

國小資優資源班素養導向科學實驗課程 之教學歷程與反思

鄭伊均
國立臺南大學
特殊教育系碩士班

陳英豪
國立臺南大學
特殊教育系

摘要

本研究旨在實踐素養導向資優資源班科學實驗課程，並透過區分性教學策略融入科學實作主題課程—跳舞的線：電磁共舞，涵蓋「觀察磁力線」、「地球磁場」、「厄斯特實驗」、「電磁鐵於日常生活的應用」與「電磁鐵之創意聯想」等 5 個單元。在教學歷程中進行省思、做出適當的調整；並以臺南市某國小一般智能資優資源班四年級 18 位學生為研究對象；教學時間為期 9 週，共計 9 節課的教學活動。研究結果如下：1. 經由動態的教學修正歷程，發展出素養導向科學實驗之「區分性」課程；2. 學習氣氛對學習成效具關鍵影響性；3. 在教學過程中，研究者看見教學的盲點並調整，增進教學自省力。

關鍵字：素養導向教學、資優資源班、區分性課程

The Process and Reflection of the Competency-Based Science Experimental Curriculum and Instruction for Elementary School Gifted Students

I-Chun Cheng
Department of Special Education,
National University of Tainan

Ying-Hao Chen
Department of Special Education,
National University of Tainan

Abstract

The purpose of this study was to investigate on how to develop and implement competency-based in teaching elementary school electromagnetics, and to design differentiated curriculum. Five lessons were designed and implemented under the Unit of “Observe the magnetic field lines”, “Earth magnetic field”, “Oersted's experiment”, “Electromagnetic Induction” and “Creative association of electric magnet”. The research were designed to solve the problems of teaching and learning through teaching reflection and adjustment. The researcher used the competency-based Science experimental instructions and differentiated strategies to design the lessons. The participants in this study were eighteen fourth-graders in the researcher's gifted resource class. The total instruction took nine weeks, one session per week, and forty minutes per session. The results of the

action research are as follows: First, the researcher developed a serial of curriculums about “Competency-Based Science Experimental Course and Differentiated Instruction” through dynamic teaching revision process and multiple learning methods. Second, the learning atmosphere in class crucially influences learning outcomes. Finally, the teaching knowledge of the researcher was enriched, noticing my own defect on teaching.

Keywords: competency-based instruction, gifted resource class, differentiated curriculum

壹、前言

「核心素養」是指一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，也強調學習不受限制，應關注學習與生活的結合，透過行動力，朝著「終身學習者」的方向前進（教育部，2014）。

素養導向的理念與資優教育有異曲同工之妙，資優教師在這過程中扮演了一位很重要的角色，引導學生自主學習，以學生為課程的主體，了解學生的起點行為及學習需求，來設計教學活動，並結合真實情境，以啟發學生創造思考，及培養學生問題解決的能力，讓學習不只是有目的，甚至變得更有意義，且藉以增強學生的學習動機，提升學習的興趣(郭靜姿，2013；陳偉仁，2021；Tomlinson, 2001)。

貳、十二年國教素養導向科學實驗課程之發展與設計

素養導向課程與教學發展的四個要素，包含整合知識、技能與態度；運用情境化、脈絡化的學習方式，從真實情境中思考問題；重視學習的歷程；將所學習到的知識應用於生活中（范信賢，2016；陳偉仁，2021）。

「十二年國民基本教育」的素養導向與許多資優教育的課程模式有相似之處，如 Betts 在自主學習者模式裡提到，

透過定向輔導、個別發展、充實活動、專題研究及深入研究等五個面向，來幫助學生正向自我概念的發展，了解自身的特質，訓練思考及解決問題的能力，並成為一位負責任、獨立的學習者（蔡桂芳，2016），這與十二年國教中所提到的「終身學習者」不謀而合。

「十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域」的「基本理念」提到，科學的學習方法，能激發學生對於科學的好奇心與主動學習的意願，引導學生從已有的經驗出發，來進行主動探索、實驗操作與多元學習，讓學生能具備科學核心知識、探究實作與科學論證溝通能力（教育部，2018），並以「探究與實作」的方式來連結各學習階段且統整各學科內容的核心素養（劉湘瑤，2016）。

Renzulli 在三合充實模式中提出，發現資優生的興趣與學習需求，依照學生已有的經驗設計課程，且發展學生高層次思考與探究的能力，進而探究真實世界的問題，並找出問題的解決方法（侯禎塘，2016；Renzulli & Reis, 1997）。資優教育中也提到教師是學生學習的催化者，依據學生的特質，進行教學互動上的調整，是區分性教學的做法之一（張書豪，2021）。而以區分性教學提供學生不同的學習需求，給予適當的教學調整，讓學生可以更專注的在自我所需的知識與目標中進行追求（郭靜姿，2013；黃靜雯、蔡碩穎，2011）。



資優教師設計科學實驗課程，除了實驗活動外，可以透過高層次思考、發現式學習與團體式互動，引導學生進行合作、思考與探究。資優教師應將教學內容與生活情境相互結合，鼓勵資優學生關注時事，並發展有意義的研究主題（黃馨誼，2013）。

參、國小資優資源班科學實驗課程之教學歷程

一、課程理念

電、磁與我們的生活密不可分，生活中有許多發明都跟電磁鐵有關，希望透過此主題，讓學生除了了解磁力與電力的基本概念之外，也可以試著思考與日常生活的連結性，利用創意聯想，設計裝置應用到真實的情境當中。

在實驗過程中建立問題解決的能力，並依據實驗的結果提出想法且培養出批判思考的能力。從實驗的結果中提問，各組學生彼此提出疑問，並說出不同的見解，產生多元的答案。從活動中，各組透過團體合作、討論，體會尊重他人與負責任的重要性。

二、課程架構

- (一)主題活動：本教學活動主題為「跳舞的線：電磁共舞」，分為五大單元：「觀察磁力線」、「地球磁場」、「厄斯特實驗」、「電磁鐵於日常生活的應用」與「電磁鐵之創意聯想」。
- (二)相關學習領域：本教學活動涵蓋自然科學領域中的「物理」及「地球科學」，透過科學實驗，引導資優生靈活運用同領域跨科的概念，並加以應用於生活中。
- (三)教學對象：本教學活動設定為國小一般智能資優資源班四年級 18 位學生。學生依照實驗操作能力分為兩組：A 組為能成功完成實驗的學生，其特質為樂觀進取、願意解決問題，鼓勵學生研究如何進一步完成外加任務。B 組為實驗不容易成功的學生，其特質為得失心過重、太在乎結果而忽略過程，教師引導學生找尋失敗的原因，並獲得成功的因素。
- (四)教學時間：單元主題分為 9 週進行，「觀察磁力線」2 節、「地球磁場」2 節、「厄斯特實驗」2 節、「電磁鐵於日常生活的應用」2 節與「電磁鐵之創意聯想」1 節。教學者可視學生學習狀況進行適當的調整。

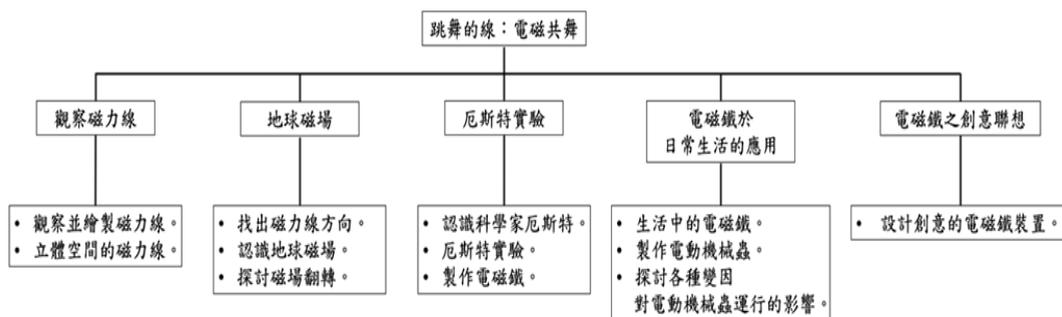


圖 1 「跳舞的線：電磁共舞」課程架構

三、教學設計範例

主題活動	跳舞的線：電磁共舞	教學時間	9 節，共 360 分鐘
學習目標	<p>(一) 認知</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識磁力線的意義。 2. 了解地球磁場的意義及相關現象。 3. 了解電流會產生磁場。 4. 了解馬達的構造。 5. 知道電磁鐵的原理。 <p>(二) 情意</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 樂意將自己的想法分享出來。 2. 鑑賞同儕所分享的想法。 3. 在活動歷程中，主動與同儕合作。 <p>(三) 技能</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能繪製磁力線，並歸納。 2. 能探究磁力線與地球磁場的關係。 3. 能製作電磁鐵。 4. 能製作電動機械蟲。 5. 能探討各種變因對電動機械蟲運行的影響。 6. 設計創意的電磁鐵裝置。 		
核心素養	<p>自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性，規劃簡單步驟，操作器材儀器，進行自然科學實驗。</p> <p>自-E-B1 能分析比較、整理已有的自然科學資訊，並利用口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞等，表達探究之過程、發現或成果。</p> <p>自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p>		
學習表現	<p>tm-II-1 能經由觀察自然界現象之間的關係，理解簡單的概念模型，進而與其生活經驗連結。</p> <p>pe-II-1 能了解一個因素改變可能造成的影響，進而預測活動的大致結果。</p> <p>pe-II-2 能正確安全操作器材儀器，並能觀察和記錄。</p> <p>pa-II-2 能從得到的資訊或數據，形成解釋、得到解答、解決問題。並能將自己的探究結果和他人的結果相比較。</p> <p>ai-II-3 透過動手實作，享受以成品來表現自己構想的樂趣。</p>		
學習內容	<p>I_{Ne}-II-7 磁鐵具有兩極，同極相斥，異極相吸;磁鐵會吸引含鐵的物體。磁力強弱可由吸起含鐵物質數量多寡得知。</p> <p>I_{Ne}-II-8 物質可分為電的良導體和不良導體，將電池用電線或良導體接成通路，可使燈泡發光、馬達轉動。</p>		
教學資源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教學 PPT。 2. 各個實驗的材料。 3. 自製學習單。 		



<p>參考資料</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 《身體裡的指南針》 http://shslc.ltsh.ilc.edu.tw/epaper/epaper99/延伸閱讀全文.pdf ● 【梅期光創意科學實驗室】會跳舞的電動機械蟲 https://www.youtube.com/watch?v=AbBcReokciQ ● 地球磁場是怎麼來的？ https://www.youtube.com/watch?v=tO1DNkGjMxQ ● 【自然系列-物理 電磁學 01】(電與磁的發現) 御前科學對決 https://www.youtube.com/watch?v=Jal7irC3Gcw&list=PLOKYQXjH45vCI11Tud-s_zraU5p5rHazG&index=29&t=153s ● 跟著磁力走，尋找人生的指南針！【LIS 科學史】(電流磁效應) https://www.youtube.com/watch?v=pw8L33IQAYk&list=PLOKYQXjH45vCI11Tud-s_zraU5p5rHazG&index=33 ● 別再吵架了！拿「磁鐵」做實驗，用科學一較高下吧！【LIS 科學史】(馬達) https://www.youtube.com/watch?v=y7QxI0503-8&list=PLOKYQXjH45vCI11Tud-s_zraU5p5rHazG&index=35 ● 翰林版 國小自然與生活科技 四上 第四單元-燈泡亮了 →可延伸至國小六上-電磁作用與國中三下-生活中的電與磁等相關概念
<p>教學流程</p>	
<p>【第一、二節：觀察磁力線】</p> <p>一、教師引導：</p> <ul style="list-style-type: none"> 「磁鐵可以吸起哪些東西？」 「兩個磁鐵相同或不同的兩端互相接近，會產生什麼現象？」 「磁鐵的何處磁性最強？」 <p>→ 請學生把想法統整並分享。</p> <p>二、分組進行「磁力線分布」的實驗活動競賽。</p> <p>→運用兩個磁鐵，想出不同的排列方式（需有出現相斥或相吸），觀察鐵粉呈現的圖樣，並繪製出來，且藉由討論歸納出原理。</p> <p>三、各組分享磁鐵的排列與磁力線分布的情形，教師提問：</p> <ul style="list-style-type: none"> 「磁力線的分布呈現什麼形狀？」 「磁鐵的何處磁力線較緊密/稀疏？」 <p>四、想一想：「立體空間的磁力線會如何分佈？」</p> <p>→ 請學生輪流並說出想法。</p> <p>五、分組進行「立體空間的磁力線分布」實驗活動。</p> <p>→透過裝有沙拉油的容器，加入鐵粉後，在不同的位置擺上磁鐵，進而觀察磁力線的分布情況，並請各組學生互相討論、分析且分享。</p> <p>六、教師引導學生歸納想法，並聚焦討論出因為磁鐵改變鐵粉的分布情形，讓磁鐵的附近形成一個磁力空間，這個空間稱為磁場。</p> <p>【第三、四節：地球磁場】</p> <p>一、教師引導：</p> <ul style="list-style-type: none"> 「磁力線有沒有方向呢？」 	

「使用過指北針嗎？指北針的構造是什麼？」

→教師協助學生聯想到可以利用磁鐵做測試。

二、分組進行「找出磁力線方向」的實驗活動。

→利用指北針在磁鐵周圍找出磁力線的方向，找到規律後並討論、分享。

三、再進一步提問：「一般狀況下，指北針的指針是受什麼影響而指向南北？」

→請學生輪流發表想法。

四、帶入地球磁場的概念，教師播放影片，請學生仔細觀看。

影片：「地球磁場是怎麼來的？How is the Earth's Magnetic Field Generated?」

→各組討論、分析上述影片，並讓學生發表從中看到的內容。

五、延伸到磁場翻轉，想一想：「如果磁場翻轉，會對地球上的生物造成什麼影響？」

六、閱讀文本：《身體裡的指南針》。

→教師協助學生進行分組討論活動，各組討論並分析文中的內容。

【第五、六節：厄斯特實驗】

一、教師引導：「知道厄斯特這位科學家的事蹟嗎？」

→請學生分享。

二、教師播放影片，請學生仔細觀看。

影片：「跟著磁力走，尋找人生的指南針！」

→各組討論、分析上述影片，並讓學生發表從影片中看到的內容。

三、分組進行「厄斯特實驗」的實驗活動。

→提問：「通電的電線對指北針有什麼影響？」

→請學生把電線放在各種位置，觀察指北針指針的變化，並歸納出結論。

→讓學生聚焦到電流產生磁場的概念，並討論「電流與磁力的關係」。

四、分組進行「製作電磁鐵」的實驗活動。

→外加任務：「如何使電磁鐵的磁力增強？」「如何判斷電磁鐵的磁極？」

→請各組試著用提供的材料做出，並向大家分享其成果。

→請學生把各組的想法進行歸納。

【第七、八節：電磁鐵於日常生活的應用】

一、教師引導：「日常生活中，哪些地方會運用到電磁鐵？」

→讓學生集思廣益把想法寫下來。

二、介紹「馬達」，並將其拆解，讓學生看裡面的電磁鐵構造。

三、分組進行「電動機械蟲」的實驗活動。

→讓學生製作簡易的電磁鐵玩具。

→外加任務：「如何使電動機械蟲能直線前進？」

→請學生討論各種變因對電動機械蟲運行的影響。

【第九節：電磁鐵之創意聯想】

一、分組進行「電磁鐵的應用」創意聯想。

→透過創意聯想的方式，讓學生設計出能使生活便利的電磁鐵裝置，把想法繪製下來。

→請各組向大家分享其設計理念。

二、教師引導：讓學生總結整個主題「跳舞的線：電磁共舞」的重點概念。



四、區分性教學融入科學實驗課程之應用

此主題課程根據「十二年國民基本教育課程綱要自然學領域」為架構，以區分性教學融入科學實驗課程。若學生的能力達到原本所設定的目標時，教師可以另外增加個別化且具挑戰性的任務，讓學生能在符合自己能力與特質的課程設計中，取得自主學習的機會（張書豪，2021）。因此，可依照各組學生的學習需求進行教學調整，並透過科學探究與實作，增進其自然科學素養，本研究運用區分性教學策略，如表 1 所示。本主題的教學內容、教學歷程、教學環境與學習評量之調整如下：

(一)教學內容

1. 加深：延伸磁力與電力的基本概念，透過實際操作探討磁力線、磁場、電流及馬達等相關原理。
2. 加廣：探討磁力與電力的關係之外，引導學生如何進行實驗，並討論各種變因對電動機械蟲運行的影響。

(二)教學歷程

1. 高層次思考：在實驗過程中建立問題解決的能力，並依據實驗的結果提出想法且培養出批判思考的能力。

2. 發現式學習：從實驗的結果中提問，各組學生彼此提出疑問，並說出不同的見解，產生多元的答案。
3. 團體式互動：從活動中，各組透過團體合作、討論，體會尊重他人與負責任的重要性。

(三)教學環境

1. 規劃有回應的學習環境：學生在實驗活動過程中，如果遇到困難，可以先與組員互相討論，而教師在適當的時機從旁給予協助與回饋。
2. 有挑戰性的學習環境：學生與組員進行討論後，可以擬訂出問題解決的方法，培養高層次思考的能力。

(四)學習評量

1. 訂定多元的學習評量標準：依據學生的學習狀況，適時的調整評量方式。
2. 呈現多元的實作與作品：
 - (1)實驗活動：實驗過程與團體互動的態度，及實驗結果記錄與討論。
 - (2)實驗作品：繪製磁力線，與電磁鐵、電動機械蟲等作品。
 - (3)口語表達：課程活動的提問與回饋，及針對實驗結果進行口頭報告。

表 1
區分性教學策略

課程單元	學生起點 行為評估	教學內容		教學歷程			教學環境		學習評量	
		加深	加廣	高層次 思考	發現式 學習	團體式 互動	規劃有 回應的 學習環 境	有挑戰 性的學 習環 境	訂定多 元的學 習評量 標準	呈現多 元的實 作與作 品
觀察磁力線	A 組：樂觀 進取、願意 解決問題。	●			●	●	●			●
地球磁場		●			●	●	●			●
厄斯特實驗		●	●	●	●	●	●	●		●
電磁鐵於日常 生活的應用	B 組：得失 心過重、太 在乎結果 而忽略過 程。	●	●	●	●	●	●	●	●	●
電磁鐵之 創意聯想			●	●		●		●	●	●

肆、結論：教學省思

本主題課程依據學生的先備知識，從「觀察磁力線」的結果，引導到「地球磁場」的概念，進而延伸至「磁場翻轉」對生活周遭的影響；再運用科學家「厄斯特」的故事，來引起學生的學習動機。接著「厄斯特實驗」，學生好奇實驗內容，並透過實驗操作，引導到電流產生磁場的概念；並透過「製作電磁鐵」來了解馬達的構造，且從拆解馬達的過程中，讓學生可以比對內部結構，並進行「電動機械蟲」的製作，最後完成「創意聯想」的設計活動，發展出素養導向科學實驗的區分性課程。

在教學歷程中，主題一開始就能吸引學生的注意，又是操作性實驗課程，更能引起學生學習動機，學生的反應亦相當熱絡，整體學習的氛圍很融洽；學生並藉由觀察、探究、實作、討論與分享，來統整所學習到的概念，進而應用於日常生活中。由此可知，學習氣氛對學習成效具關鍵影響性，包含影響學生探究與討論的動機和強度等成效，亦是從學習體驗轉化至生活實踐的關鍵點。

然而，研究者在教學過程中，發現學生欣賞影片與閱讀文本，並進行內容分析與探究時，易被其他事物所吸引，而導致方向錯誤。因此，調整教學流程，預先提醒學生所需注意的重點或關鍵內容。而在實作、討論與分享過程中，研究者受限教學時間與進度，確實不易兼顧每位學生的學習需求，故若要滿足學生們的學習渴望與需求，實需建構出一套系統性、反思性、時間彈性的素養導向科學實驗課程模組與反饋機制，以發展出最符合資優學生需求的科學實驗課程，提供在其較優領域挑戰性的學習機會並強化較弱能力，輔助有效的適性學習。

參考文獻

- 范信賢（2016）。核心素養與十二年國民基本教育課程綱要：導讀《國民核心素養：十二年國教課程改革的DNA》。**教育脈動**，5，1-6。
- 侯禎塘（2016）。資優教育實施方案：充實制、加速制與能力分組制。載於王文科（主編）。**資賦優異教育概論**（79-105頁）。臺北市：五南。
- 教育部（2014）。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。臺北市：教育部。
- 教育部（2018）。**十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域**。臺北市：教育部。
- 郭靜姿（2013）。如何實施資優學生的區分性教學。**資優教育季刊**，127，1-11。
- 張書豪（2021）。區分性設計：資優學習者的學習設計。載於呂金燮、詹婷雅（主編）。**國小資優課程素養導向設計指引**（25-35頁）。臺北市：大同國小資優教師專業社群。
- 陳偉仁（2021）。素養導向與資優教育理念。載於呂金燮、詹婷雅（主編）。**國小資優課程素養導向設計指引**（13-24頁）。臺北市：大同國小資優教師專業社群。
- 黃靜雯、蔡碩穎（2011）。國小資優班區分性課程設計-以選單法為例。**國小特殊教育**，52，68-81。
- 黃馨誼（2013）。「廚房裡的科學：煮膨糖」——國小資優班科學實驗課程之設計。**特教園丁**，28，57-68。
- 蔡桂芳（2016）。資賦優異課程模式的實施。載於王文科（主編）。**資賦優異教育概論**（107-136頁）。臺北市：五南。

劉湘瑤 (2016)。科學探究的教學與評量。

科學研習, 55, 5-11。

Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1997). *The schoolwide enrichment model: A how-to guide for educational excellence* (2nded.). Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Tomlinson, C. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms* (2nded.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.