設計

張玉山

花蓮師範學院美勞教育系副教授

九年一貫課程已經鳴槍開跑。在強調統整及打破科目界線的要求聲中，中小學科技課程面臨被「稀釋」與被「併吞」的危機，但是另一方面，卻也將科技課程搬上檯面，接受所有行內人與行外人的注目與檢驗。在這關鍵時刻，確切掌握科技課程的另一項重要功能—培養科技創造力，將可導引臺灣科技教育往另一個嶄新的面貌。

基於短兵相接的情境，筆者直接切入創意教學的課題，從個人實際的教學經驗，提出較為滿意的教學活動設計，並從中反向思考該活動概念的產生過程，設法歸納出一些結果，希望藉由本文的提出，不僅分享這些有趣、有意義的教學活動設計，更提出創意教學活動的設計歷程，與大家分享，並祈請大家的指教。

壹、皮蛋車的教學實例

一、問題概述

請為自己及家人設計一台超優質、超安全的家庭房車吧！

二、可用資源

每人材料—吸管六支、透明膠帶（1cm寬）50cm長、皮蛋一顆、玩具車軸與車輪一套（兩軸四輪）；工具—美工刀、剪刀；時間—40分鐘

三、達成目標

載著皮蛋的汽車從1.5公尺高的斜坡下滑，撞擊牆壁停下，皮蛋必須完好如初。



四、活動程序

- (一) 教師講解問題內容，提示相關、可能用到的科技概念。
- (二) 學生每四至五人一組。
- (三) 各組腦力激盪五分鐘，產生最少十種構想（備案），並且紀錄在活動紀錄表上。
- (四) 剔除明顯不可行的構想，留下五種。
- (五) 師生共同討論評選的效標，並填註在紀錄表上。
- (六) 各組逐一討論構想，利用評量表，選定一個方案。
- (七) 製作、發表、欣賞、測試（各組組員自行利用有限的材料，製作耐撞擊的皮蛋車；由教師指定數位學生發表作品，同時也允許幾位自願者發表作品；最後，每位學生逐一將自己的皮蛋車，拿到斜坡上，放開滑下，撞擊牆壁，測試皮蛋車能否有效分散撞擊力、吸收撞擊力，來保護皮蛋的完好）。
- (八) 討論與補充，教師歸納活動所得，補充相關的科技概念。
- (九) 填寫問題解決紀錄表及學習歷程紀錄。
- (十) 評鑑。

五、教學評鑑項目

- (一) 討論情形.....熱烈與否30%
- (二) 皮蛋是否完好.....30%
- (三) 歷程紀錄.....是否認真思考與學習40%

六、相關科技概念

- (一) 合力與分力：四邊形作圖法
- (二) 汽車結構：撞擊力量必須分散、吸收
- (三) 可潰式車體設計
- (四) 撞擊測試

貳、創意教學的基本要件

如同前述「皮蛋車」的活動，以小組的座位安排，鼓勵發言討論，輕鬆愉快地進行設計與測試等學習活動。簡單地說，創造性的科技教學，有一個最基本的概念，那就是「營造一個適切的環境，讓學生在裏面進行科技創新活動，以發揮及培養科技創造力」。

一、備妥創意教學的軟硬體環境

在創造性的科技教學要件中，教師首先必須注意到硬體的環境、軟體的環境、以及自身的教學態度。

在創意教學的硬體環境方面，Rita Dunn, Kenneth Dunn 及 Gary Price 提出一套「高產能環境偏好調查」(the Productivity Environmental Preference Survey, PEPS)，其中的檢查項目包括 Vehar (2000)：1.光線（喜歡微暗或明亮）、2.噪音（喜歡安靜或嘈雜）、3.

環境設計（喜歡正式或非正式）、4.溫度（喜歡寒冷或溫暖）、5.同儕（喜歡獨自或結伴）、6.權威人士（出現或不出現）、7.移動性（喜歡動態或靜止）、8.飲食（喜歡吃喝或不喜歡）、9.時辰（喜歡早晨、上午或下午）。這些指標提供個人自我檢查，確認最適合自己的工作環境。科技教師在班級整體的考慮之下，則應注意：1.多樣刺激的資源；2.愉悅開放的空間；3.師生共同安排。

在創意教學的軟體環境方面，Stanish & Fberle（1997）提出五項重要的創意情境與氣氛，是教師營造教室氣氛的重點：1.每個構想都很好；2.每個人都可以發明；3.發明是好玩遊戲；4.錯誤本是創新的基礎；5.打破刻板的教室常規。

而在創意教學的教師角色方面，教師必須營造一種知性冒險的鼓勵氣氛，並且形成內在激勵，使學生對學習活動更具創造力，以及自我指導能力（Moo，2000）。因此，教師應具備以下幾種特質（或傾向）（Putnam & Burke，1992；Moo，2000；張玉山，民89a、民89b、民90a、民90b）：1.教學領導者；2.發展的觀點；3.合作的態度；4.反省的取向。

二、讓學生從事科技創思，發揮創意

Alex Osborn（1953）指出，在真

實生活情境中，運用創造思考的方法包括取代（Substitute）、組合（Combine）、調適（Adapt）、放大（Enlarge）、縮小（Reduce）、除去（Eliminate）、以及重排（Rearrange）等七種（Barnes，1993）。這七種方法非常適合應用在科技教育的設計與製作活動中（張玉山，民89a、民89b、民90a、民90b）。科技教師也有責任，引導學生熟悉這些科技創思方法，如圖1所示。茲列舉實例說明如下。

（一）取代

替換既有的構想。在日常生活中，例如將典禮中掛在胸前的名牌，原來是用別針來固定，現在取代為附有雙面膠的夾子，讓使用者可以簡便地將名牌夾在胸前的上衣口袋中，不必像以前，將別針戳破上衣才能別上名牌。在科技教學活動設計上，可以利用現有構想（實物）為「以三夾板製作組合玩具」，教師可以讓學生想一想，有沒有其他的材料可以取代三夾板。結果發現，用壓克力（適於國中以上）、保麗龍、珍珠板（適於國小）來製作也可以。

（二）組合

將兩個以上的構想加以結合。在日常生活中，最常見的例子就是「鉛筆與橡皮擦的組合」，成為帶有橡皮擦頭的鉛筆，這也是一項成功的專利品。在科技教學活動的設計方面，例

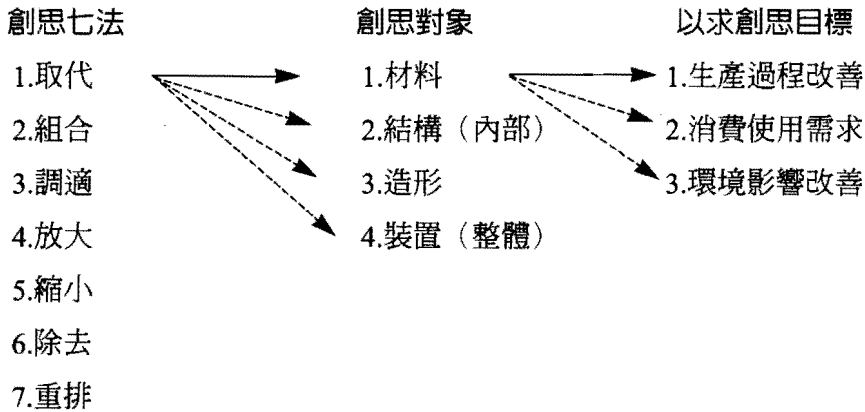


圖1 設計與製作的自由組合創思法

如生活上有些東西各有它的功能，如果合在一起，就方便多了。老師要學生想一想，有哪些東西是可以合在一起的。例如，記事簿、連絡簿、重要名片簿等，都是每天要攜帶的東西，有時後會丟三落四的，忘記放進書包。學生可以製作一本「個人檔案簿」，內含前述三種資料與功能，於是每天只要帶這本檔案簿就可以了。

（三）調適

將構想的用途加以變更。生活上有很多東西是可以作其他用途的，而且越是別人沒想到的，越是特別。例如將洗碗槽的過濾網袋，拿來裝洗手肥皂；用剩的地磚，放在餐桌上，當作隔熱的湯鍋墊。至於科技教學活動設計方面，空的養樂多空罐或是保特瓶加上一些簡單的材料（如竹筷子、鐵絲），可以用來做什麼？花瓶、筆插、裝飾性造形、或……。

（四）放大

將外形加大或突顯其重要性。在台中自然科學博物館中，有一座兒童攀爬結構，就是採用基因的雙螺旋造形，放大建造而成一座與眾不同的兒童遊樂設施。其實，生活上的東西，不一定是那麼小。在科技教學活動設計方面，可以讓學生想一想，東西放大之後，會變怎樣？鑰匙通常是小小的一根，學生可以製作一把像人一樣高的超大形的鑰匙。用報紙、鐵絲、漿糊等，塑造一隻超大昆蟲（如螞蟻、蜜蜂），結果會怎樣？

（五）縮小

將外形所小或降低其重要性。在夜市的攤位中，常常見到各式各樣的鑰匙圈或手機吊飾，這些吊飾常常是縮小的高跟鞋、縮小的皮卡丘、縮小的日常用品。生活上有些本來就很大的東西，突然變小了，世界會變怎樣

呢。在科技教學活動中，老師可以告訴學生，你就是魔術師，可以將東西變小，而最想變的是什麼？也許可以用紙黏土做一個掌上型的跑車、用鐵絲折一輛小型腳踏車、用黏土造一個縮小板的科學園區。

（六）除去

除去部份。生活上的東西不一定要這樣，少掉些什麼，也許就變得不一樣了。例如，在電腦鍵盤與主機之間，少掉連接線，就成了紅外線傳輸的鍵盤。在科技教學方面，老師可以要學生想一想，在很多東西上面，去除一些部份會變怎樣？例如能不能將門把從門上拿掉、將腳踏車的腳踏板拆掉、將電腦的主機殼拿掉…。於是學生可以設計一些沒有門把的門、沒有踏板的腳踏車、沒有主機殼的電腦造形等

（七）重排

改變秩序或倒轉。在生活中不可或缺或汽車中，引擎的位置就可以擺放在底盤的前面、中間、後面等位置，形成前置引擎、中置引擎等不同傳動結構的設計。在科技教學中，學生可以想一想，生活中的東西，都有固定不變的秩序嗎？想一想，哪些是有一定位置或秩序的。但是，誰說冰箱的冷凍室一定要在上面？誰說汽車的駕駛座一定要在左前方？想一想，生活中一些「固定位置」或「固定順

序」的事物，如果加以改變呢，會變怎樣？於是學生可能會設計出很特別的房子、車子或其他器物。

參、教學活動的設計方法

除了單一的活動引介之外，本文以下繼續引介四個創造性的科技教學活動，除活動概述外，更進一步反向回想當時是如何想到、發展這個教學活動的過程，再歸納出一些共通性的結果。

一、實例一：主題風車

（一）活動概述

製作簡單風車，並測試不同風車的轉速、扭力，最後則發展一個獨特的主題風車，來充份利用風車所產生的力量。

（二）原有事件

風車是常見的童玩之一，在中古世紀也以風車來帶動石磨。

（三）創思方法

取代。風車帶動的「石磨」，可以取代為其他的東西，例如腳踏車、跳舞的人、音樂家的指揮棒等。

（四）構想的精煉

被風車帶動的事物，從單一事物，開放為任意事物，也就是說，學生可以自己擬定想要帶動的東西。另一方面，為了使教學內容更具人文精神，提高與社會人文學習領域的統整性，所以，主題的選定，必須有一個

豐富的「故事情節」在裏面，這個故事情節可以真實歷史故事的表現，也可是故事部份情節的創新改編，更可以是完全虛擬的情節。例如「音樂家的指揮棒」，可以是貝多芬的傳記，也可以是虛擬的指揮家故事。最後，爲了提高其與科學的統整性，所以在風車製作時，先加入風車扭力與轉速的測試活動。

二、實例二：折紙飛機

(一) 活動概述

利用A4的紙張，摺疊不同的紙飛機，來達到「飛最遠」、或「向左轉」、或「會迴旋」的目標。

(二) 原有事件

紙飛機是小時候常見的自製玩具，不僅製作簡單，材料簡單，同時，也相當有趣。

(三) 創思方法

功能擴充。原有的紙飛機只是丟好玩的，除此之外，能不能增加一些特定「目的」，增加或變化其功能，例如「飛得遠、飛得高、飛得久」。

(四) 構想精煉

以分組競賽的方式，進行教學活動，透過多組多次的實驗，分別歸納出紙飛機「飛得遠、飛得高、飛得久」的原因。

(五) 構想再改進

在台灣師大黃能堂教授指導下，折疊會迴旋的紙飛機（回到擲射者的

手上），於是可以將此概念，再次擴充與改進爲「飛最遠」、「會迴旋」、「會左轉」的紙飛機。

三、實例三：太陽能玩具車

(一) 活動概述

利用太陽能電池板、專用馬達、齒輪等材料，設計與製作一個專門「競速」、或「爬坡」、或「越野」的太陽能玩具車。

(二) 原有事件

在一次請益當中，黃能堂教授展示其太陽能競速玩具車教學活動的設計，以及學生的作品。太陽能也是當前能源科技重要的能量來源，非常值得在中小學、甚至是師範學院中，進行探討。

(三) 創思方法

縮小與功能擴充。原有的教學活動只有直線競速，能不能再增加一些變化呢？再者，市面上很流行四驅車、越野車、及吉普車，如果將這些特別的車輛，加以縮小尺寸，會變成怎樣？

(四) 構想精煉

在師院的勞作課中，以分組的方式，將學生分入競速組、爬坡組、以及越野組。要求學生針對車體、車輪、車軸、軸承、齒輪配置等許多方面，蒐集資料及共同討論，並進行平面設計與實地製作。由於競速、爬坡、及越野的玩具車，在材料、傳動等方面，會有許多

差異，同時，除了太陽能電池板知識之外，教師可以在本活動中，解釋許多有關的結構、作用力、轉速、轉矩（扭力）、摩擦力等原理。

四、實例四：皮蛋車

（一）活動概述

利用六根吸管及玩具車輪車軸，製作一台耐撞的皮蛋車，以便在高速撞牆後，保護皮蛋無恙。

（二）原有事件

從高空丟擲包覆妥當的皮蛋，測試外在包裝的吸震能力，這種教學活動已經越來越普遍。加上前述的太陽能玩具車設計活動，是否能進行創意的教學設計呢？

（三）創思方法

組合。將丟皮蛋的活動，加上太陽能車的設計，就可以變成「皮蛋車」的活動。

（四）構想精煉

在吸管的力量吸收、分散等原理之外，學生在設計與測試皮蛋車活動中，還可以瞭解到汽車防撞結構設計、可潰式車體結構、ABS（防鎖死煞車系統）、打滑等知識與原理。

五、分析討論

從以上四個教學活動的發展過程中，有以下的發現：

（一）都有背景事件

不論是生活經驗、科技新知、還是科技教學活動的點子，筆者都是從

既有的背景事件中，加以改變，來得到新的活動構想。

（二）可以套用在科技泛用模式

在四個教學活動中，學生都在利用資源，進行技術性的處理，以得到想要的結果。而活動設計的重點，也在「資源、處理、產出」這三項當中迴盪著。例如「主題風車」中，教師只限定「風力的應用」原則，改變與指定了產出的結果，讓學生在較大發揮空間下，選用資源及處理資源，來製作成品。簡單地說，教師將活動的「產出」部份加以改變了。「折紙飛機」也是在「產出」的部份加以改變（擴充），讓學生將有限資源進行創意「處理」。「太陽能車」也是將「產出」加以擴充，來得到新的活動構想。至於「皮蛋車」則在產出方面，有較大的改變，從製作包裝，變成製作車子，當然，材料（資源）也就有所改變了。

（三）創思七法依然有效

在這四個活動設計中，所運用的思考技巧，依然以前述Osborn的創思七法為主。「主題風車」是將風車與「會動的東西」結合起來—（組合）；「折紙飛機」是將紙飛機的功能再擴充一些—（調適）；「太陽能玩具車」是根據現有的吉普車—（縮小），將原有的太陽能玩具車的功能予以增加—（調適）；而「皮蛋車」則是根據汽車防撞結構原理—（縮小），將原有皮蛋

包裝活動改為皮蛋車一（組合）。

因此，創造性的科技教學活動設計或有一定的程序方法，可以作為依循的原則。其均為「以教師既有的經驗（科技知識或教學活動）為基礎，針對學生的科技活動（資源、處理、結果），利用創思方法進行創新改變，以得到新穎的科技教學活動」，如圖2所示。

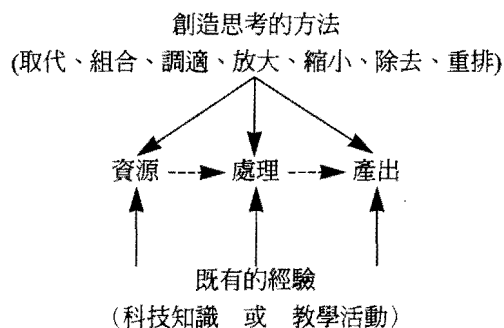


圖2 創意的科技教學活動設計方法

肆、結語

本文試圖從四個科技教學活動設計的構思與發展歷程，歸納出共通性的結果，以供後續研發科技教學活動的參考。經以上整理後發現，創造性的科技教學就是「營造一個適切的环境，讓學生在裏面進行科技創新活動，以發揮及培養科技創造力」，教師可以利用自己既有的科技知識或教學活動為基礎，針對學生的資源、處

理、結果等科技活動，利用取代、組合、調適、放大、縮小、除去、重排等創思方法，進行創新改變，以得到新穎的科技教學活動。

在這樣的結論中，為了能激發出、呈現出科技教師更多的創意，以發展更多樣、更多量的創造性科技教學活動，茲列提以下三項建議：

一、多吸收新知

包括科技新知、科技教學材料及科技教學活動設計等資訊，都是本文中所提列的重要「既有經驗」內容，科技教師應盡量從媒體與同儕間，吸收新知或新構想。

二、隨時想要教學創新

許多學者皆認為，創造歷程都包含有一個長期的「潛伏期」，因此，科技教師必須經常把「創新教學構想」擺在心中，也許一個不經意，或者是瞥見一些事物，就頓時引發很好的新構想了。

三、多發表成果

多吸收他人的教學活動的構想，會有助於自己的教學創新意願及能力。同樣地，多發表多分享教學活動設計，不但對他人有所幫助，對自己的反思與洗煉，也會有所幫助，對國內整體科技教育的推動，更將有正面的意義。

至於後續研究方面，從本文中應可清楚發現，經過此一歷程所發展的

教學活動，應該是「新」的教學活動，除了表面上看來之外，究竟能不能有效啓發學生的創造力呢？也就是說，它是不是一個創造性科技教學活動，仍有待驗證。再者，除了教學實驗以外，有無其他方法與工具，來衡量教學活動設計的創造力教學效果呢？又更進一步來看，學生的科技創造力（有人說是技術創造力，也有人認為科技創造力不等於技術創造力）應如何評量，又用何種工具來評量？這些都是非常值得深入探討的問題。

參考文獻

- 張玉山（民89a），科技創造力教學模式在國小自然與科技學習領域中的應用。載於花蓮師範學院主編：教育理念與實踐，頁57-92。
- 張玉山（民89b），科技創造力教學模
- 式在勞作課程中的應用。生活科技教育，33（12），20-28。
- 張玉山（民90a），國小科技課程之教學設計方法。載於花蓮師院主編：九年一貫課程的理念與實踐—自然與生活科技學習領域，頁18-32。
- 張玉山（民90b），國小勞作（生活科技）教學的問題與因應—以太陽能玩具車設計為例。生活科技教育，34（7），18-28。
- Osborn, A.F. (1953). Applied imagination: principles and procedures of creative problem-solving. New York: Scribners.
- Barnes, R.(1993). Art, design and topic work 8-13. London: Routledge.
- 作者 Email:sam@mail.nhltc.edu.tw
<http://sam.nhltc.edu.tw> ↵