

福祿貝爾理論在國小生活科技領域教學 上之應用

張玉山* 范斯淳**

摘要

本文以福祿貝爾教育思想為基礎，針對國小生活科技課程，以三年級為對象，設計一個創意教學活動，並分析其教學成效。教學過程中蒐集的資料包括觀察紀錄表、省思札記、跳動玩具學習單、教室觀察筆記、導師回饋意見、以及學童跳動玩具成品照片；實驗結果發現，結合福祿貝爾教育理念、創意教學、科技設計與製作進行活動設計與教學之可行性很高，教學目標達成度也很理想。教學程序包括恩物教學、創意教學、設計、實作、恩物工作及恩物遊戲，透過恩物教學，學童能認識圖形特徵；在實作中能認識材料屬性及工具使用，並製作成品；能以教師所提示的創意技法或用自己的方式，創新作品設計及色彩應用；能樂於測試作品，也會嘗試不同的方法改善。但學童在色彩學習與問題觀察上仍有待加強。

關鍵詞：國小、生活科技、科技學習活動、福祿貝爾

* 張玉山，國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系副教授

** 范斯淳，國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生
電子郵件：sam168@ntnu.edu.tw；windscouteau@hotmail.com

來稿日期：2009年8月24日；修訂日期：2009年12月24日；採用日期：2010年8月13日

A Case Study of Elementary Technology Instruction Based on Fröbel's Theory

Yu Shan Chang* Szu Chun Fan**

Abstract

The purpose of this study was to examine the design and implementation of technology learning activities in elementary schools based on Fröbel's theory. A teaching experiment was conducted in a grade-3 class in Taipei. Participant observation was used to collect qualitative data. The findings of this study include: (1) creative teaching techniques based on Fröbel's theory and the use of technology and hands-on learning are feasible and can be effective, and (2) through playing gifts, creativity teaching, product designing and manufacturing, the main teaching effects achieved include knowledge on the characteristics of the materials, skills of using the tools in making products, and attempts of innovation based the ideas of their own or those of the teachers. Nevertheless, participant students did not perform well in color learning and problem observation

Keywords: elementary school, living technology education, technology learning activities, Fröbel

* Yu Shan Chang, Associate Professor, Department of Technology Application and Human Resource Development, NTNU

** Szu Chun Fan, Master Student, Department of Technology Application and Human Resource Development, NTNU

E-mail: sam168@ntnu.edu.tw; windscouteau@hotmail.com

Manuscript received: August 24, 2009; Modified: December 24, 2009; Accepted: August 13, 2010

壹、前言

勞作教育是國小生活科技（即小學科技教育）的前身（張玉山，2008）。勞作教育的功能包括認知學習的功能、生理成長的功能、經濟生活的功能、製程觀念學習的功能、美感設計學習的功能、人格教育的功能等。尤其在認知學習功能方面，英國培根（Francis Bacon, 1561-1626）主張「勞作是一種廣義的觀察與實驗」，到福祿貝爾（Friedrich Fröbel, 1782-1852）的「直觀和工作的密切結合」、杜威（John Dewey, 1859-1952）的「做中學」、拉伊（Lay）的「行動教育概念」，都說明了勞作活動最符合兒童的原始衝動及學習特性（引自李化方，1969）。甚至德國的干斯伯格（Gansberg）早在一百多年前就指出，理想的勞作課程內容應該包括手工、自然科學、以及創造心（引自李化方，1969）。如果以當前的科技課程內容來看，就是要有實作、科技素養、以及科技創造力（張玉山，2009）。

福祿貝爾素有幼兒教育之父的美譽，近年來有更多學者深入研究福祿貝爾教育思想對美國（Baader, 2004）及俄國教育（Brehony & Valkanova, 2006）的深遠影響，並且有學者以福祿貝爾的教育理論為基礎，應用在當前的數理等教學中（Geretschläger, 1995; Brunkalla, 2006）。除了這些學科外，它在生活科技教學上是否也具有啟發性與影響力，著實令人好奇。

福祿貝爾認為，教育的目的在引導學習者去意識、思考與表現，透過「遊戲」與「恩物」，開展人們內在的神性與善性（goodness），使其透過個人意志充分向外具體表現（陶明潔譯，1992；Boyd, 2009）。其所提之「恩物」與「遊戲」的概念，與現今科技教育透過實作活動培養學童創造力和問題解決能力等科技素養的概念相符。他更強調，兒童應從小培養其樂於動手實做的觀念，透過各種遊戲與處理恩物的活動，達到健全身心與學習的目的（陶明潔譯，1992），但反觀九年一貫自然與生活科技課程綱要中，中低年級僅作「認識常見科技」、「瞭解科技發展」之內容安排，而缺乏對於工具材料及實作活動的規劃（張玉山，2008）。因此，本文希望以福祿貝爾教育理論為基礎，發展一個「創意設計與製作」的國小科技教學活動，期能引發學童內在的學習衝動，培養其創造力與實作導向的科技素養。本文主要目的如下：

第一，以福祿貝爾理論為基礎，發展國小科技教學活動。

第二，探討上述教學活動之成效。

貳、文獻探討

首先探討國小科技教學及福祿貝爾的勞作教育思想，歸納其對國小科技教育之啟示，作為本文教學活動設計的基礎。

一、國小的科技教學

教育部（2008）97年版《九年一貫課程綱要》指出，在科技的領域中，人類善用機具、材料、方法、知識和創意等資源，增強人類解決問題的能力。科技的學習應以實作方式進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧知能與態度。從九年一貫科技領域規劃小組於2000年2月最後修定的科技課程規劃中，更能探知與科學課程合併前的國小科技課程脈絡，其主要重點如下（李隆盛，1999，2000）：

（一）理念與目標

科技著重自然與人為環境的調適，因此在「自然與生活科技」學習領域中：1.生活科技是國教階段全體學生的基本課程；2.生活科技教育的目的在培養國民的科技素養；3.生活科技教育重視開放架構和專題本位的方法；4.生活科技教育是強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧、知能與態度並重的學習。課程目標在協助學生：1.察覺和試探人與科技的互動關係；2.習得基本的科技知能與學習方法，應用於當前和未來的生活；3.培養個人及團隊解決問題能力，並激發創新興趣與潛能。

（二）綱要內涵

主要內容包括科技的本質、科技的範疇、及創意與製作。其中的創意與製作分為創意與表達、設計與製作。此規劃頗具有國際觀點，例如美國所規劃的全美科技計畫（Technology for all American, TAA）內涵即包含科技的本質、科技與社會、設計、科技世界的的能力、設計的世界（International Technology Education Association, 2001）；而小學科技教育的實施，除了單獨設科外，也有人主張將科技相關知識融入於各科教學（Zuga, 1988）；也有人主張以科際整合的方式，將他科學習內容融入科技活動中，基本模式有STS（科學、科技、社會），MST（數學、科學、科技），以及S&T（科學與科技）三種（Ney, 1998）。

近年來國內外有針對國小學童所舉辦的科技創新設計與實作活動，成為另一種推動策略。例如國際科技教育學會在國家科學基金會（National

Science foundation, NSF) 等機構的資助下, 發展一項「發明、創新、探究」(Invention-Innovation-Inquiry: Units for Technological Literacy, Grades 5-6) 的學習單元研發與推廣專案, 以發展學童的實作、批判思考、創新與發明的能力。該專案包含10個單元: 1.以手為測量工具; 2.發明小器物幫忙做家事; 3.設計食物保存盒及量產; 4.建築樑架結構設計; 5.運輸方案規劃; 6.實習廣告公司, 以商業手法宣傳學校的精神; 7.設計風能轉為機械能的裝置; 8.書包設計與發表; 9.利用連桿設計玩具; 10.利用2d及3d軟體為廠商設計紙牌以及紙牌遊戲 (ITEA, 2008)。

因此, 小學科技教育的課程內涵係以科技的本質、科技的範疇、及創意與製作為主, 其中又以創意與製作更為重要; 實施方式包含單獨設科與融入式教學兩種。活動方式則以校內或校外的實作(設計與製作或是問題解決)為主。

二、福祿貝爾的重要教育思想

福祿貝爾為十九世紀德國幼兒教育學家, 首創幼稚園 (kindergarten) 的學前教育機構 (Fröbel Web, 1998a), 為勞作教育思想史上重要的學者之一 (李化方, 1969)。其教育理念師承裴斯塔洛齊的兒童本質觀與直觀原理, 重要的教育思想包括以下四點 (李化方, 1969; 李園會, 1997; 林盛蕊, 1975; 陶明潔譯, 1992):

(一) 連續發展的原理 (身心發達說)

福祿貝爾以神性為中心思想, 強調教育的目的在使人意識到內在的神性, 並以其自由意志充分向外具體表現, 人性教育的目的即在於引導學習者去意識、思考與表現 (陶明潔譯, 1992; Boyd, 2009)。他也指出, 人的身心發展需要經過一定陶冶和訓練, 使其漸次發達, 若少年甚至兒童階段有所缺陷, 後續階段的發展必發生缺陷。因此, 必須由小時到成人的每個階段, 漸次加以培養, 方能擁有健全的身心 (李化方, 1969; 李園會, 1997; 林盛蕊, 1975; 陶明潔譯, 1992)。

(二) 自我活動的原理

福祿貝爾之教育思想深受宗教的影響, 認為教育的目的在開展兒童內在神性, 以培養自由的人格 (引自Boyd, 2009)。因此, 教育的方式是讓兒童自己決定自己的行動, 使其在自我的活動中認識自己, 瞭解自己的能力, 教師的角色乃從旁輔助, 啟發其潛能的發展, 而非知識的傳授者 (李化方, 1969; 李園會, 1997; 林盛蕊, 1975; 陶明潔譯, 1992)。

（三）生產活動與勞動精神教育

福祿貝爾認為兒童應從早期便開始學習勤勞的生活，此乃人性的要求。透過各種恩物活動與遊戲的訓練（引自Ellington, 1999），讓兒童活動、思考與創造，培養樂於勞動、勤奮、心地快活、忍耐力強等良好的性情，此乃教育最重要的目標（引自李化方，1969；引自李園會，1997；引自林盛蕊，1975；陶明潔譯，1992）。

（四）社會的原理

雖然福祿貝爾強調兒童的自我活動、連續發展以及勞動的原理，但亦強調教學上的社會原理，認為兒童必須在人、神、與自然的相互關係上進行交互作用（引自李化方，1969；引自李園會，1997；引自林盛蕊，1975；陶明潔譯，1992）。他指出每個人都是一個完整的全體，但亦是全體人類社會中的一部分，故他（引自李化方，1969；引自李園會，1997；引自林盛蕊，1975；陶明潔譯，1992）以「部分的全體」來說明個人、家庭、社會、種族與人類的關係。當兒童在發展自我的同時，除了培養個別性與多樣性之外，仍需具有某種層面的統一性，方能成為家庭、社會、甚至全人類的一份子。

三、福祿貝爾勞作教學的內涵

福祿貝爾並未對勞作教學提出專述，本文探討其與勞作教學有密切相關的主張，希望從中獲得啟示。福祿貝爾（引自Ellington, 1999; Fröebel Web, 1998a）認為教育應該透過「恩物」與「遊戲」，引導學童的身心發展，將其內在原始的學習衝動加以激發；以行動（具體的活動）為最初的學習；其次是直觀（具體的素材）的學習；再其次才是思維（抽象的心象）的培養，以此歷程來完成兒童的身心發展（引自李化方，1969）。其教學型態主要分為以下兩種：

（一）遊戲

福祿貝爾認為應該在遊戲中引導兒童學習（李化方，1969；李園會，1997）。透過遊戲，兒童可滿足其內在活動及工作衝動，並培養其自立心與好奇心。因此，創造一種以遊戲為基礎的教育學習環境，使兒童的天性及本能有機會自由且自然的展現，並從遊戲中學習，便可達到教育的目的（李化方，1969；李園會，1997；林盛蕊，1975；陶明潔譯，1992）。

（二）恩物

福祿貝爾的恩物指的是具有發展性的、理想的玩具。恩物的內容與型態

可分為10種（Fröebel Web, 1998b）：第一種為六色毛線球；第二種為木製球體、圓柱體與正六面體所組成之三立體；第三種至第六種皆為正立方體，但可細分為不同的組成方式；第七種為小板所組成的面；第八種為各種長度之細棒；第九種為半環與全環；第十種為點（李化方，1969；李園會，1997；林盛蕊，1975；陶明潔譯，1992；Boyd, 2009；Fröebel Web, 1998b；Kemsly, 2009）。

福祿貝爾以這十項恩物發展出不同的學習活動，但其型態大致可歸類為恩物遊戲及處理恩物的工作（李化方，1969）。其內容如下：

1. 恩物遊戲：恩物遊戲主要是以觀察、分析具體的恩物為主，其活動方式不包含材料的變形，對於恩物的認識是按照形體、面、線、點之順序而推進，其結果是一時、而非永久的。例如：移動恩物以模仿自然界的生物、或以恩物排列各種不同的形狀等（李化方，1969；林盛蕊，1975；Fröebel Web, 1998b）。

2. 處理恩物的工作：處理恩物的工作是綜合性的活動，其學習過程同樣始於點而終於形體。在製作的過程當中有材料的變形，運用恩物加以裁切或組合，以製造不同的成品或玩具，其結果是永久性的。例如：玩沙、剪貼紙張、摺紙、繪畫與黏土工等（李化方，1969；林盛蕊，1975；Fröebel Web, 1998b）。

四、福祿貝爾教育思想對國小科技教學之啟示

綜觀福祿貝爾的教育理論與科技教育中運用動手做活動來培養學童科技素養之理念，有許多相呼應之處，亦有值得發人深省之處。

（一）「身心發達原理」的啟示：在科技教學的過程當中，必須讓學童在每個學習階段都有充份的實作與學習機會，以激發不同階段的科技潛能，例如對各種工具的操作學習、對材料的敏感度與處理能力等，成人後方能有充份的科技素養與科技創新能力。

（二）「自我活動原理」的啟示：如兒童的個別差異，學童在科技創作方面的表現也可能有不一樣的傾向與特性，故需提供學童充份的自由創作空間。

（三）「生產與勞動精神教育」的啟示：科技創作必須具備一定的精緻度，在實作活動中，學童必須有相當的勤勞、堅持、與專注態度，才能徹底完成工作，同時也是日後工作態度與價值觀念的基礎。

（四）「社會原理」的啟示：就如九年一貫自然與生活科技課程理念，

科技課程必須追求個人、社會、自然三者的共存共榮，科技教學可透過合作學習、合作創作、發表活動達此目標。

(五)「遊戲」的啟示：在科技教育當中，應多強調透過遊戲與動手做的方式，達到培養學童創造力與問題解決能力的目的。

(六)「恩物」的啟示：以科技教育而言，各式工具的使用便如科技恩物一般，乃是學習科技能力的媒介，因此科技教育的目的，不僅止於學會工具之使用，而是透過工具操作達到培養學童科技素養之目標。

國際科技教育學會 (International Technology Education Association, 2007) 指出，科技教育之目的在於提供學童學習科技原理與運用，了解其對於社會所帶來的影響，並培養學童成為具備科技素養及問題解決能力的現代化公民。科技教育實施的重點隨不同階段之學習者有所不同，在國小階段之科技教育的重點在藉由科技實作活動，培養其動手做的能力，透過真實事物的學習以發展其問題解決能力，進而提升學童的智力、強化其他科目的學習 (張玉山, 2008)。因此，根據福祿貝爾的教育理論，國小階段之科技教育應透過「恩物」的操作，也就是各式實作的活動以及「遊戲」來引發學童對於科技學習的興趣，開展其內在的創造力與問題解決能力。

參、研究方法

個案研究是一種在真實的背景下，研究當時現象的一種研究方式 (Yin, 1994)，是針對發生在真實生活中的現象加以研究，透過一個理論命題的指引，界定研究範圍，藉由各種資料蒐集與分析的方式，對個人、團體或事件等有界限的系統進行詳細的描述、詮釋和分析 (潘慧玲, 2004)。本文以質性研究取向的個案研究作為主要的研究方法。以下將針對研究對象、資料的蒐集與分析、以及研究信效度等說明如下：

一、研究對象與情境

本文選擇台北市小學3年級一個班級的32位學童作為研究對象。該校的辦學理念是以學童為核心，安排各種有意義的自然、社會和文化經驗，讓學童體會、體驗、詮釋和創造，以持續開展學童的潛能和各方面的能力 (學校願景與理念，無日期)，對本教學活動支持度很高。

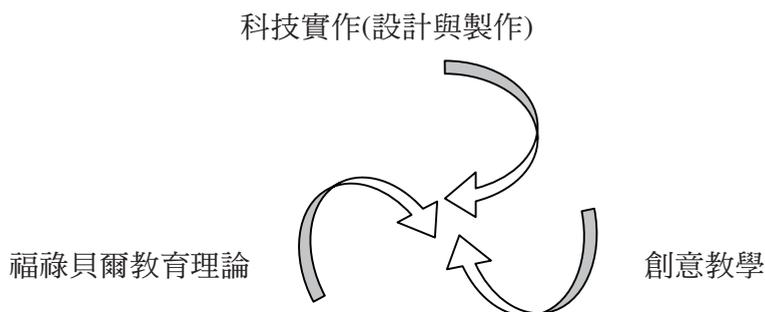
二、研究工具——生活科技教學活動設計

本文的主要研究工具為「生活科技教學活動設計——跳動玩具」。茲將教學活動設計的理論依據及實質內容，說明如下。

(一) 理論依據與教學重點

本活動主要以福祿貝爾恩物及遊戲概念為基礎，著重自由的自我活動、創意（New World Encyclopedia, 2008）、社會參與、及動作表現（Ellington, 1999），將創意概念具體化為創意技法的教學，並延伸動作表現為設計與製作的科技實作，如圖1所示。在跳動玩具設計與製作中，引導學童藉由觀察各種幾何圖形以及自然動植物的外型，設計出簡單的跳動造型，再透過繪圖、剪貼紙、組裝等工作，開展學童內心學習的衝動、培養其好奇心、以及獨立解決問題的能力。本活動理論依據與教學重點之對照，如表1所示。

圖1 本文的活動設計模式



(二) 活動設計

- 1.活動名稱：創意跳跳樂！
- 2.教學對象：國小3年級
- 3.教學時數：3週，每週2節，每節40分鐘，共240分鐘。
- 4.教學目標：
 - (1) 透過觀察瞭解到各種幾何圖形之造型。
 - (2) 瞭解各種顏色與形狀搭配之要素。
 - (3) 學會如何運用簡單工具與材料，製作可跳動之玩具。
 - (4) 培養創造力與設計製作的的能力。
 - (5) 培養動手做的過程中，解決問題的能力。

表1 「跳動玩具」教學活動理論依據與教學重點對照表

理論依據	教學重點
福祿貝爾(恩物教學)	以色紙製作簡單幾何形圓、三角、正方、長方等
福祿貝爾(恩物教學)	把玩及觀察形色要素
福祿貝爾(恩物教學)	
創意教學(創意組合)	任意組合成動物造形(任意組合看看像什麼動物)
創意教學(創意組合)	發給學童動物及昆蟲圖片，由其中任選一種動物，看看可以用哪種幾何形來表現
科技實作(設計)	設計成跳動造形(以卡紙)
科技實作(製作及問題解決)	考慮安裝等製程(例如翅膀以彈簧連接到身體)
福祿貝爾(恩物工作)	製作及上色裝飾(引導色彩設計)
科技實作(製作)	
福祿貝爾(遊戲教學)	發表與欣賞。並透過觀察不同跳動玩具之跳動情況，瞭解摩擦力與彈力的作用

(三) 教學流程

本活動之課程所需時間為3週、共6節課，第一週主要為引起動機、介紹幾何圖形與簡單色彩學之概念；第二週為製作時間；第三週前半段為製作時間，後半段教師則針對跳動玩具之科學原理加以介紹，使學童透過分組觀察的方式，比較不同跳動玩具跳動情形，藉此學習相關之科學原理。所需之材料與工具可參考附錄一，完整之教學流程則如表2所示。

三、資料蒐集與分析

(一) 資料來源

個案研究的資料來源主要包括文件、檔案紀錄、訪談、直接觀察、參與觀察、及人工製品(王文科, 1995)。循此分類, 本文蒐集的資料包含: 教學活動觀察紀錄表、研究者省思札記、跳動玩具學習單、教室觀察筆記、導師回饋意見、以及學童的成品照片。

1. 教學活動觀察紀錄表: 依據文獻探討後所列出教學目標加以設計, 針對每一項教學目標列出數個觀察子項目, 觀察學童之達成度。於活動結束後, 分別由研究者與該參與研究班級之導師填寫, 詳見附錄二。

2. 研究者省思札記: 主要紀錄活動實施的過程中, 研究者的感受與省思, 如附錄三。

表2 跳動玩具教學流程表

週次	教師活動	學童活動	時間分配	所需教材與教具
第一週	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 介紹本次活動內容，介紹教師製作之範例，引起學習動機 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 專心聽講 	10	跳動玩具範例、幾何圖形色卡紙、卡通動物圖案、教學PPT
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 講解簡單的幾何圖形（正方形、長方形、梯形、平行四邊形、圓形、橢圓形等基本形狀介紹；同類形狀的組合） ◇ 講解簡單色彩學（色彩三屬性：色相、明度、彩度；配色原則；色彩的應用與感受） 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 把玩及觀察幾何圖形與顏色搭配的感受 	30	
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 發給動物或植物圖片，引導學童進行創意思考（運用放大、縮小、減少、增加等創意思考方式） 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 思考如何將幾何圖形加以結合，或運用卡通動物圖片進行創意思考 ◇ 進行跳動動物造型設計 	40	
第二週	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 依照學童所設計的造型給予指導或建議 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 在色卡紙上畫出跳動動物 	30	跳動玩具範例、色卡紙、動物與植物圖案
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 講解如何製作跳動動物 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 依照教師講解步驟製作跳動動物 	60	
第三週	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 講解如何製作圓木棍與底座，並引導學童進行美化工作 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 依照教師講解步驟製作圓木棍與底座 	20	跳動玩具範例、色卡紙、圓木棍
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 幫助學童排除製作過程遭遇的困難 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 將跳動動物與底座結合，測試後進行微調 	20	
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 教師講解跳動跳動原理 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 專心聽講，分組觀察其他同學之跳動玩具跳動情況 	30	
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 教師給予學童鼓勵 ◇ 成果發表與評分 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 欣賞其他同學作品 	10	

3.跳動玩具學習單：配合教學活動所設計之學習單，如附錄四。

4.教室觀察筆記：此為每週課堂上研究者與學童互動的情形之紀錄，如附錄三。

5.導師回饋意見：此為參與研究班級之導師原教師指導教師於活動後提供給研究者之回饋意見，如附錄三。

6.學童跳動玩具成品照片：由班級導師協助拍照加以紀錄。

(二) 資料編碼與分析方式

為便於資料的整理與辨識，本文先將資料給予初步的編碼，前面的英文字母代表資料的類型，中間的數字為該資料取得的日期，後面則代表該筆資料的流水號。各項資料的編碼方式如表3：

表3 資料編碼說明表

資料名稱	編碼	內容
研究者省思札記	TR_980515_01	講解幾何圖形的時候學童因為都學過，所以都很有反應，舉手的相當熱烈，回答的也很正確。
教室觀察筆記	CT_980515_03	教師：很棒喔～那有沒有同學可以告訴我，正方形有哪些特色呢？
	CS_980515_04	學童c：正方形的四邊一樣長！
導師回饋意見	Z_980519_01	彎折粗鐵絲對於學童雖然較為困難，但是卻非完全做不到，因此可以稍微要求（勉強）一下學童，讓他們去嘗試，而不要太快幫學童接手解決問題，以培養其獨立性。

編碼完成後，以教學活動觀察紀錄表中的觀察項目為基礎，仔細分析所編碼的資料中呈現之訊息，並將其依照所屬的觀察項目加以歸類，其分析方式如表4所示：

表4 資料分析方式說明表

觀察項目	內容	編碼
1-1.能正確說出各種幾何圖形的名稱	講解幾何圖形的時候學童因為都學過，所以都很有反應，舉手的相當熱烈，回答的也很正確。	TR_980515_01
	教師：很棒喔～那有沒有同學可以告訴我，正方形有哪些特色呢？	CT_980515_03
	學童c：正方形的四邊一樣長！	CS_980515_04
	學童d：他兩個邊都是……平行的！	CS_980515_05

四、研究的信效度

為提高研究之信效度，本文採用三角校正（triangulation）的策略，以避免單一觀察、單一方法或單一理論的偏見產生。針對研究問題，透過多種方式收集相關資料，藉由收集資料方法與來源之多樣性，以豐富研究之內涵。例如，在資料校正方面，將教學活動觀察紀錄表、研究者省思札記、跳動玩具學習單、教室觀察筆記、導師回饋意見、以及學童的成品照片進行交叉比對，確認其一致性；在資料提供者方面，本研究的「教學活動觀察紀錄表」，除了由研究者加以紀錄外，另請參與研究班級之導師協助填寫。

肆、研究發現與討論

本文將所蒐集觀察紀錄表中的觀察項目之達成度與過程加以分析。

一、使學童透過觀察瞭解各種幾何圖形之造型

（一）能正確說出各種幾何圖形的名稱

研究者與原教師指導教師所填寫的觀察紀錄表中，皆認為其達成度為5分（很高），而在「教室觀察筆記」紀錄中，學童也確實「能正確說出各種幾何圖形的名稱」：

教師：……。首先是幾何圖形的介紹，這個是什麼形狀啊？（秀出正方形……）（CT_980515_02）

所有學童：正方形！（CS_980515_03）

因此，可以發現學童對於各種幾何圖形的名稱皆有基本的認識，能夠正確答出研究者所列出的圖形名稱。

（二）能正確將圖形加以分類

研究者與原教師指導教師所填寫的觀察紀錄表中，皆認為其達成度為5分（很高），而學童在「教室觀察筆記」表現情形呈現如下：

教師：很棒喔～那有沒有同學可以告訴我，正方形有哪些特色呢？（CT_980515_03）

學童c：四邊一樣長～（CS_980515_04）

學童d：他兩個邊都是……平行的～（CS_980515_05）

教師：很好，那還有一個最重要的特色喔～有沒有人知道～？
（CT_980515_04）

學童e：我知道，他的四個角要是垂直90度的……（CS_980515_06）

教師：答對了～！（CT_980515_05）

針對「教室觀察筆記」，可以發現學童對於各種幾何圖形的特色已具備基本的認知，能夠正確說出判斷幾何圖形的標準，與研究者和原指導教師在觀察紀錄表中所紀錄的情況相符。由此可知，學童能夠達成「正確將圖形加以分類」的目標。

二、瞭解各種顏色與形狀搭配之要素

（一）能說出色彩的三要素（色相、彩度、明度）

在本項目，研究者與原指導教師所填寫的觀察紀錄表中，皆認為其達成度僅有3分（普通），而學童在「教室觀察筆記」表現情形如下：

教師：好～接下來教師要來講解一些顏色的基本概念喔～！同學有沒有聽過三原色～？（CT_980515_11）

學童h：有～是紅、黃、藍～（CS_980515_12）

教師：沒錯～但是紅、黃、藍～是色料三原色喔～色光三原色是紅、綠、藍～色料三原色合起來會變成黑色，色光三原色合起來會變成白色～
（CT_980515_12）

學童i：教師～不懂～為什麼會變成白色呢？（CS_980515_13）

教師：（以彩虹為例再解釋一次色光原理）這樣可以理解嗎？
（CT_980515_13）

學童（約一半）：可以～（CS_980515_14）

針對上述「教室觀察筆記」的內容加以分析，可以發現學童不太能夠理解色料三原色與色光三原色的差別，而研究者在「研究者省思札記」中也提到：

當我講到色料三元色與色光三元色的差異時，學童無法理解為何色光三元

色合起來是白色的，因此感覺起來有些困惑。(TR_980515_03)

也許下次講解這種較為抽象的東西需要多使用一些教具作為輔助，才能使學童更加理解。(TR_980515_04)

上述資料與研究者和原指導教師在觀察紀錄表中所紀錄的情況相符，此外，在講解色相、彩度、明度等內容時，學童看起來雖然可以理解，但是對於這樣的內容感覺起來不是很感興趣，反應較不熱烈。由此可知，教師在教導學童色彩相關知識時，必須留意學童的反應，必要時，應使用適當的教具加以輔助，方能協助學童作更有效的學習。

(二) 能正確的畫出十二色相環

在本項觀察項目上，研究者以觀察紀錄表加以評估，認為其達成度為3分(普通)，學童在「教室觀察筆記」表現出「能正確的畫出十二色相環」的情形如下：

教師：好～現在我們要來畫色相環囉～你們之前有畫過嗎？
(CT_980515_14)

學童(全部)：沒有(CS_980515_15)

學童：教師～如果彩色筆沒有一樣的顏色怎麼辦？(CS_980515_16)

教師：沒關係，就用類似的就可以了(CT_980515_16)

學童在本次課程之前，並未繪製過色相環，而研究者在教學時所採用的方式，是講解完色相環的概念以後，讓學童進行上色，但等到學童上色完成後，研究者卻發現學童在色相環上選用的顏色不盡相同。研究者事後進行省思，認為雖然有可能是因為學童的色筆顏色多少有所差異，但主要原因可能是研究者並未一步步帶領學童繪製，而是讓學童一次自行畫完整個色相環。原指導教師在事後的「導師回饋意見」中也提到：

在繪製十二色相環時，可以帶著學童一步一步畫，例如要畫紅色，就請學童全部一起找出紅色的筆，確定正確無誤以後，再塗到色相環上，這樣可以加強學童對於色相環正確的認識，避免每個色相環畫出來都不太一樣。
(Z_980519_02)

由此可知，學童第一次接觸色相環，需要教師給予較為仔細的引導，若教師能提供適當的引導與輔助，學童應能正確的畫出十二色相環。

三、使學童學會運用簡單的材料與工具，製作可跳動之玩具

（一）能正確地使用工具

在本觀察項目上，研究者認為學童的達成度為5分（很高）；原指導教師認為學童的達成度為4分（高），而學童在「教室觀察筆記」表現出「能正確地使用工具」的情形如下：

教師：各位同學，有沒有人知道為什麼教師要把細鐵絲的兩端彎成一個小圓圈啊？（CT_980519_02）

學童g：我知道，因為這樣黏貼比較不會掉～（CS_980519_01）

學童j：為什麼呢？（CS_980519_02）

學童g：因為就是這樣摩擦力……還是接觸的面比較大，就比較..牢靠這樣～（CS_980519_03）

教師：各位同學，現在要來彎折粗鐵絲囉～！這個部分需要多一點的力氣，同學要注意聽喔！而且要注意安全喔！（CT_980519_04）

（彎折粗鐵絲中）

學童r：教師～好難彎喔～！彎不動～！（CS_980519_05）

透過觀察筆記發現，學童能說出黏貼膠帶時將細鐵絲彎折的原因，表示其對膠帶的使用有基本的認知。但在彎折粗鐵絲的時候，多數的學童有彎不動、彎不好的情形。關於這個問題，研究者在省思札記中提到：

彎折粗鐵絲對學童而言算是最困難的部分，僅有少數同學是自己完成，但其彎折的都相當漂亮。（TR_980519_07）

而原指導教師則是在回饋意見中指出：

彎折粗鐵絲對於學童雖然較為困難，但是卻非完全做不到，因此建議可以稍微要求（勉強）一下學童，讓他們去嘗試，而不要太快幫學童接手解決問題，以培養其獨立性。（Z_980519_04）

綜合上述分析，小三學童在正確的使用工具方面，如屬日常生活常用的工具，則多能正確操作。但在接觸到平常比較沒機會嘗試的工作時，部分學童則會較依賴教師，因此教師應多鼓勵學童嘗試、挑戰較為困難但可以達成的工作，以培養其獨立解決問題的能力。

此外，本次活動因安全考量，研究者未讓學童操作較為危險的老虎鉗等工具，但在教學的過程中，學童對於這些工具都很感興趣，部分學童還會要求自己剪剪看，對於這些工具可以剪斷這麼粗的鐵絲，也感到很有趣，因此，教師只要給予適當的教學，小三學童還是可以學習使用這些工具。

（二）能以正確工作順序製作作品

在本項觀察項目上，研究者認為學童的達成度為3分（普通），原指導教師認為學童的達成度為5分（很高），研究者在省思札記中提到：

有些學童可以把他要畫的動物四肢與軀幹直接分開畫，有些學童則是連在一起畫。（TR_980515_11）

本活動的造型物必須將身體與四肢分開繪製，觀察發現，有些學童會忽略此工作細節，但多數學童會依照教師的教學步驟製作作品，在工作順序上，都能依照正確的步驟執行。而部分學童在製作跳動玩具時，還能事先規劃好他所要製作的玩具零件，並分開繪製。由此可知學童對工作順序，已具基本的規劃觀念。

但在第三週進行支架製作時，卻出現了令研究者意外的狀況，在「教室觀察筆記」當中提到：

教師：各位同學，這個禮拜要製作支架的部分喔～教師現在講解製作的步驟，要專心聽喔～（講解製作步驟）（CT_980526_01）

學童：教師～紙黏土要怎麼用～？（CS_980526_01）

本週一開始上課時先教如何製作支架，不過有點意外的是學童被紙黏土吸引了很大的注意力，導致許多學童整堂課都在玩紙黏土，反而忽略的跳動玩具的製作。（TR_980526_01）

部分學童似乎未使用過紙黏土，因此對於紙黏土的使用不是很清楚。此外，因為紙黏土可以揉捏，很多學童的注意力便被紙黏土所吸引，反而忘記自己目前正在進行的工作。關於這個問題，原指導教師在回饋意見中指出：

學童有時候容易分心，因此有些部分在教的時候需要用一點策略。例如在支架的製作上，可以採用一個口令一個動作的方式：1.要求學童先把紙黏土搓成圓形；2.要求學童把圓形紙黏土的一端壓在底板上；3.將木棍插入紙黏土中心，而後再拔起來；4.把紙黏土集中收到教室後方待乾，禁止學童繼續把玩紙黏土；5.等乾燥後，再用白膠將木棍加以固定。
(Z_980526_01)

由此可知，小三學童對正確工作順序，已有基本的認知，但仍需教師適時的引導，必要時甚至可採取一個口令一個動作的方式，避免學童因為分心而忘記製作步驟。

四、培養學童之創造力與設計製作的能力

(一) 會使用創意思考技巧來繪製動物造形

在本項觀察項目上，研究者認為學童的達成度為5分（很高）；原指導教師認為學童的達成度為4分（高），而學童在「教室觀察筆記」的表現情形，舉例如下：

教師：現在各位同學可以在你的學習單上先設計你的跳動玩具，不一定要畫動物，可以盡量發揮創意喔～！畫好以後給教師看～ok的話教師再發卡紙給你們～(CT_980515_18)

學童a：教師～可以畫食物嗎？(CS_980515_18)

教師：可以啊～(CT_980515_19)

雖然學童未必會完全依照創意思考技巧，來進行創意發想，但大部分學童的創意都很不錯。雖有少數學童傾向模仿教師的範例，但在顏色、大小方面，都會有所變化，也會自行添加一些小零件作為裝飾。

(二) 會將作品加以美化（底座）

因為第3週課程結束時間不夠，因此無法讓學童美化底座，但是有一個學

童在課程結束後，自動自發的將底座帶回家進行美化，不僅自行選用有特殊造型的木板為底座，還將紙黏土加以造形，以配合其跳動玩具的設計。

（三）作品設計符合色彩原理

在本項觀察項目上，研究者與原指導教師所填寫的觀察紀錄表皆認為其達成度為4分（高）。學童在色彩的使用上，多能選用適當的顏色，而原指導教師在這方面也特別要求學童在將作品卡片剪下來做成跳動玩具前，需先讓兩位教師檢查，通過後，方能繼續製作。因此，學童作品在色彩表現上，皆有一定的水準。

五、培養學童在動手做的過程中解決問題的能力

（一）能不斷測試作品

在本項觀察項目上，研究者與原指導教師所填寫的觀察紀錄表皆認為其達成度為5分（很高），而學童在「教室觀察筆記」表現出「能不斷測試作品」的情形，舉例如下：

學童h：教師，我的不會跳～（CS_980526_02）

教師：好～我看一下（調整中）～這樣好多了吧（CT_980526_02）

學童h：謝謝教師（CS_980526_03）

學童j：教師～我的會滑下來～（CS_980526_04）

在此一觀察項目中，學童一做好跳動玩具的主體後，便迫不及待的進行測試，有些一開始跳得不順，就會一直想要調整，直到他滿意為止。透過學童在「能不斷測試作品」的表現，顯示本活動能激發學童內在的學習動機，使其願意不斷的進行嘗試。

（二）能仔細觀察並指出問題的原因

在本項觀察項目上，研究者與原指導教師所填寫的觀察紀錄表皆認為其達成度僅有3分（普通），學童雖然會不斷的測試自己所完成的作品，有時候卻找不出問題所在。研究者在省思札記中提到：

所有學童都很熱衷於這次的製作活動，當自己的玩具無法順利跳動時，會很想要解決問題，但依然是部分學童會自己嘗試，多數學童則是依賴教師幫忙解決。（TR_980526_06）

學童無法做到「觀察並指出問題的原因」的可能情況有二：一是影響跳動玩具的震動情況的變因很多，因此學童可能無法僅靠觀察就發現問題所在；另一是小三學童在遭遇問題時，仍習慣於依賴教師幫忙解決。因此，教師在教學時，應先引導學童嘗試觀察並思考可能的原因，若學童無法自行解決時，再適度給予暗示或幫助，以培養學童獨立解決問題的能力。

（三）能嘗試不同的解決辦法

在本觀察項目上，研究者與原教師指導教師所填寫的觀察紀錄表皆認為其達成度為4分（高），雖然學童不一定知道問題的原因，但會以嘗試錯誤的方式試驗各種解決的辦法，就如研究者省思札記中提到：

在教學過程中印象較為深刻的是有一個學童的玩具原本不太會跳（有可能是跳動的零件做太大，影響鐵絲震動），而後他自己嘗試移除部分零件後，就可以順利跳動，學童對於自己解決了問題感到非常興奮。

（TR_980526_07）

雖然有時候不一定知道問題發生的原因，但學童願意嘗試不同的方法以解決所遭遇的問題，當能夠順利解決問題時，對學童的自信心與問題解決能力都會產生正向的影響。

六、討論

經彙整上述資料分析，有以下發現：

（一）透過恩物教學，學童可以正確說出幾何圖形名稱、分辨不同圖形類型、以及指出其主要特徵。教學效果屬於「非常良好」。這種實作式的、引導式的發現學習，也常被視為幼童的科學探究方法（Brunkalla, 2009）。

（二）在利用色相環教具進行色彩教學中，不太能理解色料三原色與色光三原色的差別，對色相環的繪製，選色用色不夠精準。教學效果屬於「普通」。福祿貝爾特別強調，為了讓兒童能藉由最簡單的形式去瞭解抽象的事物，必須依照兒童發展的需求，適時地給予適當的遊戲玩具（Heiland, 1999）。因此，可能是色彩概念（色相、彩度、明度）較為抽象，需要更一致化、系統化的恩物教具及實作步驟來輔助。

（三）在學習運用簡單的材料與工具，製作可跳動玩具的教學中，學童對剪刀、鉗子等工具的使用，已具有學習能力及學習慾望，可逐步增加教材。這

方面的教學成效「非常良好」。但是在工作程序方面，整體教學成效屬於「良好」，但有部份學童注意力不集中而跟不上，需要教師隨時檢視進度。在恩物處理與恩物遊戲概念下，以共通的基礎，進行相似的觀察或操作，既可避免一直重複相同形式產生的枯燥，也可以理解多樣性中的統一性（Goldammer, 1874）。也就是說，機能相似或操作方法相似的工具操作教學，可以產生學習經驗的延伸。而好奇心則是福祿貝爾恩物教學的基礎，經由好奇心而產生的注意力，才能與感官經驗互動產生良好的學習效果。因此，在進行工作程序教學時，除了要以具體的實物來示範與實習外，也應該減少紙黏土等較具新奇性材料的出現。

（四）在創意設計與製作能力教學方面，部份學童對教師所提示的創意技法（腦力激盪法）不甚理解，但是能用自己的方式增加裝飾，創新作品設計。而在色彩應用上，輔以教師檢查的機制，學童多能選用適當的顏色。這部份的教學成效為「良好」。福祿貝爾強調遊戲照顧之目的不是控制、規定或干涉小孩，而是要去保護、幫助與引導小孩玩恩物（Heiland, 1999）。如果將創作視為遊戲的一種，從遊戲照顧的角度來看，教師在引導學童進行創意發想時，應該以學童自己的發想模式為主，創意激發技法的教授為輔；再者，根據福祿貝爾恩物遊戲的理念，應透過直觀來建立孩童的概念（Heiland, 1982），或是給予一個確定又簡單的開端，讓小孩依循，體會美的形式（Hoffmann, 1982），所以在顏色選用方面，學童所選擇的顏色或配色，如無法符合設計原理，則可以透過鑑賞教學，讓學童從範例作品中，建立設計概念與色彩選用原則。

（五）在動手做與問題解決能力的教學方面，學童急於（樂於）測試跳動作品，對於問題也會嘗試不同的方法，教學效果相當良好。但是在透過觀察以發現問題方面，可能是觀察能力、思考能力、及生活經驗不足等原因，導致教學效果普通，需要教師更多的引導與協助。從福祿貝爾的恩物工作觀點來看，「每一項玩具不論大或小、簡單或複雜，本身都是一個獨立封閉的整體，就像是花苞或種子，它們都蘊含了多方面發展的潛力，並且這些發展都將再回歸到統一性裡（Hoffmann, 1982），而且重複遊戲會讓小孩對於感覺和知覺更加確定與深刻，其內在發展也會漸漸成熟（Heiland, 1999）。也就是說，當恩物工作經驗的次數與種類漸次增加之後，對學童的學習與成長就會產生累增的效果。因此，動手實作的學習活動，應該從小就有適質適量的安排，對學童觀察與思考能力的成長，乃至自我完成的成長，將有很大的幫助。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 以福祿貝爾理論為基礎，所發展的國小科技教學活動，可將福祿貝爾教育（恩物遊戲與恩物工作）、創意教學、科技實作（設計與製作）為核心，教學活動程序包括：恩物教學、創意教學、設計、實作、恩物工作、及恩物遊戲等。

(二) 以福祿貝爾教育理論為基礎，所發展國小科技教學活動的教學成效均在良好與非常良好之間，各活動目標達成度為：

1. 透過恩物教學，學童可以正確說出幾何圖形名稱、分辨不同圖形類型、以及指出其主要特徵。成效非常良好。

2. 在利用色相環的教具進行色彩學教學中，不太能夠理解色料三原色與色光三原色的差別，對色相環的繪製，選色用色不夠精準。教學效果屬於「普通」。

3. 在學習運用簡單的材料與工具，製作可跳動玩具，學童的學習動機很強，教學成效非常良好。

4. 在創意設計與製作教學方面，學童會以教師所提示的創意技法或用自己的方式，創新作品設計及色彩應用，教學成效良好。

5. 在動手做與問題解決能力的教學方面，學童樂於測試作品，也會嘗試不同的改善方法，教學效果相當良好。但是在發現問題的觀察能力上，教學效果普通。

二、建議

根據研究的結果，分別針對教學應用及後續研究提出建議，以供參考。

(一) 對國小生活科技教學的建議

1. 國小階段之生活科技教學，應多透過實作活動，以培養學童之科技認知、創造力、與問題解決能力。當恩物工作經驗的次數與種類漸次增加之後，對學童的學習與成長，就會產生累增的效果。因此，動手實作的學習活動，應該從小就有適質適量的安排。

2. 抽象概念的教學，宜透過恩物與實作的方式進行。本文發現，有關色相、彩度及明度等抽象色彩概念，需要更一致化、系統化的恩物教具及實作步

驟來輔助。

3.機能相似或操作方法相似的工具操作教學，可以同時進行，有助於學習經驗的類化。

4.創意教學應教導創意方法，同時也尊重學童個人獨特的創思方式。

5.價值改變與抽象原則的學習，都應透過實物的感官經驗來建立。色彩應用與美感的培養，可透過鑑賞教學，讓學童從範例作品中，建立設計概念與色彩選用原則。此外，漸進式的恩物設計（先讓學童選擇色組來使用，再逐漸開放讓學童自由選色配色），應該會有助於學童色彩應用能力的培養。

(二)對後續研究的建議

1.教學對象可擴及更高年級的學童：本文僅以國小三年級一個班的學童為對象，如果能擴及五六年級學童（其逐漸發展形式運思能力），探討教學效果，應該會更有意義。

2.教學主題性質可擴至運輸及傳播科技：本文的教學主題為跳動玩具的討設計與製作，屬於製造科技的領域，在本質上與福祿貝爾的恩物工作很接近。如果能針對運輸及傳播科技等性質不同的主題，進行探討，研究結果應會具有理論與應用價值。

3.研究範圍深入到科技認知、概念學習、及另有概念：在歐美國家有學者以福祿貝爾理論為基礎，發展兒童教育的課程，以及標準化測驗（Jeynes, 2006; Manning, 2005）。本文僅探討設計與製作方面的教學效果，對於科技認知、概念學習、另有概念等另一個層面的課題，也值得作深入的探討。

4.本文僅針對教學目標的達成度、與設計製作的學習過程，進行觀察。對於福祿貝爾所強調的內化、身心發展、人格養成等課題，並未觸及。後續研究宜將討論重點，做更深入的探究與討論，相信對福祿貝爾理論在國小科技教學上的應用，將有進一步的理解與助益。

參考文獻

- 王文科（1995）。**教育研究法**。台北市：五南。
- 李化方（1969）。**師範叢書歐美勞作教育思想史**。台北市：台灣商務印書館。
- 李隆盛（1999）。**國民教育階段九年一貫課程科技領域及生涯發展議題課程綱要研修報告**。教育部委託專案報告。台北市：台灣師範大學工業科技教育系。
- 李隆盛（2000）。**九年一貫科技課程綱要0224修訂版**。未出版。
- 李園會（1997）。**幼兒教育之父——福祿貝爾**。台北市：心理。
- 林盛蕊（1975）。**福祿貝爾恩物理論與實務**。台北市：中國文化大學青少年兒童福利學系。
- 張玉山（2008）。國小科技教育的重新檢視。**生活科技教育**，**41**（2），1-2。
- 張玉山（2009）。從美國經驗看台灣的國小科技教育。**生活科技教育**，**42**（2），1-2。
- 教育部（2008）。**97年課綱修訂**。2009年12月10日，取自<http://teach.eje.edu.tw/9CC/index.php>
- 陶明潔（譯）（1992）。F. W. A. Fröbel著。**人的教育**（Die Menschenerziehung）。台北市：亞太圖書。
- 潘慧玲（2004）。**教育研究的取徑：概念與應用**。台北市：高等教育。
- 學校願景與理念**（無日期）。2009年6月27日，取自<http://www.ntueees.tp.edu.tw/wish.doc>
- Baader, M. (2004). Fröbel and the rise of educational theory in the United States. *Studies in Philosophy and Education*, 23, 427-444.
- Boyd, A. (2009). *Friedrich Fröbel and kindergarten*. Retrieved November 29, 2009, from <http://www.uh.edu/engines/epi2475.htm>
- Brehony, K., & Valkanova, Y. (2006). The gifts and "contributions": Friedrich Fröbel and Russian education (1850-1929). *History of Education*, 35, 189-207.
- Brunkalla, K. (2006, June). *Friedrich Fröbel's ideas in a college classroom*. Paper presented at 2nd Biennial International Fröbel Society Conference, Dublin, Ireland.

- Brunkalla, K. (2009). How to increase mathematical creativity – An experiment. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 6(1), 257- 266.
- Ellington, V. (1999). *Philosophy of education*. Retrieved November 29, 2009, from <http://www.froebelweb.org/web2002.html>
- Fröebel Web. (1998a). *Friedrich Froebel created kindergarten*. Retrieved November 29, 2009, from <http://www.froebelweb.org/>
- Fröebel Web. (1998b). *Froebel gifts*. Retrieved November 29, 2009, from <http://www.froebelweb.org/web7010.html>
- Geretschläger, R. (1995). Euclidean constructions and geometry of origami. *Mathematics Magazine*, 68, 357-371.
- Goldammer, H. (1874). *Fr. Fröbels spielgaben für das vorschulpflichtige alter*. Berlin: Habel.
- Heiland, H. (1999). *Friedrich Fröbel*. Retrieved December 8, 2009, from <http://www.ibe.unesco.org/publications/ThinkersPdf/frobele.PDF>
- Heiland, H. (Ed.). (1982). *Friedrich Fröbel: Ausgewählte Schriften-Dritter Band: Texte zur Vorschulerziehung und Spieltheorie*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Hoffmann, E. (Ed.). (1982). *Friedrich Fröbel: Ausgewählte Schrifte-Vierter Band: Die Spielgaben*. Stuttgart: Ernst Klett.
- International Technology Education Association (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology* (3rd ed.). Reston, VA: Author.
- ITEA. (2001). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Retrieved December 10, 2009, from <http://www.iteawww.org/TAA/STLstds.htm>
- ITEA. (2008). *I³ Project(invention-innovation-inquiry)– Units for technological literacy, grades 3–5*. Retrieved December 10, 2009, from <http://www.iteaconnect.org/i3/index.htm>
- Jeynes, W. (2006). Standardized tests and Fröebel's original kindergarten model. *Teachers College Record*, 108, 1937-1959.
- Kemsly, J. (2009). *Kindergarten and crystallography*. Retrieved December 9, 2009, from <http://cenblog.org/2009/08/24/kindergarten-and-crystallography/>

- Manning, J. (2005). Rediscovering Fröebel: A call to re-examine his life & gifts. *Early Childhood Education Journal*, 32, 371-376.
- New World Encyclopedia. (2008). *Fröbel, Friedrich Wilhelm August*. Retrieved December 9, 2009, from <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Froebel>
- Ney, C. (1998). *Using literature to unite the curriculum*. Retrieved May 16, 2003, from <http://www.bev.net/education/schools/ces/ca>
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Zuga, K. F. (1988). Interdisciplinary approach. In W. H. Kemp & A. E. Schwaller (Eds.), *Instructional strategies for technology education* (pp. 56-71). Council on Technology Teacher Education. Peoria, IL: Glencoe.

附錄一 材料工具清單

一、材料清單

名稱	規格	數量	價格（以每人為單位估計）
圓木棒	Φ 12 x 500 mm	1支	10元
紙黏土		半包	10元
白西卡	8K	1張	5元
鐵絲（粗）	# 18，700mm	1條	5元
鐵絲（細）	# 28，150mm	5條	5元
底座厚紙板	100mm x 100mm	1片	5元
			總計50元

二、工具清單

名稱	數量	備註
剪刀	每組2~3把	
老虎鉗	2把	教師剪斷粗鐵絲用
尖嘴鉗	每組1把	繞鐵絲時輔助使用
美工刀	每組1把	
彩色筆	每組2~3套	
白膠	每組1罐	
膠帶（細）與膠帶台	每組1~2捲	
竹筷	每組3雙	繞細鐵絲用

附錄二 教學活動觀察紀錄表

教學活動觀察紀錄表一（填表人：原教師指導教師）

教學目標	觀察項目	觀察結果(達成度)				
		很 低	低	普 通	高	很 高
1.使學童透過觀察瞭解到各種幾何圖形之造型	1-1.能正確說出各種幾何圖形的名稱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	1-2.能正確將圖形加以分類	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.瞭解各種顏色與形狀搭配之要素	2-1.能說出色彩的三要素(色相.彩度.明度)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2-2.能正確的畫出十二色相環	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.使學童學會如何運用簡單的鐵絲與色紙，製作可跳動之玩具	3-1.能正確地使用工具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3-2.能以正確工作順序製作作品	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4.培養學童之創造力與設計製作的能力	4-1.會使用創意思考技巧來繪製動物造形	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4-2.會將作品加以美化(底座)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4-3.作品設計符合色彩原理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.培養學童在動手做的過程中解決問題的能力	5-1.能不斷測試作品	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	5-2.能仔細觀察並指出問題的原因	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5-3.能嘗試不同的解決辦法	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

附錄三 教室觀察筆記、研究者省思札記、導師回饋意見

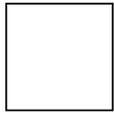
時間	上課內容	教室觀察筆記	研究者省思札記	導師回饋意見
第一週 5/15	講解幾何圖形	略	略	略
	講解如何運用 運用幾何圖形 組合動物形狀	略	略	略
	講解色彩學	略	略	略
	繪製色相環	<p>教師：好～現在我們要來畫色相環囉～你們之前有畫過嗎？ (CT_980515_14)</p> <p>學童all：沒有 (CS_980515_15)</p> <p>教師：（介紹色相環概念） (CT_980515_15)</p> <p>學童：教師～如果彩色筆沒有一樣的顏色怎麼辦？ (CS_980515_16)</p> <p>教師：沒關係，就用類似的就可以了 (CT_980515_16)</p> <p>學童：教師～「青色」是什麼顏色？ (CS_980515_17)</p> <p>教師：是藍色～ (CT_980515_17)</p>	<p>◇ 這個活動中，因為投影機的關係，使得顏色有點偏差、且相似的之間的差異比較不明顯，有時學童會比較難決定像是「黃橙」或是「紫紅」這種顏色該用哪一隻筆畫。 (TR_980515_05)</p> <p>◇ 在色相環中，藍色是寫「青」，部分學童一下子無法理解。 (TR_980515_06)</p> <p>◇ 每個學童畫出來的色相環顏色都不太一樣。 (TR_980515_07)</p>	<p>◇ 學童對於色彩感受的能力在國小還要更多時間、學習、感受、表達，才能有一些成果 (Z_980519_01)</p> <p>◇ 在繪製十二色相環時，可以帶著學童一步一步畫，例如要畫紅色的筆，確定正確無誤以後，再塗到色相環上，這樣可以加強學童對於色相環正確的認識，避免每個色相環畫出來都不太一樣 (Z_980519_02)</p>

附錄四 跳動玩具學習單

形形色色大集合！

各位小朋友，今天我們要來學習如何運用各種形狀以及不同的顏色來製作有趣的跳動玩具喔～！現在，就先讓我們來觀察一下各種不同的形狀吧～^^

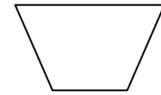
一、請寫出下面各種形狀的名稱



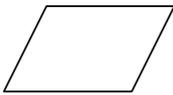
()



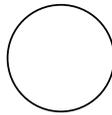
()



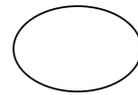
()



()



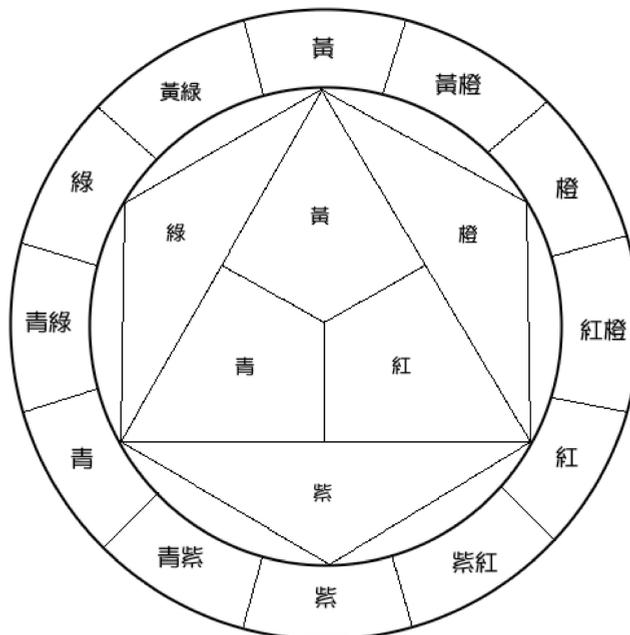
()



()

接下來，讓我們來觀察各種不同的顏色吧～

二、請在下面的色相環中各部位塗上正確的顏色



跳躍玩具國！

各位小朋友，在學完各種形狀和顏色的使用以後，現在讓我們來運用各種不同的形狀和顏色製作一個會跳動的玩具吧！首先～讓我們一起來回答下面的問題～～^^

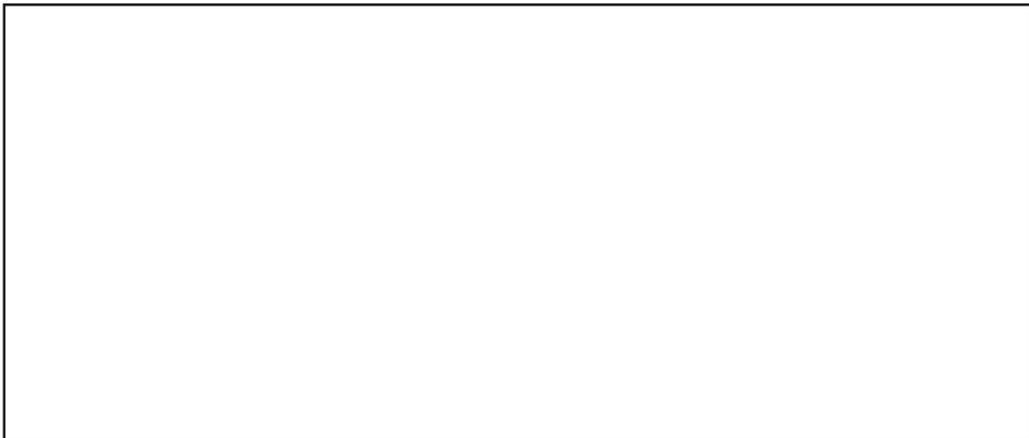
一、我想要設計的玩具造型是（選擇動物、植物或昆蟲都可以喔！）：



二、我想運用這些形狀加以組合！（動動腦，有哪些形狀可以組合成你想要設計的玩具？）



三、我的玩具造型最特別！（請在下面畫出你的玩具草圖，可多使用各種不同的顏色喔！）



跳動玩具的秘密～神奇的力

_____年 _____班 _____號；第 _____組；姓名 _____

各位小朋友，恭喜你們完成了跳動玩具的製作，你們表現的很棒喔！

但是，各位小朋友有沒有發現，有些小朋友的玩具往下跳的速度很快、有些小朋友的玩具往下跳的速度很慢、有些小朋友的玩具會卡在竿子上、有些小朋友的玩具卻會像溜滑梯一樣直接掉下來，為什麼會有這種現象呢？

現在，就讓我們透過觀察，一起來瞭解跳動玩具的原理吧！

一、觀察自己的跳動玩具，記下它跳動的情況：

- 往下跳的很順利 往下跳的很快 往下跳的很慢
 卡住不會跳 直接滑下來 跳到一半會卡住
 一下子跳、一下子滑下來

我還觀察到：

二、觀察我們這組的跳動玩具，記下它跳動的情況：

跳得最順利的是_____的玩具
 跳得最快的是_____的玩具
 跳得最慢的是_____的玩具

三、比較一下，上面這三位同學的玩具有哪些差別呢？

我發現：

四、思考一下，為什麼每個同學的玩具跳動的情況都不一樣呢？

我認為可能的原因是：

完成了，很棒喔！

