
自製科學玩具對國小四年級學生 提升問題解決能力的探究 ——以橡皮筋環保動力車為例

黃衍慶^{1*} 賴慶三²

¹臺北市立西松國民小學

²國立臺北教育大學 自然科學教育學系

壹、前言

美國哲學家約翰·杜威 (John Dewey) 注重從做中學的教育方法，學童成長正因為適應、生長經驗有如此之重要性，教育才要注重實際經驗，必須要從做中學習，但並非盲無目的毫無章法的去做，而是有一定程序的問題解決方法。他同時提出，解決問題要經過五個步驟：1. 困難或問題的發現；2. 確定問題的所在和性質；3. 提出假設，為可能的解決方法；4. 演繹這假設所要實用的事例；5. 假設經實驗證實，而成立為結論。而九年一貫課程綱要內容揭櫫「自然與生活科技之學習應以探究和實作的方式來進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧及知能與態度並重」，說明培養學生解決問題能力及動手實作的重要性。

德國教育家福祿貝爾 (Friedrich Wilhelm August Fröbel) 視玩具是上帝贈予兒童的遊戲的恩物，而遊戲更是兒童的生命，提出

玩具之設計不僅可讓學生的創造力藉著構思、製作而得以完成，更能激發其潛在想法而得以實現。因此，教師若能將科學遊戲或玩具製作課程，設計在自然與生活科技領域教學活動中，相信更能提高學童學習科學的專注力與興趣。陳芳慶(2009)指出，讓學生運用自然科學原理，設計及製作玩具，可整合自然學科的理論及生活科技學科的設計與製作技術，豐富右腦的潛在發展空間，使自然與生活科技課程統整的精神展現，讓全腦發展不再受到壓抑。

方金祥、劉奕萱(2007)研究發現，學生親手自己製作玩具，對學生探究科學的耐心、毅力與專注力之培養，操作及創造思考能力之訓練都有很大的幫助。教師若能利用科學玩具來進行教學，輔助學生學習相關課程的科學知識，會相當受到大家的喜愛，因為學生認為自己製作科學玩具不僅有趣，同時也會得到很大的成就感。

目前在自然與生活科技領域的各種發行版本中，許多單元教學活動可以讓教師設計讓學童藉由操作科學玩具或遊戲方式

*為本文通訊作者

來引發學習興趣，並從中探討並延伸學習相關科學概念，如：力學、電磁學、聲音、水的變化、運輸工具與能源。

貳、文獻探討

一、科學玩具教學

依據皮亞傑的認知發展理論，國小學童的認知與發展處於具體操作期(concrete operation period)。因此，透過操作實際具體的玩具，對於學童的學習與思考能力的提升，應有相當大的助益。而科學教學的設計，也應以學生舊有的認知為基礎，鼓勵並引導學生用自己的想法處理並解決問題。

科學世界裡蘊藏著許多既有趣且易懂的道理，往往用一個小原理或概念就可以清楚的說明解釋一個複雜的過程。因此，製作科學玩具的主要精神，就是將一些小理論轉化製作成一些有趣的裝置，學童也能藉由親自動手製作這些富含科學原理的玩具，更能了解一些簡單的科學概念，所以製作科學玩具不失為推廣科學教育的有效教學方式。

科學玩具教學是指教師以科學玩具當作主要教學教具，透過讓學生動手實作的過程，協助學童認識並了解課程中所要介紹的科學概念。O' brien(1993)指出，使用科學玩具進行教學活動，有以下功能：

1. 增加學童課程以外的經驗；
2. 使深奧抽象的科學概念能更具體；
3. 讓學生與其生活上的科學理論相互印證；

4. 在教師的教學活動中，解決問題時能更積極且深入，並投入更多注意力；
5. 在操作過一些比較商業化的玩具後，學童也能自己製作玩具。

兒童的科學玩具必須利用科學原理來製作或是操作，與國小教師所用的自然教具是相類似的，皆能啟發兒童科學思想，成為幫助兒童學習科學活動的利器(成映鴻，1997；余嶽川，2001)。因此，透過科學玩具教學，不僅能提高學生的學習興趣外，更能使學生的學習成果更為有效。

「工欲善其事，必先利其器」，教師們若想要以科學玩具進行有效的教學活動，教學前的準備顯得格外重要，否則教學活動將無法順利進行。通常進行科學玩具教學時經常遇到的教學困難如下：

1. 科學玩具組裝後常發生故障，導致老師忙於替學生排除問題，而無法完整的進行設計的課程；
2. 同組學生未分工合作或製作材料未帶齊全，導致部分學生無事可做而無法融入參與學習；
3. 科學玩具設計或組裝步驟過於繁複，導致學生成功率降低，進而影響學生學習成就感；
4. 設計教具的科學概念應用太難，導致教學過程只流於遊戲形式，未掌握教學目的。

因此黃嫻樺（2009）研究建議，科學玩具融入教學前，有以下幾點注意事項：

1. 注意時間的掌握；
2. 瞭解學生的起點行為；

3. 設計的課程要符合學生的能力；
4. 教學材料要準備充分；
5. 教學流程應事先推演過；
6. 注意製作上的安全性；
7. 小組成員工作分配得宜。

此外，教學者應與同領域專家教師進行對話，協助檢視教學課程設計內容的盲點。如此一來，相信更能確保教學流程能順利進行。

二、問題解決能力

Klein (1996) 認為：「問題」是一種情境，個人有意在其中達到某個目標，但此目標的達成前會受到某些障礙的阻礙，則必須尋求克服障礙的方法。黃茂在、陳文典(2004)曾提及，一個人在遇到問題時，能自主的、主動的謀求解決，能有規劃、有條理、有方法、有步驟地處理問題，能適切地、合理地、有效地解決問題，此種能力為「問題解決的能力」(problem solving ability)。教育部頒布的九年一貫課程「自然與生活科技」課程綱要中，明確地指出教學目的在培養學生「主動探索研究」、「獨立思考與解決問題」等能力(教育部，2003a)。

王美芬、熊召弟(2005)指出，解決問題步驟包含：

- (一) **了解問題**：此步驟共包含以下三個階段：
1. 察覺狀況：找出可能具有困難的問題
 2. 尋求資料：根據狀況運用(when、who、why、what、where、how) 6W 策略，找

出相關資料與重要資訊；

3. 發現問題：確認所要處理的特定目標或問題。

(二) **產生想法**：盡可能想出各種方法、主意，最後檢視選擇一個較適宜的方法。

(三) **行動計畫**：共分為以下兩個階段。

1. 先找出評鑑的基準，評選出前一步驟產生想法中較佳的方法；
2. 根據所選所選的方法，設計出可行的行動計畫。

綜合以上學者的觀點，本研究所提的「問題解決能力」是指讓學生透過動手設計、製作動力車的學習過程，能發現、分析問題，並有系統地解決特定問題，藉以提高學生實際解決問題能力的學習歷程。

參、橡皮筋環保動力車教學設計

一、動力車活動教學

本教學活動課程設計以翰林版自然與生活科技四上「運輸工具與能源」單元，「動手做玩具車」活動延伸教學設計以橡皮筋彈力為動力的環保動力車為主題的科學玩具。針對研究者所任教的四年級兩個班級，共 46 位學生進行環保動力車製作教學，自編教材教學共六節課。大部分學童表示在學習本單元以前，都有玩過玩具車的經驗，研究目的要使學童從製作及操作動力車的學習課程中，瞭解運輸工具所使用的動力來源演進，並進一步體認與能源的密切關聯性。因此在教學時，藉由舊經驗引起動機，引導學生討論如何在不浪費

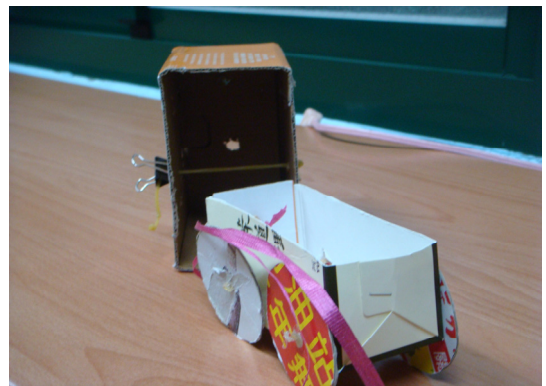
能源的情況下，利用生活中的物品，製作一臺使用橡皮筋為動力的玩具車，藉由學習單內容分析學童在製作動力車常遭遇問題，並期望每位學生能親自動手做、動腦思考科學的原理，從製作過程中發現問題、確認問題、解決問題，並藉由改造、重製、再改造等一連串的實驗過程中，訓練並提升學生創新思考與問題解決的能力。最後並設計學生學習問卷進行統計調查，分析學生對於科學玩具教學的科學學習態度。



學生合作組裝動力車



動力車成品



製作不使用橡皮筋反彈力為動力的動力車

二、教學結果與省思

本次研究學生在實施教學後，發現學生對於科學玩具的科學態度及問題解決能力的提升均有正向的展現，而且大多數的學生能自行完成製作一臺動力車。在教學前的準備工作，先播放了一段影音網站上製作動力車的影片，藉由影片提醒學生需蒐集準備的材料及注意事項，並提醒盡量利用廢棄物，以達廢棄物再利用的環保教育目的。但是在上第一節課程時發現部分學生所準備的材料不適當或組裝的用具不足，例如車體太大、車輪太小、橡皮筋太短、沒有帶固定車體及車輪的膠帶，造成該節課無法製作；亦或是車體沒有事先穿



動力車競賽

洞，造成無法組裝橡皮筋及車體，需要花時間幫學生鑽洞。另外也發現因為活動前透過影片的引導，發現許多學生帶來的車輪材料都是光碟片，雖然方便學生準備材料，但這卻也限制了許多學生的創意。針對這些狀況，後來則採行學生可以兩人合作方式，共同組裝一部動力車。如此一來，發現學生的動力車完成度及成功機率也就提高許多。

進行第二節課程時，因部分學生尚未完成動力車的組裝，而許多學生表示回家後無多餘時間可製作動力車，只能利用在學校的下課時間組裝，因上述原因造成無法改裝及美化其第一部動力車。因此將原先設計的課程略作調整，因本研究主要是探究學生在自製動力車時，是否能發現問題後進而去解決，並提升其問題解決的能力，因此修正成只要選定一項與學生討論後會影響動力車前進距離的因素，然後再針對自己選定的假設因素去做改造並實驗。

從學生學習單的回饋中發現，學生在組裝過程所遭遇的問題中，多數以橡皮筋長度太短無法穿過車體長度的人數最多占25%，顯示學生在準備材料時，只知準備老師所要求的物品，卻未考慮到各材料在組裝時可能互相影響的因素，但也正因如此，學生才可從遭遇問題後進而解決問題。其次為未組裝降低竹筷旋轉與車輪產生摩擦力的圓珠或瓶蓋，磨擦力太大導致車輪無法前進；其他如橡皮筋扭轉多次或旋轉太緊造成斷裂；或是圓珠及寶特瓶洞

口太小，橡皮筋無法穿過等皆是學生在製作動力車時常遭遇的問題。

課程結束後，依李克特(Likert)五點量表設計學生學習問卷進行統計調查，以了解學生在學習本課程後的看法。問卷共有46份，根據問卷調查結果，發現學生在學習科學的態度上，覺得「我認為親自動手製作動力車對自然的學習是很重要的」表示非常同意及同意的學生有32位，無意見的有8位，共約佔87%；在「從這個活動中，我能更了解動力車的組裝方式及構造」表示非常同意及同意的學生有37位，約佔80%；在「老師的動力車教學，可以讓我更了解的動力車的前進原理，也能夠順利的把動力車組裝好」表示非常同意及同意的學生有38位，無意見的有7位，非常不同意的有1位，經過晤談，非常不同意的同學表示「因為不知道要準備什麼東西，而且同學都不幫我，所以我就不做了」，因此事後針對該生做補救教學，並在該生聯絡簿上告知家長協助準備材料，利用午休時指導該生完成動力車的製作；而在「我認為只要看課本就能知道動力車的製作方法」表示非常同意及同意的學生有5位，無意見的有7位，不同意及非常不同意的有34位，經過晤談，非常同意及同意的陳同學表示「我照著課本的步驟組裝動力車，跟爸爸一起做，第一次做就成功了」，分析這些同學的個人背景，發現都是班上能力及成績較佳的學生。而由兩班老師的教學後訪談回饋中也得知，許多學生上完自然課回教室後會利用下課時間繼續組裝

未完成的動力車，顯示學生對於此教學活動感到很有興趣並願意投入時間去學習，甚至有學生詢問下次是否會再做其他的玩具。

學生在學習問題解決的態度上，「我覺得能找出問題的答案或解決方法，是一件很棒的事」表示非常同意及同意的學生有 35 位，無意見的有 11 位；在「對於不明白或不清楚的事物，我會想要把它弄明白」表示非常同意及同意的學生有 32 位，無意見的有 12 位，約佔 96%；在「我覺得從製作動力車的過程中，如果遭遇問題

時，我常常無法確定是否可以解決問題」表示非常同意及同意的學生有 22 位，無意見的有 7 位，不同意及非常不同意的有 10 位；而在「製作動力車如果遭遇問題時，我會利用外在資源解決所面對的問題」表示非常同意及同意的學生有 33 位，無意見的有 9 位，約佔 91%。由以上統計結果發現，約 70%的學生會積極正向去面對並尋求外在資源解決問題，但也有約 50%學生表示遇到問題時，沒有足夠的信心確定是否能順利解決所遭遇的問題，顯示學生對於面對自我問題解決的信心明顯低落。



今天，我們要利用環保的物品來製作一臺不會汙染的動力車！現在請寫下帶來的材料和組裝過程！

我的材料有	車體 舊樂多 汽水罐 輪胎 CD 碟子 橡皮筋 圓珠
前進的動力	橡皮筋的彈力
組裝步驟	1.去樂多樂多 2.喝掉 3.洗一洗 4.帶去學校 5.鑽洞 6.把橡皮筋從洞裡放進去 7.放碟子 8.放圓珠 9.貼膠帶固定 10.做好了!!!帶回家
在製作的過程中我遇到了什麼問題	那時候我的動力車不能動。
我怎麼解決	後來老師說我忘記放圓珠了，所以我就把圓珠裝上之後，動力車就動了。

今天製作的動力車可以前進嗎？可以 不可以(請回答下一題)

學生記錄動力車製作過程

- 改造後的動力車跑的距離有比第一台更遠嗎？有 沒有
- 我覺得 第二台 的動力車設計的最好，為什麼？因為碟子不會影響動力車的速度。
- 我從製作動力車的活動中學到 如何解決問題。

學生學習動力車的科學態度



今天，我們要來測量你的動力車前進的距離！

圈數 距離(cm)	310圈	615圈	920圈
第一次	10cm	7cm	31.5cm
第二次	4.5cm	10cm	24.5cm
第三次	3cm	7.5cm	32.3cm
平均	5.8cm	7.82cm	29.4cm

結果：平均旋轉 9 圈橡皮筋的動力車可以跑最遠，所以橡皮筋的圈數會不會影響動力車行進的距離？會 不會

➢ 想想看，還有哪些原因可能會影響動力車前進的距離？

車身重量、車輪胎紋、管子長度、弓彈小生疲乏、橡皮筋長度

現在請你選擇一個可能會影響的原因來製作第二台動力車！

➢ 今天，我們要測量你改造後的動力車前進距離！

我選擇會影響動力車前進距離的因素	第一次 距離(cm)	第二次 距離(cm)	第三次 距離(cm)
<u>橡皮筋長度</u>	33.5	22.9	44
平均	33.5		

學生學習問題解決的能力

➢ 改造後的動力車跑的距離有比第一台更遠嗎？有 沒有

➢ 我覺得 盧佳妘 的動力車設計的最好，為什麼？因為她的動力車就算只有轉十圈，也可以跑很遠

➢ 我從製作動力車的活動中學到 可以利用不要的東西做動力車。

科學玩具融入課程的學習態度

對科學玩具融入課程的學習態度中，在「我覺得日常生活中有很多東西都可以拿來利用來製作科學玩具，不用花錢買」表示非常同意及同意的學生有 35 位，無意見的有 8 位，不同意及非常不同意的

有 4 位，經過晤談，不同意及非常不同意的學生表示「我很少自己做玩具，大部分的玩具都是爸媽買給我的，我覺得要自己做玩具很麻煩，而且也不知道要怎麼做，準備材料也很麻煩」；在「我覺得做科學

玩具很有趣」表示非常同意及同意的學生有 35 位，無意見的有 9 位，非常不同意的有 2 位，經過晤談，非常不同意的學生表示「**我覺得做玩具很難，這次的動力車我不會做也不知道要怎麼做，而沒有人可以幫我做**」；而在「我會把在自然課所學到的知識應用到日常生活中」表示非常同意及同意的學生有 34 位，無意見的有 9 位，不同意及非常不同意的有 3 位。由以上統計結果發現，約 75% 的學生表示同意會利用生活中的物品來製作簡易的科學玩具，而獲得成就感及興趣，並將在自然課程中所學到的知識應用在日常生活當中。

但本次的研究在課程設計及進行上，仍有不足之處，茲將須待下次改進、留意的事項羅列於下，供日後進行相關活動教學者參考使用。

1. 原本教學的進度時間僅一節課，加上本次教學希望學童能利用身邊的廢棄物，應用相關的科學原理製作簡易的科學玩具，因此增加為三節課的教學活動，雖然對原本排定的教學進度影響不致太大，但因學生在材料的準備及選擇上，在教學前須花費較多時間。另外，在事前準備材料時也應確實說明清楚要準備的物品大小及組裝的工具，才不至於造成攜帶的物品不適合，而發生無法組裝的情況發生，影響教學進行。
2. 進行動力車操作競賽時，因測量距離需要花較長的時間，因此建議測量時

間至少預估 20 分鐘，以免發生於設計的教學時間測量未完成的窘境。

3. 因少部分學生的能力可能較為不足，且經由教學後發現四年級的學生能獨立完成的比例似乎不是太高，而且花費時間比預估的教學時間更久，建議可以讓學生以兩人一組進行合作學習，也可避免過多學生無法順利完成作品，影響教學的流程。

肆、結語

學生從每一次的試驗中，學會了自己去發現問題並且尋求協助或自行找出答案。在學習成就方面，透過製作及操作橡皮筋動力車，瞭解到許多簡單的科學原理可以應用在玩具的製作中，幫助他們瞭解和學習，讓學生從經歷解決問題的歷程，在過程中運用討論、合作學習或仿效同儕製作動力車，學生不但從做中學培養科學技能外，更能建構及強化其科學概念，寓教於樂。

Dewey (1938) 倡導的「問題解決」，其實又稱為「問思教學法」，教師應善於發問啟發學生思考，並且重視不斷的反省思考及問題解決思考的學習歷程。科學玩具的教學可使學童透過觀察及簡易操作，培養其耐心及細膩的觀察力，進而理解抽象的科學概念。教師若能藉由玩具的製作教學，並從日常生活中找尋可用的素材，讓學生在快樂的情境下學習科學，既能達到節能減碳的環境保護目的，又能強化將資源再回收重複利用的生活教育。

參考文獻

- 方金祥、劉奕萱(2007)。**兒童創意科學玩具之設計—安全塑膠吸管吹箭**。科學教育月刊, 296, 29-32。
- 王美芬、熊召弟(2005)。**國小階段自然與生活科技教材教法**。臺北：心理出版社, 89-90。
- 余嶽川(2001)。**科學玩具實驗1**。臺北市：眾光文化事業有限公司。
- 教育部(2003a)。**國民中小學九年一貫課程綱要—自然與生活科技學習領域**。臺北市：教育部。
- 黃茂在、陳文典(2004)。「問題解決」的能力。科學教育月刊, 273, 21-41。
- 黃嫻樺(2009)。**科學玩具遊戲教學對國小三年級學童「空氣」單元學習影響之研究**。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文, 未出版, 臺北市。
- 楊忠樵(2001)。**以「以製作科學玩具」輔助國小學童自然科學習之研究--以電磁單元為例**。國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文, 未出版, 臺中市。
- 楊皓雯(2010)。**創造性問題解決融入科學遊戲之行動研究—以「泡泡」為例**。國立臺中教育大學科學應用與推廣研究所碩士論文, 未出版, 臺中市。
- 蔡濠聰、賴慶三(2010)。**問題解決模式融入國小自然與生活科技領域學活動—以製作『螞蟻雄兵』為例**。科學教育月刊, 331, 35-44。
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Collier Books.
- Klein, S. B. (1996). *Learning: Principles and applications*. New York: McGraw-Hill.
- O'brien, T. (1993). *School of education and human development*. State University of New York at Binghamton, New York.