
科學玩具遊戲教學對國小三年級學童 「空氣」單元學習的影響

黃嫻樺* 賴慶三

國立臺北教育大學 自然科學教育學系

摘 要

本研究旨在探討：(一)科學玩具遊戲教學對國小三年級學生空氣單元學習成就的影響。(二)科學玩具遊戲教學對國小三年級學生科學態度表現的影響。本研究的研究對象為兩個國小三年級班級共 70 位學生，分成實驗組一班 35 位學生及對照組一班 35 位學生，兩組均以康軒版三上第三單元「空氣和風」為教材內容，實驗組學生實施科學玩具遊戲教學，而對照組學生則進行一般教學作為比較。本研究的研究工具包括「空氣科學學習成就測驗」(有 27 題，Cronbach's $\alpha = .74$)、「科學態度量表」(有 40 題，Cronbach's $\alpha = .91$)。研究過程在科學玩具遊戲教學活動的前後實施前、後測，施測結果資料分別進行單因數共變數分析、t 檢定來探討改變情形。研究的主要發現，包括如下：(一)實驗組學生在「空氣」單元的學習成就顯著優於對照組學生；(二)實驗組學生在科學態度的表現顯著優於對照組學生。

關鍵詞：科學玩具遊戲教學、科學學習成就、科學態度

壹、緒論

一、研究背景

美國科學促進協會 (American Association for the Advancement of Science) 於 1989 年出版有名的「2061 計畫：科學全民化」一書中指出，國民是需要科學素養的，教育最重要的功能就是使國民具備生活的能力與責任，學校教育應將國民素養放在未來二十一世紀的生活環境中，未來世界比現在更依賴科學和科技

(王美芬、熊召弟，1995)。科學素養指的是科學概念、科學過程技能及科學態度的平均發展。其次，我國九年一貫課程自然與生活科技學習領域方面，主要目標也是在於提昇國民的科學素養，科學素養的能力要項包含：過程技能、科學與技術認知、思考技能、科學態度、科學本質、科學應用、科技的發展、設計與製作(教育部，2003)。科學態度與科學認知是其中的二個重要的項目，所以如何協助兒童建構正確的科學概念、培養兒童具有良好的科學態度，是我們今日推展科學教育的重要課題。

* 為本文通訊作者

本研究探討之主題為「空氣」，選擇「空氣」這個單元來實施教學，最主要的理由是耿筱曾、陳淑蓉(2005)、張紋琦(2003)皆發現國小三年級學童在空氣概念上存有另有概念。儘管空氣充滿在我們的四周，可是它既沒有顏色又不具味道，無法以肉眼看到，所以對於大多數仍處在需要具體實物來幫助理解的具體操作期(7-11歲)的國小兒童，有關空氣的概念可能是比較抽象，比較難知覺到的。因此，本研究嘗試以科學玩具遊戲教學，引導學生將「空氣」這個概念予以活化及具體化，讓學童對空氣的概念有整體性的瞭解，並審察學生在接受科學玩具遊戲教學後，對科學學習成就和科學態度表現的影響。

二、研究目的

本研究主要是在原有的課程與教材架構下，設計空氣科學玩具遊戲教學的活動，探討科學玩具遊戲教學活動對國小三年級學生科學學習成就和科學態度的影響。研究目的有二點：(一)探討科學玩具遊戲教學，對國小三年級學童在「空氣」學習活動中，對「科學學習成就」的影響；(二)探討科學玩具遊戲教學，對國小三年級學童在「空氣」學習活動中，對「科學態度」的影響。

貳、文獻探討

一、科學玩具教學

有關科學玩具的定義，紀肇聲(1987)指出科學玩具是以兒童身邊容易取得的素

材，利用聲、光、電、磁、彈性、慣性……等科學原理，製作成的玩具。成映鴻(1997)認為兒童科學玩具與國小教師所用的自然教具是類似的，都能啟發兒童科學思想，幫助兒童學習科學活動的工具，但其中最大的不同在於科學玩具能夠簡易製作出來，並且可作為學習教材和當作遊玩的器具。余嶽川(2001)認為科學玩具是必須利用科學原理來製作或是操作。由上述學者的觀點，可知科學玩具並不只是玩具，它是取材方便容易製作，而且是利用科學原理製成的玩具，只要老師引導正確，原本普通的玩具都可以變成科學玩具。

針對科學玩具的教學，O' brien(1993)認為科學玩具可以提供學童一些基本的問題充滿趣味性的解釋，並進一步幫助學童瞭解科學玩具背後隱藏的科學概念，提供學童設計及建立計畫的刺激；O' brien 並指出使用科學玩具教學，有下列的功能：(1)增進學童課外的經驗；(2)使深奧的科學概念更具體；(3)讓學生和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，更深入的投注注意力；(5)在操作過一些比較商業化的玩具，學童也能自己製作玩具。另外，楊忠樵(2001)也指出，教師如果能配合經過設計的科學玩具進行教學，使科學原理應用在科學實驗和自然科學習上，有助於兒童建構科學概念。

因此，科學玩具並不單純只是玩具，它是利用科學原理製成的玩具，它結合了玩具與教具的功能，它可以幫助兒童建構

科學概念，也可以提高兒童的學習興趣，並啟發學童思考、推理的能力，但教師在選擇與製作科學玩具來進行教學，也應注意掌握上述科學玩具設計的原則。

二、科學遊戲教學

有關科學遊戲教學的定義，陳忠照(2003)認為科學遊戲是指利用周遭環境的生活素材，進行的科學性遊戲，不同於一般的玩耍嬉戲，具有遊戲喜悅的優點，更進一層，且含有科學的教育意涵。陳惠芬(2000)、蕭次融等(1999)認為科學遊戲就是把科學活動和遊戲相結合，寓教於樂，讓學習者可以從遊戲中體會科學原理。綜合上述學者的觀點，得知科學遊戲教學就是把科學活動變成遊戲活動的教學，透過輕鬆具有趣味性的遊戲，提供學生機會學習，幫助兒童概念的理解，並獲得成功的喜悅。

莊毓文和洪美慧(1978)認為指導學生科學遊戲的方法，應注意以下的步驟：(1)在一週前先預告遊戲名稱，應準備的材料，使兒童一開始就參與蒐集材料的活動；(2)指導操作方法時要詳盡，但不急於說出原理，待兒童自己去發現，如兒童一時不能發現，應多加啟發，鼓勵再探索；(3)初次做示範，老師操作的動作要慢，讓兒童看得仔細，而且老師只做一次，其餘皆由兒童仿作，多給兒童操作的機會；(4)如果兒童操作失敗，要他們探究失敗的原因，絕不指責兒童的失敗；(5)指導科學遊戲，要掌握目標，要認清培養兒童正確的

科學方法，遠比知識的獲得更為重要；(6)同組兒童共同合作，應培養互助合作的精神，不宜有彼此排斥的心理；(7)遊戲時老師應參與活動，並且隨時注意兒童的安全；(8)評量時應以兒童收集材料，操作實驗、發明、發現、仿作、創新等作為評分參考。

另外許良榮(2001)，Coble & Hounshell(1982)之研究指出，科學遊戲教學活動設計應把握幾個原則，包括：要釐清教學目標、以問題解決為導向、配合學生知能發展、活動可行性與客觀性、活動生活化與趣味性、安全性及小組合作、避免惡性競爭、避免流於模仿與複製。因此，在設計科學遊戲教學時，更應注意是否有達到以上的原則。

綜合上述，從事科學遊戲教學時，教師的身份不再只是單純教學者，而是設計者、引導者及協助者等多重的角色，在遊戲教學進行前，老師也應善盡說明者的角色，讓學生能明確瞭解該遊戲的目標，在設計科學遊戲時，更應注意是否有配合教學目標，並以孩童的先備知識為起點，設計適合的科學遊戲活動，並與日常生活經驗相結合，引起學生興趣，注意學生的安全，多給兒童操作的機會，培養兒童正確的科學方法，讓兒童慢慢探索科學原理，進而建立科學認知。

三、科學玩具遊戲教學之相關研究

有關科學玩具遊戲教學的研究日益蓬勃，在自然科學玩具遊戲教學方面，

普遍獲得良好自然科學習成效(王錦銘, 2005; 江淑瑩, 2005; 林義修, 2006; 柯虹如, 2006; 楊蕎安, 2007; 蘇秀玲, 2005)。這些研究的學習成效上, 可以再細分如下, 在科學成就測驗上: 王錦銘(2005)、江淑瑩(2005)與林義修(2006), 實驗組的表現顯著於控制組; 在科學過程技能測驗上: 王錦銘(2005)、江淑瑩(2005), 實驗組也有良好的表現; 在科學態度上: 蘇秀玲(2005)、王錦銘(2005)、柯虹如(2006)、林義修(2006)、楊蕎安(2007), 實驗組的表現也有顯著的差異; 在創造性思考上: 楊蕎安(2007), 實驗組也有良好的表現; 在問題解決能力上: 蘇秀玲(2005), 實驗組的表現顯著優於控制組。由上述的實證研究, 經過科學玩具遊戲的教學, 學童在自然科學的學習成效大部分呈現正向的發展。

然而實施科學玩具遊戲的教學也有其困難之處, 王錦銘(2005)、江淑瑩(2005)指出科學玩具遊戲融入教學的建議事項有: (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、等, 研究者以科學玩具遊戲融入教學, 應特別注意與克服上述問題。

其次, 國外有關科學玩具遊戲教學之文獻資料顯示, (1) Butta(1998)研究結果發現接受「動手做」教學法的學生, 其科學學習成就優於傳統教學法的學生; (2)Garrett, Busby, & Pasnak(1998)研究創

新的遊戲教學活動, 可以改善學齡前兒童具體操作思考技能; (3)Fisher, Gerdes, Logue, Smith, & Zimmerman (1998)提出一項科學計畫藉由實際動手做的經驗, 可以提升學生的科學知識、科學態度及較高層次的思考技能; (4)Horn(1986)發現在課堂上遊戲, 可以用來補充科學課程, 同時也是一種有趣又可以激發孩子對科學概念產生興趣的方法。遊戲提供孩子機會, 讓孩子積極的利用他們既有的知識來學習。

綜合國內外之相關研究得知, 透過科學玩具遊戲融入教學活動中, 多數研究顯示對兒童建構科學概念、兒童的科學過程技能、科學態度及兒童的問題解決能力是有其影響的。

參、研究方法

一、研究設計

本研究之目的, 在於探討實施科學玩具遊戲教學對國小三年級學生空氣的學習成就及科學態度的影響。研究對象為兩個國小三年級班級(臺北縣都會區 90 班以上的大型小學), 一班為實驗組(35 人), 進行科學玩具遊戲教學, 另一班為對照組(35 人), 進行一般自然科傳統教學方式, 以康軒版三上第三單元「空氣和風」為教材內容。

二、實驗教學設計

本研究實驗組的教材部分是根據研究者對「科學遊戲」的界定, 配合三年級康軒版本「空氣和風」課程內容, 進行科學玩具

遊戲教學教案之編製，教學時間為四週，藉以觀察學生科學態度及科學概念的建構是否有所改變。科學玩具遊戲教學之設計與教學流程是根據 Coble & Hounshell(1982)所提出科學遊戲設計原則做修正，科學玩具包含了「水電梯」、「噴射棒」、「空氣砲」、「風向風力計」、「空氣槍」、「氣球火箭」的活動，科學遊戲有「看不見的空氣」、「倒不下去的果汁」、「杯子的魔術」、「塞氣球活動」、「吹蠟燭大賽」、「空氣椅」的活動。實驗組與對照組的活動對照表，如附錄一，附錄一也說明實驗組的科學玩具與科學遊戲所使用的科學原理。

三、研究工具

(一) 科學學習成就測驗

本科科學學習成就測驗是研究者以康軒版三上「空氣和風」單元的內容來編製試題。在實施實驗處理教學前後，分別對實驗組及對照組實施測量，以評量學生科學學習成就有否改變。

本研究之科學學習成就測驗透過專家審查，具有專家效度，其題型設計以選擇題為主，試題有 27 題，答對一題得一分，滿分 27 分，施測時間為 30 分鐘，在試題項目分析與信度方面，難度在 .3 到 .89 之間，鑑別度指數在 .2 以上，修正的項目總相關係數為 .1 以上，再以內部一致性做為信度考驗依據，得到 Cronbach' $\alpha = .74$ ，顯示試題間的內部一致性良好，形成正式空氣科學學習成就測驗。

(二) 科學態度量表

本科科學態度量表參考王貴春(2000)所編製的「自然科學習態度問卷」及王錦銘(2005)所編製的「科學態度量表」的內容來編製。量表分成「對自然科課程的態度」、「自然科學習動機」、「自然科學習策略」、「對自然科教師的態度」等四個分量表，每一個分量表各 10 題，總計 40 題，其中有五題為反向題，遣詞用字以三年級學生能瞭解為原則。本科科學態度量表編製透過專家審查，具有專家效度。該量表之施測約需 20 分鐘，形式為 Likert 四點量表，第二次預試結果發現修正項目的總相關係數皆符合要求都在 .1 以上，故將第二次預試結果進行內部一致性的分析，科學態度量表的總量表的內部一致性 Cronbach' α 係數為 .91，四個向度的分量表「對自然科課程的態度」、「自然科學習動機」、「自然科學習策略」、「對自然科教師的態度」的 Cronbach' α 係數分別為 .77、.76、.76、.72，結果顯示本量表具有良好的信度，故形成正式的科學態度量表。

肆、研究結果與討論

一、科學玩具遊戲教學對學童科學學習成就之影響

實驗組與對照組學生均在單元教學前實施「科學學習成就測驗」的前測；於單元教學結束後一週實施後測，兩組學生在「科學學習成就測驗」前後測的平均數與標準差的結果，如表 1。

為了更進一步釐清兩組學童在空氣單元的學習表現是否達顯著差異，但是又

考量學童的前測會對後測成績造成影響，因此對後測成績進行共變數分析。首先分別以兩組學生在「科學學習成就測驗」之前、後測所得分數進行迴歸係數同質性檢定，以瞭解是否符合共變數分析之基本假設，得知 F 值 = .000， $p = .988 > .05$ 兩組未達顯著差異水準，符合組內迴歸係數同質的基本假設，接著再以兩組學生的「科學學習成就測驗」前測得分為共變量，進行共變數分析，來瞭解在不同的教學下，學童學習空氣成就後測的得分是否具有顯著差異。結果如下表 2 所示：

由表 2 發現，在排除兩組學生「科學學習成就測驗」前測分數的影響之後，後測分數經共變數分析結果，其 F 值 = 41.030； $P < .001$ ，表示兩組在「科學學習成就測驗」之後測分數有顯著差異，亦即實驗組學生在「科學學習成就測驗」得分

優於對照組學生，且達統計上之顯著差異。也就是說「科學玩具遊戲教學」比「一般教學」更能提升學生在空氣的學習成效。

研究者根據蒐集的質性資料，推論科學玩具遊戲教學得以有效提升學生在空氣科學學習成就的可能原因如下：

(一) 能達到教學目標

實驗組的教學設計是利用科學玩具遊戲教學策略來教學，但並不是漫無目的的，要訂出教學目標來看學童是否有達到，如何知道這教學有達到教學目標，首先由表 2 發現「科學學習成就測驗」後測分數經共變數分析結果，實驗組學生在「科學學習成就測驗」得分優於控制組學生，且達統計上之顯著差異。也就是說這樣的量化結果可以佐證實驗組學童有達到教學目標，其次也可以藉由質的資料去瞭解學童的概念是否有建立。

表 1、兩組學生「科學學習成就測驗」成績之平均數和標準差

組別	人數	前測		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	35	13.23	3.50	23.03	2.76
對照組	35	12.11	2.12	18.49	3.20

表 2、兩組學生「空氣科學學習成就測驗」之共變數分析摘要表

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
前測	131.271	1	131.271	18.460	.000
組間	291.770	1	291.770	41.030	.000***
誤差	476.444	67	7.111		

註：***表示 $p < .001$

研究者在教學札記中記載師生的對話：

T：日常生活中有哪些實例是利用空氣的特性來進行遊戲？

S₂₀：風箏。

T：要怎麼玩風箏呢？

S₂₀：到空曠有風的地方，拉著線一直跑，風箏就會飛上去。

T：風是如何產生？

S₂₀：空氣流動產生風。【札 971201】

從上述的資料中，我們從 20 號學生的回答，可以瞭解學童的概念是否正確，20 號學童在班上自然科的程度比較屬於低成就程度，另外從上述資料中知道 20 號學童將學得空氣概念，已經可以應用在日常生活經驗上，相信這樣的教學，可以讓學童達到教學目標。

(二) 藉由科學玩具遊戲教學的策略來建立正確的科學概念：

由於科學玩具遊戲教學活動中，學生常常要動手製作科學玩具，從製作科學玩具的過程中，教學者要常常提醒學童製作的步驟，這些製作的過程中所提示的都是科學原理，製作好的科學玩具再去進行科學遊戲競賽，符合科學原理的玩具，在製作完成後才有良好的效能，在進行科學遊戲競賽也才有較好的成績，學童在科學遊戲競賽中更有興趣去探索及建構科學概念，這樣在學童的學習上有更深刻的經驗與記憶，有學童在學習心得單回饋著：

科學玩具遊戲教學能幫助我學習

更多空氣的概念，讓我更了解空氣的特性，現在的我比以前更喜歡上自然課，也相信我的自然成績會比以前更進步。

【心 971202-28】

由上述的資料，更可以說明藉由這樣的教學方式，可以幫助兒童建構科學概念，而實際上這位 28 號學童在前測得分是 15 分，而後測竟得滿分 27 分，科學概念成長許多，學童也認為這樣的教學方式對學童建構概念是有幫助，製作的科學玩具可以用來解釋科學原理，而進行科學遊戲競賽，除了有趣味性，更讓學童再對科學原理有深刻的體驗，更加深學童對科學概念的印象。

(三) 澄清學童的迷思概念

研究設計有提到利用空氣概念的相關研究，設計出與學童易有的迷思概念相衝突的情境，讓學童修正自己的迷思概念，如何知道學童的迷思概念有做改變，從學童在科學學習成就上的前後測改變來做探討，研究者也在教學札記中記載一位中間程度學童的訪談，回答如下：

T：你還記得在科學學習成就測驗的第 15 題，你前測原本選 1，後來在後測為什麼選 3 呢？

S₃₁：嗯，剛開始我覺得空氣是有重量，才能把水壓著，這樣杯底的衛生紙才不會濕呀！

T：那後來為什麼後測答案又改成正確答案 3 呢？

S₃₁：是因為空氣佔有空間吧！所以杯

底的衛生紙被空氣的空間包住，就不會沾到水，衛生紙就不會濕了，老師，是跟空氣佔有空間有關吧！

【札 971203】

從上述的資料中發現，31 號學童原本對杯底放衛生紙，然後垂直倒放到水裡，結果衛生紙沒有濕，解釋是空氣的重量壓著水，讓水沒有進去，在教學前有這樣的迷思概念，因此在做科學玩具遊戲教學的方式，就特別設計「倒不下去的果汁」、「水電梯」等活動，讓學童瞭解空氣是因為佔有空間，而無法使水進入杯底，杯底的衛生紙就不會濕，讓學童能澄清之前的迷思概念。

二、科學玩具遊戲教學對學童科學態度之影響

實驗組與對照組學童均在實驗處理前、後接受「科學態度量表」前、後測，兩組學童科學態度量表的前、後測得分結果，如表 3 所示。

由表 3 發現，二組前測的分數沒有明

顯差異，所以先以兩組科學態度量表的後測結果進行兩組變異數同質性考驗，俾使瞭解兩組的後測結果是否為同質，以便在進行獨立樣本 t 檢定時選擇適當的 t 值。結果得知 $F = 12.682$ ， $p = .001 < .05$ ，達顯著差異，因此可以看出實驗組與對照組學生的變異數分散情形達顯著差異。因此進行兩組後測獨立樣本 t 考驗分析時，就必須改用校正公式(林清山，1993)進行假設檢定，考驗的顯著水準設定為 $p < .05$ ，t 考驗結果的摘要表如表 4。

由表 4 結果發現，實驗組與對照組在進行獨立樣本 t 檢定後，發現 $t = 5.448$ ， $p = .000$ ，達 .001 顯著水準，表示兩組在「科學態度量表」之後測成績有顯著差異，亦即實驗組學童在「科學態度量表」後測得分較對照組學童的後測得分有顯著的進步。也就是說實驗組學童在接受「科學玩具遊戲教學」，在科學態度的表現上有明顯成長。因此透過「科學玩具遊戲教學」的教學策略比「一般教學」的教學策略，更能提升學生在科學態度的表現。

表 3、兩組學童「科學態度量表」得分之平均數與標準差

組別	人數	前測		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	35	122.46	16.00	150.00	8.65
對照組	35	123.74	19.76	129.54	20.46

表 4、兩組在科學態度量表後測得分獨立樣本 T 檢定摘要表

組別	人數	平均數	標準差	自由度	t	p
實驗組	35	150.00	8.650	45.777	5.448	.000***
對照組	35	129.54	20.461			

註：***表示 $p < .001$

爲了進一步瞭解兩組學生在各分量表的表現，接著再以後測進行獨立樣本 T 檢定，結果發現分量表一「對自然科課程的態度」之 $t = 5.368(p < .001)$ 、分量表二「自然科學習動機」之 $t = 4.976(p < .001)$ 、分量表三「自然科學習策略」之 $t = 4.601(p < .001)$ 、分量表四「對自然科教師的態度」之 $t = 4.254(p < .001)$ ，顯示以科學玩具遊戲教學後，對於國小三年級學生之「對自然科課程的態度」、「自然科學習動機」、「自然科學習策略」、「對自然科教師的態度」等四個分量的科學態度的培養，都具有正面的助益。

研究者根據質性資料，推論科學玩具遊戲教學得以有效提升學生的科學態度的可能原因如下：

(一) 科學玩具遊戲教學具有趣味性

在教學過程中，研究者發現學童在做科學玩具遊戲教學，總是興趣高昂，有學童在學習心得單回饋如下：

「我覺得這幾次的科學玩具遊戲教學非常有趣，因為上自然課的時候，老師教我們做很多有趣的玩具或遊戲。」【心 971202-04】

「我覺得做空氣的科學玩具及做科學遊戲實在太好玩，也可以增加許多對空氣的概念」【心 971110-06】

由 4 號、6 號學童的學習心得單發現，兒童覺得教師所設計的科學玩具遊戲教學活動很有趣，而覺得好玩又有趣的原因多是因爲可以製作科學玩具，又可以進行科學遊戲，而 4 號、6 號學童在這個量表前

測分數爲 125 分、117 分，經過科學玩具遊戲教學後，後測分數爲 155 分、145 分(滿分爲 160 分)，可以由此證明經過科學玩具遊戲教學後，這兩位學童的科學態度進步很多，除了這兩位學童在學習心得單上有分享到這一點，全班共有 30 位同學也都提到這一點呢！此外，學童從動手製作的過程，可以獲得成功的喜悅，這樣充滿有趣又有成就感的自然課，無形中激出學生的學習興趣，由此可見教師在進行自然科的教學，最好是能夠讓學生動手製作科學玩具又能帶些科學遊戲，使學生從教學活動中獲得成就感與喜悅，進而提升學生的學習興趣。

(二) 吸引學習者的專注力

學童自從經過科學玩具遊戲教學後，變得比較積極的學習自然科學，老師可以深刻的體會到一些學童的改變，研究者在教學札記中記載如下：

有些學業成績上較低落的學童，在做科學玩具遊戲教學中，上課比較專注，這些學童像找到自己的專長，亦或是他們很有成就感，願意發表自己的意見，有時還會反駁其他同學的答案，來說明他自己的想法，從這些問與答中，他們可以去思考自己的概念是否正確的。【札 971118】

從教師的教學札記中看出，有許多低成就的學童在科學玩具遊戲教學中比較有積極的學習慾望，他們比上其他的科目更積極與專注，而且更願意發表自己的看法，研究者認爲這些學童突然有不同往日的學習表現，最主要的原因是科學玩具遊

戲教學吸引孩子的專注力，從做科學玩具、進行科學遊戲中讓學童獲得學習上的成就感與滿足，更幫助他們建構科學概念，因此學童在學習自然科學上，更願意表現自我。

(三) 充滿成就感

莊毓文、洪美慧(1978)指出兒童經由遊戲的活動，親自去操作、去觀察、去思考、去體驗，可以理解許多科學原理，並達到舉一反三、觸類旁通的目的，也藉由操作過程中，給予兒童手腦並用的磨練機會，激發學生的潛能出來。教學者在教學時也有相同的感覺，在教學札記中的記載如下：

有一組學童在做倒不下去的果汁時，他們一直無法成功，研究者提醒學童大家要把縫隙包緊，大家再試試看，當學童做出成品的剎那，那組的學員竟大喊「我們成功了」，看到學童喜悅的表情，我想那種成功的喜悅是無法用言語來形容。【札 971030】

由札記中發現，當學童做出作品，學童會大喊「我成功了」，這樣的過程讓學童有成功的喜悅與更多的成就感，學生更願意學習，更可以幫助兒童理解與記憶，因此實驗組的學生的學習，當我們在製作科學玩具或進行科學遊戲時，如果那一組做出來的成品或得到優勝，學童的心情更是高興到不行，還直呼「我們成功了」，讓研究者覺得成功的教學就是要讓學童在學習中獲得成就感，並提高他們的學習興趣，這是讓科學玩具遊戲教學成效卓著的重要原因之一。

伍、建議

依據上述的研究結果與討論，本研究提出下列的建議。

一、學校與家長的支援

科學玩具遊戲教學的材料準備事宜，的確佔了教師許多心力與時間，學校行政單位若能提供這些材料與工具的採購，或是家長方面願意支持老師，提供學生這些材料的支援，將會使教師的負擔與壓力減輕不少，這樣也更能使教師更專心準備教學活動設計與進行。

二、時間與空間的安排與掌握

教學者在選擇科學玩具遊戲教學融入課程，一定要特別注意教學時間的掌握，科學玩具不求多，只要能讓學童瞭解科學原理，即使只有一個，學童也是興奮不已，教師在實施科學玩具遊戲教學的方式，與傳統的教學有很大的不同需要大的活動空間，學校應該要接受教師這些方面的改變並給予支持，這樣才能增加教師在這方面教學的信心。

三、小組合作的安排

在進行小組活動時，要注意小組的互動與學習，不要讓小組的紛爭影響到整組的學習，在安排小組的組合時，更要留意學童的個性，免得將易起爭執的學童都安置在同一組。其次，應該在科學玩具製作前，告知每個組員應有的本分與工作，或設計小組檢核表來檢核組員，這樣在進行科學玩具遊戲教學時，不會因為小組合作

默契不夠，而影響學生學習的興趣或佔用到教學的時間。

四、班級秩序的管控

進行科學玩具遊戲教學，雖然可以理解解學童興奮的情緒，但班級秩序還是要控管好，以免影響其他學生的學習，因此採用小組競賽的方式，以同儕的力量去約束不守秩序的組員，規定學童討論的時間，告知學童做科學玩具與競賽的時間。當小組的秩序逐漸受到教學者的掌控，各組的學童也能積極的參與討論與製作，學童的學習表現也更能漸入佳境。

五、設計適量的學習單

教師應設計適量的學習單減輕學生壓力，精緻學習單內容，以提高學童填寫學習單的意願及充實學習單內容，並盡量多利用自然課時間作填寫，減輕學童放學後的功課壓力。

參考文獻

- 王美芬、熊召弟（1995）。國民小學自然科教材教法。臺北市：心理。
- 王貴春（2000）。STS 教學與國小學生創造力及學習態度的成分。臺北市立師範學院自然科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 王錦銘（2005）。科學玩具遊戲教學對國小五年級學生科學素養之研究。國立臺北師範學院自然科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 成映鴻（1997）。兒童科學實驗。臺北市：臺灣書店。
- 江淑瑩（2005）。以科學遊戲融入教學探究國小四年級學童學習成效之研究。臺北市立教育大學科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 余嶽川（2001）。科學玩具實驗 1。臺北市：眾光文化事業有限公司。
- 林清山（1993）。心理與教育統計學。臺北市：東華。
- 林義修（2006）。趣味科學活動對學童學習成就與科學態度之影響研究。國立新竹教育大學人資處應用科學系教學碩士班碩士論文，未出版，新竹市。
- 柯虹如（2006）。從科學玩具遊戲教學探討國小學童的科學相關態度。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 紀肇聲（1987）。科學玩具製作。台中縣：龍山國小。
- 耿筱曾、陳淑蓉（2005）。以後設認知為基礎之動態評量（MBDA）探究國小三年級學童空氣概念之概念改變機制。國立臺北教育大學學報，18（2），123-156。
- 張紋琦（2003）。以建構主義教學策略與網路學習環境探究國小三年級學童空氣概念的概念學習。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要—自然與生活科技學習領域。
- 莊毓文和洪美慧（1978）。怎樣在團體活動中指導科學遊戲。台灣省國民教育輔導叢書。台灣省政府教育廳編印。
- 許良榮（2001）。自然與生活科技學習領域之教學活動設計經驗談。中區九年一貫課程理念與實例。國立臺中師範學院，209-220。
- 陳忠照（2003）。科學遊戲創意教學：致盛先師 vs. 至聖先師。臺北市：心理。
- 陳淑蓉（2002）。以後設認知為基礎之動態評量（MBDA）探究國小三年級學童空氣概念之概念改變機制。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 陳惠芬（2000）。「科學趣味競賽」引入國小教學活動成效研究—以水火箭之學習環模組為例。國立台中師範學院自然科學教育學系碩士論文，未出版，

- 臺中市。
- 陳惠容 (2007)。以動態的實作評量融入教學探究「空氣」概念的概念學習。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 楊忠樵 (2001)。以「製作科學玩具」輔助國小兒童自然科學學習之研究---以電磁單元為例。國立臺中師範學院自然科學教育研究所碩士論文，未出版，臺中市。
- 楊蕎安 (2007)。趣味科學活動融入自然與生活科技學習領域教學之研究。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 蕭次融、羅方晁、房漢彬、施建輝 (1999)。動手玩科學。臺北市：遠哲科學教育基金會。
- 蘇秀玲 (2005)。科學遊戲融入國小自然學童的科學態度與問題解決能力之研究。國立台南大學自然科學教育研究所碩士論文，未出版，台南市。
- Butta, J. L. (1998). *A comparison of traditional science instruction to hands-on science instruction*. (ERIC Document Reproduction Service No.ED436362)
- Coble, C. R. & Hounshell, P. B. (1982). Teacher-made science games. *American Biology Teacher*, 44(5), 270-277.
- Fisher, N., Gerdes, K., Logue, T., Smith, L., & Zimmerman, I. (1998). *Improving students' knowledge and attitudes of science through the use of hands-on activities*. (ERIC Document Reproduction Service No.ED436352)
- Garrett, K. N., Busby, R. F., & Pasnak, R. (1998). *Cognitive gains from extended play at classification and seriation*. (ERIC Document Reproduction Service No.ED423047)
- Horn, P. J.(1986). *Are you game ? Science games in the classroom*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 309923)
- O'Brien, T. (1993). *School of education and human development*. State University of New York at Binghamton , New York.

投稿日期：98年04月13日

接受日期：98年05月28日

A Study of the Effects of Science Play Instruction with Assisted Scientific Toys on the " Air " Unit Learning for Third-Grade Students

Yen-Hua Huang* and Ching-san Lai

National Taipei University of Education

Abstract

The main purposes of this study are : (1) to investigate the effects of science play instruction with assisted scientific toys on learning achievement on the natural science of elementary school students, (2) to investigate the effects of science play instruction with assisted scientific toys on scientific attitudes of elementary school students. The subject was 70 third-grade students from two classes at one school in Taipei county. They were divided into two groups, the experimental group and control group. The experimental group with 35 students used the designed scientific toys with instruction when learning the course while the control group with 35 students used the traditional teaching method.

Two assessments were used in this study, including the Unit "Air" learning achievements test and scientific attitudes questionnaire. The data was analyzed with one-way analysis of covariance (ANCOVA) and t test. The major finding in this study was summarized as follows:

1. The results of achievement test on the natural science were that the students of experimental group got higher scores than control group students did.
2. The results of scientific attitudes questionnaire were that the students of experimental group got higher scores on whole scale and four subscales than control group students did.

Keywords: science play instruction with assisted scientific toys, learning achievements, scientific attitudes

附錄一 科學玩具遊戲教學實驗組與一般教學對照組教學過程對照表

實驗組							
單元名稱	活動名稱	單元活動	教學策略	教學階段	教學活動內容	評量方法	
科學玩具遊戲融入「空氣和風」的教學設計	一、空氣在哪裡	1-1 看不見的空氣	科學玩具遊戲教學法	一、準備活動	1.瞭解空氣是一種無色無味的氣體。 2.空氣存在我們生活環境中。 3.空氣在水中可以以氣泡的形式存在。 4.空氣可以存在微小的隙縫中。	口頭發表、實作評量、教師觀察、成果展示	
		1-2 倒不下去的果汁			1.空氣充滿在玻璃瓶內。 2.當瓶內的空氣逸出，漏斗的水才能流入瓶中。 3.空氣占有空間。		
		1-3 杯子的魔術			1.空氣占有空間，空杯垂直放入，水無法進入杯內。 2.杯底開小洞，空氣逸出，水就能進入杯內。 3.杯子傾斜時，空氣在水中形成氣泡。		
		1-4 水電梯			1.能發現容器中的空氣可以將水排開。 2.能利用空氣的體積來改變容器中的水量。		
	二、空氣的奇妙	2-1 塞氣球活動		二、發展活動	三、綜合活動		1.氣球可以任意改變形狀。 2.空氣沒有固定形狀。 3.空氣可以被壓縮。
		2-2 空氣椅					1.空氣可以被壓縮。
		2-3 噴射棒					1.壓縮封閉容器中的空氣，空氣的體積會增加，壓力會變大，產生向外推的力量。 2.當外在增加的壓力解除，這個回推的力量會使體積恢復原狀。
	三、風從何處來	3-1 吹蠟燭大賽		三、綜合活動	三、綜合活動		1.察覺風可以經由不同的方式產生。
		3-2 空氣砲					1.能發現空氣受振動會產生風。
		3-3 風向風力計					1.瞭解風向是指風吹來的風向。 2.知道可以用不同的方法比較風力的大小。
	四、空氣和風的應用	4-1 空氣槍		三、綜合活動	三、綜合活動		1.藉由玩空氣槍的活動，瞭解空氣壓縮的應用。 2.應用空氣槍壓縮空氣進而發射子彈的原理，動手設計並製作空氣槍。 3.藉由討論的活動，認識生活中各種應用空氣壓縮的例子。
		4-2 氣球火箭					1.能應用風，製作玩具。 2.能設計並進行氣球火箭的遊戲。

對照組						
單元名稱	活動名稱	單元活動	教學策略	教學階段	教學活動內容	評量方法
康軒版三上第三單元「空氣和風」教學設計	一、空氣的特性	1-1 空氣占有空間	講述法、課本實驗操作	一、準備活動	1. 察覺空氣占有空間。 2. 藉由五官觀察，察覺空氣是一種無色、無味的氣體。	口頭評量、實作評量、教師觀察
		1-2 空氣可以被擠壓			1. 察覺空氣的形狀可以改變、可以被壓縮。 2. 察覺注射筒中壓下活塞而移動的位置，可以比較用力的大小。 3. 知道水的體積不能被壓縮。	
	二、空氣流動成風	2-1 空氣的流動		二、發展活動	1. 察覺空氣流動成風。 2. 察覺風可以經由不同的方式產生。 3. 知道可以由不同的方法知道風向。 4. 瞭解風向是指風吹來的風向。 5. 知道可以用不同的方法比較風力的大小。	
		2-2 製作風向風力計			1. 透過製作風向風力計，練習測量風向和風力。	
	三、空氣和風的應用	3-1 風的遊戲		三、綜合活動	1. 知道利用空氣的流動成風的特性，做成的玩具或遊戲有哪些。	
		3-2 空氣和風的用途			1. 知道如何將紙團發射出去。 2. 瞭解吹吸管，造成空氣流動成風，是讓紙團發射出去的主要因素。	