

教育部 109 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：(67) 探究式教學對數理資優學生科學態度的發展與評估

主持人：蘇佐璽

E-mail：suloya@tcjhs.tyc.edu.tw

共同主持人：劉彥民

執行單位：桃園市立大成國中

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：金頭腦數理營隊、數理資優培訓課程

4. 辦理活動或研習會對象：金頭腦數理營隊(七升八、八升九數資生)、數理資優培訓課程(八升九)

5. 參加活動或研習會人數：38 人

6. 參加執行計畫人數：

7. 辦理/執行成效：

本次計畫主要目的希望了解探究式課程對於數理資優生對於科學態度的影響如何？我們分別針對本校七、八、九年級數理資優生進行學期前及學期末對於科學態度的評估，藉以了解透過探究式課程是否能夠對於數理資優生在科學態度上是否能夠有顯著幫助。計畫成果顯示出，八、九年級的學生在受到探究式課程的影響上，較七年級學生在科學態度上能夠有就明顯的進步。

二、研究計畫之背景及目的：

(一) 研究計畫背景

本校位於桃園市八德區桃園火車站後站，由於先天環境不若市區中心學校理想。家庭背景多為勞工階層之外，父母幾無多餘心力投注在孩子的教育上。在家庭教育缺乏的背景條件下，更加凸顯學校教育扮演的角色。近幾年來，由於外來移入人口快速增加，學校學生組成背景越加多元，原住民及外籍配偶子女的比例也逐年上升。在未來快速轉

變的世界潮流中，不能再僅僅要求學生以學習知識為目的，還要能將學到的知識親身實踐於日常生活的情境之中。並期望學生對於生活中可能遇到的問題，進行思考判斷；加以運用各種工具及方式與他人有效溝通互動；最後能了解不同文化間的差異及學習如何在團體中與他人合作。

隨著科學教育界對於建構主義的重視，近年來科學教育的方向也逐漸將建構知識的主體回歸到學生身上，以期讓學生有更多的時間與機會去面對並解決問題。除此之外，科學課程的設計也強調要激起學生對於科學的學習興趣(郭重吉，1997)因為學習就是學習者對於所習得的資訊賦予個人意義的過程，倘若忽略情意的部分，則資訊本身便無意義可言，故情意的教育與科學教育學習存在著密不可分的關係(鄭湧涇、楊坤原，1998)。

本校為了讓八德地區具備數理資賦優異的學生提供更深入、更廣泛、更多元的數理資優教育方案，於 106 學年度成立數理資優班。而數理資優班的成立除了硬體方面的建設之外，軟體部分包括課程內容更需要加速建置。資優教育目的是在針對學習潛能優異而無法在普通課程中受益的學生，提供適性教育機會，使其能在彈性化教材教法下，充分發揮學習潛能(臺北市資優教育資源中心，2013)。然而資優生在認知、情意與生理的發展上常處於不穩定的狀態，可能會因身心非同步的發展，以及學習需求上的不滿足而產生適應困難。資優生一旦在情意適應上產生問題，絕對不是只有影響心理層面，連帶著認知的發展也會受到衝擊，因為對學生的學習來說認知與情意的發展是一體兩面的，當心理適應欠佳，學習的動機也會降低而影響到學習效果，而導致資優低成就(吳武典、蔡明富，2001；郭靜姿，2003)。此外，學生的學習動機影響其對科學知識的理解程度，Hanrahan(1998)提到學生對學科內容有著先前知識和興趣，進而形成的內在動機，會較容易形成深層的認知參與；相對的，藉由外在因素，例如得到好成績、滿足父母的期待等，所形成的成就動機取向，僅能引發淺層的認知參與，無法獲得科學知識的理解。

天下雜誌(2011)以國、高中生為調查對象的結果顯示：國中生最不喜歡的科學學科是數學，高中生則最不喜歡化學；其前兩名的原因分別是「太難了」69.8%、「要背很多公式」43.9%。調查同時發現，整體學生有 39%的比例「都沒做過」科學實驗，「每週低於 1 次」的比例也還有 37.1%。與學生的期待相比有所差距，高達 45.5%學生希望平均「每週做 1 到 2 次」實驗，這表示，學生是喜歡做實驗的，但是學校的科學課程內容似乎無法回應學生的期望。

基於此，我們希望能針對資優生設計有別於傳統的探究式課程，由於傳統教學法學生常是靠「聽」和「看」獲得知識，使學生在課程中成為被動的學習者。探究式教學法著重在“Involve me”，不只要學生靠「想」和「做」獲得知識，還要培養學生像探究者般的思考，包括如何解決問題、建構理論、找資料、轉化資料成為有用的知識，成為課堂中的主動學習者。探究式教學法的精神，是要讓學生體認探索知識的樂趣，當學生能探

究的問題越多，對學科也將越有信心，學習動機也會更強烈。經由不斷地探究未知的知識，養成學生主動觀察研究的積極態度，才能基於因材施教、適性揚才之基本理念，提供學生適性多元之學習機會與課程，激發並展現其潛能，健全其人格，培育國家未來人才。

(二) 研究計畫目的

目前國內推行新興的 108 課綱 12 年國民基本教育，其中自然科領域課程中強調應激發學生對科學的好奇心與自主學習，重視並貫徹「探究與實做」。而與此同時，世界各國對於如何提升學生的科學探究能力也逐漸被各國的教育機關視為重要的改革政策之一。因為學生透過教室中探究活動，能體驗到類似科學家思考問題與解決問題的歷程，從發現問題、提出假說、設計實驗、數據分析、提出討論、歸納結論等一系列的探究過程，來發展並建構學生的科學知識及使學生具備解決生活中問題的素養。

然而學習的過程除了關注學生的認知發展之外也需要兼顧學生的情意發展，因為興趣才能引導終身的學習，而終身的學習來自於人們對於某一類的事物與現象有了「興趣」，再加上探究的能力，自然而然的對這類事物與現象便會一直探究下去(教育部，2003)。所以以學生的興趣做為出發點，透過探究式學習的過程，來解決生活中所遇到的問題，將會更容易引發學生對科學的好奇與關注。Gibson 和 Chase(2002)指出以探究為主的學習是良好的科學學習策略，並能有效的改善學生對於科學的態度與興趣，而且科學本身就是引導學生去探究發現的過程技巧(莊奇勳，2005)。而許多學者在投入研究探究教學的過程中，發現探究教學在兼顧學生概念學習成效的同時，更能提升學生學習科學的動機與興趣。就認知層面而言，從事探究學習活動的學生在過程技能、科學的技術認知、科學態度、思考智能等面向都有顯著提升(林淑靜，2006)。

本計畫希望設計的課程是以探究教學法為架構，由老師提供學生與專業知識有關的問題，作為學生進行探究活動的核心。根據問題提出假設後以假定可能的答案，而後透過一連串的實驗活動與收集和假設有關的資料，接著評估實驗數據及分析資料後，透過同學討論而得到結論。我們期望學生在解決問題的過程中，不僅僅可以學到專業知識與待處理的問題之間的關係，還能夠學習到如何解決問題的方法。透過本校數理資班教師設計一系列「探究與實做」的課程結合國中自然與數學科的章節為骨幹，藉由不同科別的老師共同發揮創意，期待可以使國中教師將更多教科書中的相關知識融入到日常生活解決問題的方式中，並且提供學生有更多探究與實做的機會，除了讓學生能體驗多元學習的課程，而我們也期許課程內容能跳脫以往傳統的評量框架，不僅僅著重在學生記憶的知識量或學習成果，而是讓學生在一系列的課程中學習做檔案歷程的紀錄，以呈現學生努力、進步、成長的情形。以下將分別敘述計畫的重要性：

1. 鼓勵教師開發適合本校科學教育的探究式課程，發展科學教育特色並整合共享教育資源。

根據美國《國家科學教育標準》(National science education standards,NSES)強調課程應透過發展科學探究的活動讓學生學習科學家解決問題的過程，並從中發展科學探究的基本能力。有鑑於此，我們希望針對現有科學教育的課程設計強調探究與實做的過程，針對物質與生命世界培養學生發現問題、認識問題、解決問題及提出結論與溝通表達的能力(教育部，2015)。因此探究課程可以使學生更接近真實生活，藉由課程的組織與創新，讓學生更容易吸收知識，並在課程學習的過程中了解如何進行批判，富有創造力，並且使思考更富邏輯性，使學生能夠將課堂中的知識加以應用於生活中，以解決各式各樣的問題，甚至發展其研究的興趣與潛能。

2. 藉由探究式教學提升學生對科學的學習興趣。

目前大部分科學教育對於探究教學對學生情意部分的影響，多著重於態度及動機的討論，然而部分學者認為情意的部分應該至少包含：態度、信念、興趣、動機、鑑賞、價值等項目(吳坤璋、黃台珠、吳裕益，2006)。而且有研究發現，學生對於科學、科學教學、和科學學習經驗的感受與態度，有隨著年級增高而逐漸降低的趨勢，特別是大多數學生在國小階段認為科學有趣又有用，但是到了中學階段這種感受就會明顯降低(Yanger & Penick，1986)。因此，在國中科學教育的課程中，更應該透過設計課程讓學習科學是一件有趣的事情，藉此來導引學生進入更高一層的自然科學世界，並激起學生參與學習科學的意願。因此本計畫中也希望透過彰師大段曉林博士的學習興趣量表，了解本校數理資優班學生在探究式教學的學習情境下，學習興趣的提升情形。藉此也可以反思探究式教學課程的設計是否能夠有效達成目的，讓學生對科學的興趣有所改善。

3. 透過課程內容學習提升學生學習動機，進而加深學生了解自我學習的重要性。

張春興(1996)認為動機是指引起個體活動，維持已引起的活動，並引導該活動朝向某一目標的內在歷程。Maehr 和 Meyer(1997)則認為動機乃是可使個體充滿精力、具有方向性、並使個體保持行為或維持活動的一種內在狀態。動機是人類複雜的心理特質，是隱藏在個體內部的力量，能使個體做某種行為，但它是學習的最重要成分之一。可以說一個學生的學習成就會受到學生學習動機相當大的影響，而有關學習動機的理論的研究，主要分為認知主義、行為主義、社會學習取向及人本主義等四大學派，每一學派的論著與強調的層面皆不盡相同。本計畫所設計課程主要對象是數理資優班學生，因此我們期望透過培養學生的成就動機，使學生在科學方面追求成就、追求完美，並不在乎獎勵以達成高層次的成就動機。

在課程學習的過程中，藉學生希望成功的程度，養成其人格特性，使學習及追

求成就的歷程作為詮釋其能力的一種方式，並讓學生了解可以藉由不斷的自我學習深化本身的各種能力。

4. 養成學生正確的科學態度，鼓勵學生落實科學實作精神，使學生能展現解決問題的能力和自信，並提升學習興趣。

以生活中易取得的材料，設計簡單科學活動，使學生們透過操作的經驗，主動建構知識，從活動的經驗中學習科學概念，能達到有意義的學習並提升學習興趣。在我們的設計課程中最重要的就是將科學實作精神帶進學生學習的過程，促使學生興趣培養的多元化，研究證實有助於學生在未來，有觸類旁通的機會，而且透過學生動手做的興趣培養來增進學生的科學創造潛力，應有長遠的影響(李賢哲，2001)。科學實作教育中，學生將化主動為被動，嘗試去挑戰學習內容、發展自己的創意並且努力解決問題，在整個過程中逐漸整合跨學科領域的各種知識，同時也具備人際溝通、團隊合作的能力，成為能以舊知識、運用新方法解決問題，使我們的教育能夠建立一種關注生命、重視潛能、促進整體發展的全人教育。

三、研究方法、步驟及預定進度：

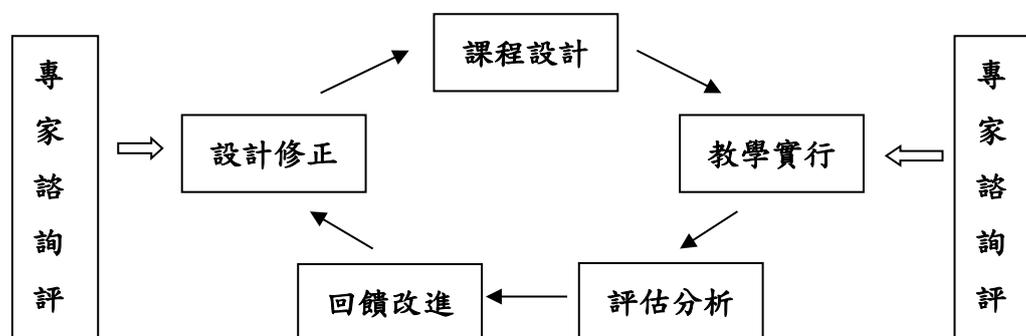
(一) 研究方法

本計畫著重在學生探究實做精神的培養，也希望透過探究式教學的影響讓學生提出問題、建立解釋、並江解釋與當前的科學知識進行比對、交流彼此的想法，進而在這一連串的課程體驗中，對科學學習的興趣有所改善。因此我們預期利用科學態度量表測量學生進行探究式教學前後的變化。同時也利用實作評量的方式去評估學生的學習成效。希望開發能適切引導學生主動思考、發揮創造力的探究實作課程。

研究團隊成員包括資優班內的生物老師及理化老師，相關老師教學背景如下

教師姓名	教授科目	學歷	經歷
王思琪	理化	臺灣師範大學化學研究所	2007~2014 臺北市蘭雅國中 2014~2018 桃園市大成國中
黃永定	理化	臺灣大學衛生環境研究所	2007~2009 臺北市西松高中 2009~2010 桃園縣南崁高中 2010~2013 臺北市西松高中 2013~2018 桃園市大成國中
陳偉成	理化	臺灣大學化學所	2013~2015 南投縣營北國中 2015~2018 桃園市大成國中
劉彥民	生物	臺灣師範大學生命科學所	2010~2012 苗栗縣建臺高中 2012~2016 臺北市木柵國中 2016~2018 桃園市大成國中

課程發展預計採用設計研究法(Design Based Research：DBR)，利用反覆的進行課程設計、教學實行、評估分析後、由課程專家進行回饋改進，再設計修正課程設計、再實施教學、再評估分析、再回饋修正改進如此連續循環之過程，增加課程發展及研究結果的信度與效度，設計循環如圖一所示。



本計畫預計從 109 學年度 9 月開始至 110 學年度 7 月結束，以 1 年的時間完成課程設計、評鑑及校內推廣工作。而本計畫將分三階段進行，每個階段的研究目的、方法與內容如下：

1. 研究對象：

本計畫以國中七、八、九年級數理資優班學生為研究對象，七年級學生將以生物課程為主；八年級、九年級學生則以理化課程為主。觀察三個不同年段的學生在接受探究式教學的課程後，對於科學態度變化情形。預計本計畫將分三階段進行，第一階段的收集七年級及八年級的學生資料，將會與第二階段和第三階段隨著學生年級升高之後進行比對，觀察數理資優學生在接受不同時間長度的探究式教學課程影響下，是否在科學態度的表現上會有不同程度的變化。另外我們將視實施狀況而決定是否將課程應用在一般普通班級進行。

2. 研究方法與步驟

第一階段：

- (1) 研究目的：設計國民中學資優生探究式教學課程，並針對探究式教學的課程內容以及學生的學習狀況做施測前後比較，包含學生對科學的態度及實做內容，並進行第一循環課程設計發展。
- (2) 研究對象：109 學年度入學國中七年級數理資優班學生約 15 人。
108 學年度入學國中八年級數理資優班學生約 9 人。
107 學年度入學國中九年級數理資優班學生約 14 人。

(3) 研究步驟：

- A. 尋求社區資源進行策略聯盟，並舉辦專業研習協助老師提升相關知能。

- B. 進行課程設計：記錄課程設計模式及發展歷程。
- C. 進行問卷設計：收集參與實驗之樣本學生相關學習背景變項，包含課程相關經驗、成績等並進行科學態度前後測問卷。
- E. 課程教學實施，並且進行教室觀察，邀請其他老師進行教學觀摩。
- F. 課程結束後進行師生訪談。
- G. 資料評估分析：檢驗課程的成效及是否與預期目標相符，並檢視問題。教師提出建議回饋，檢討並修正設計課程。

第二階段：

- (1) 研究目的：進行課程實行第二循環，並進行課程操作。
- (2) 研究對象：109 學年度入學國中七年級數理資優班學生約 15 人。
108 學年度入學國中八年級數理資優班學生約 9 人。
107 學年度入學國中九年級數理資優班學生約 14 人。
- (3) 研究步驟：
 - A. 實行第一階段完成之課程。
 - B. 進行前測問卷：收集參與課程之樣本學生相關學習背景變項，包含課程相關經驗、成績等，以利後續相關分析及資料詮釋。
 - C. 課程教學實施，並且進行教室觀察，邀請其他老師進行教學觀摩，並舉辦校內研習或工作坊。
 - D. 進行後測問卷及師生進行訪談。
 - E. 資料評估分析：檢驗課程的成效及是否與預期目標相符，並檢視問題，進行第二次課程修正。

第三階段：

- (1) 研究目的：「國民中學資優生自然科探究式教學課程」校內推廣，並持續加強各科橫向統整的連結。
- (2) 研究對象：111 學年度入學國中七年級數理資優班學生約 15 人。
110 學年度入學國中八年級數理資優班學生約 15 人。
109 學年度入學國中九年級數理資優班學生約 15 人。
- (3) 研究步驟：
 - A. 推展課程至普通班七、八年級學生，並實施第二階段之修正課程。
 - B. 利用修正之問卷進行前測。
 - C. 課程教學實施，並且進行教室觀察，邀請其他老師進行教學觀摩。
 - D. 進行後測問卷及師生進行訪談。
 - E. 專家教師提出建議回饋，設計修正課程作為後續推廣之用。

3. 課程評量及研究工具：

本研究以國科會「國民中小學九年一貫課程中國中階段自然科學學習評量系統之研究」所發展的「科學態度量表」對七、八、九年級學生進行科學態度的量化分析(邱美虹等, 2002)。

相關文獻中，邱美虹等(2002)依據 Gardner(1975)的區分方式將科學相關的態度 (Attitude Related to Science,ARS)區分成科學的態度(Science Attitude,SA)、對科學的態度(Attitude Towards Science,ATS)兩大向度。並依此編定科學態度量表，該量表中 SA 量表包含好奇並持續懷疑、細心觀察、謹慎思辨、求真求實、尊重事實並謙虛客觀、了解科學探索的意義、責任感以及具創造力的八個向度因子。而 ATS 量表之下則包含有科學的社會意義、對科學的職業興趣、對科學探索的興趣等三個子向度。

科學態度量表中在量表格式的設計方面，採用李克式5點式量表，將選項分為極不同意、不同意、不確定、同意、極同意等五個選項，再依學生勾選的選項分別給予1分~5分，反向題則予以反向計分。再分別將相同子向度題目的得分相加以獲得受測學生在該子向度的得分，再分別計算出SA、ATS 以及ARS的得分。

計畫實施過程中，透過課程設計歷程之紀錄，並經由訪視、觀課等途徑進行回饋，在此歷程中不斷修正教學、課程、評量。計畫除了發展多元評量工具外，也會規畫整體課程實施評鑑。本計畫將分別針對學生的認知、情意、技能三方面進行多元評量。方法分述如下：

(1). 認知方面

透過不同專業領域的老師進行評量工具及方式的開發及執行，透過計畫相關專家教師提供諮詢及建議。過程中除定期評量機制及方式外，另將設計學生以作品發表、專題發表或是公開展覽等方式進行學習成效評量，並且檢視學生對於專業知識認知的部分以及探究實作的態度是否有所提升。

(2). 情意方面

透過專業評量問卷進行調查，此部分評量預計要進行前後測實施。

(3). 技能方面

透過不同專業領域老師進行相關技能面向評量工具之開發及執行，透過計畫相關專家提供諮詢及建議。希望能針對學生的實作技能、或是口語表達能力進行評測，以了解學生在此計畫中習得技能的多寡。

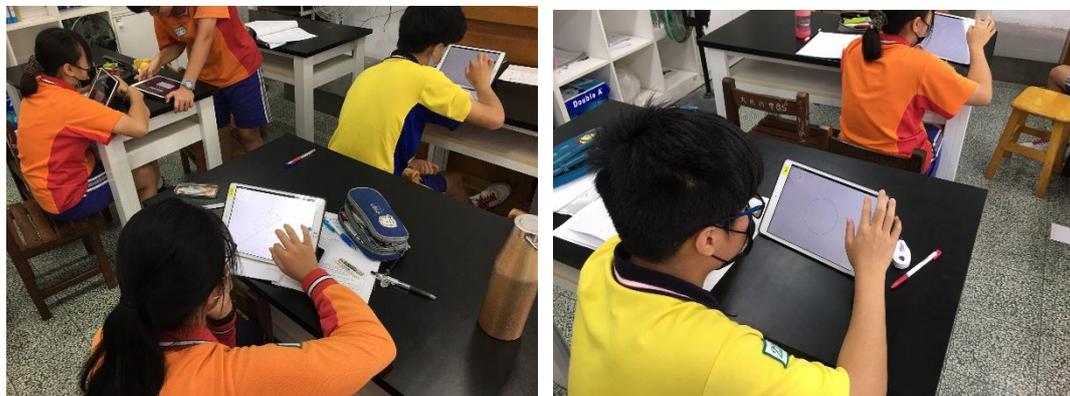
四、研究成果

(一) 數理資優課程設計

金頭腦數理營隊及數理資優培訓營

1. geogebra 尺規作圖

配合學生的心智發展，透過數學軟體 geogebra 的具體操作，引領學生從遊戲中，進入抽象的邏輯思考領域，進而培養數學的『數與計算』、『量與實測』、『形與空間』、『邏輯思考』等概念與能力。



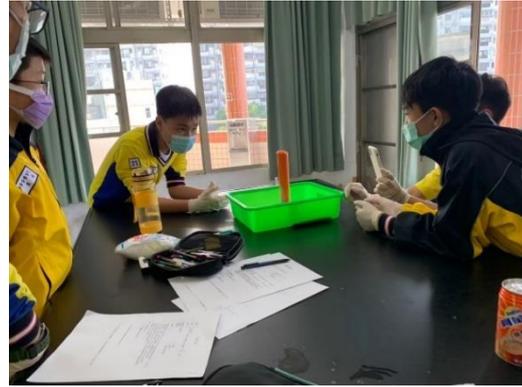
2. 多米諾骨牌

讓學生能夠運用所學來解決問題，讓學習本身意義化、趣味化，就如同是遊戲或是競賽一樣。我們透過協同教學方式，先運用 DISCOVER 課程模式，將骨牌問題分析成五大類型，讓學生進行合作學習、同儕評量、分組競賽、創作發表，讓學生經由觀察、預測、分析、驗證、創造、發表等歷程，不斷提升邏輯思考與分析歸納能力。



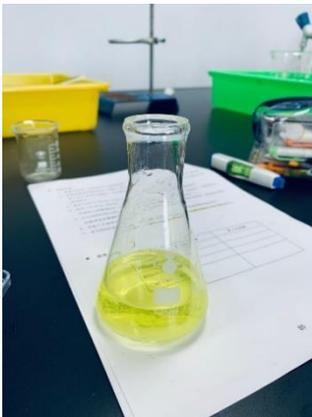
3. 大象牙膏

本探究實驗使用的過氧化氫，俗稱雙氧水，在自然情況下會隨著時間而慢慢分解成水和氧氣。在探究過程中，學生透過添加催化劑—碘化鉀 (KI)，使雙氧水分解速率加快，而快速產生大量的小氣泡，如火山爆發。並請學生就不同濃度的碘化鉀、雙氧水對實驗結果的影響進行數據分析，以了解催化劑以及反應物濃度對實驗結果的影響。



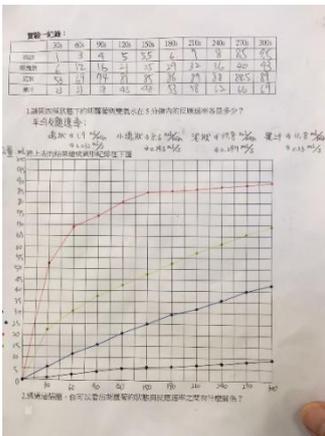
4. 氧化還原滴定

氧化還原滴定是以氧化還原反應(Oxidation-Reduction Reaction)為基礎的化學分析方法，訓練學生利用強氧化劑滴定還原物，或用強還原劑滴定氧化物。在氧化還原反應中，利用可產生明顯顏色變化的物質作為指示劑，以觀察是否達到滴定終點。若氧化劑或還原劑本身就會在氧化還原過程中產生顏色變化，本身亦可作為指示劑。



5. 紅蘿蔔與雙氧水的活性測試

許多生物體內都具有分解過氧化氫的過氧化氫酶，可以將過氧化氫(雙氧水)分解成氧氣和水，之後我們可以利用排水集氣法以量筒收集產生出來的氧氣，最後有效量化反應速率的快慢，利用紅蘿蔔各種不同形狀、重量或是不同濃度的過氧化氫，測量與過氧化氫酶交互作用所產生氧氣的反應，統計成圖表並計算反應速率，以便觀察各種不同變因下過氧化氫酶活性的變化。

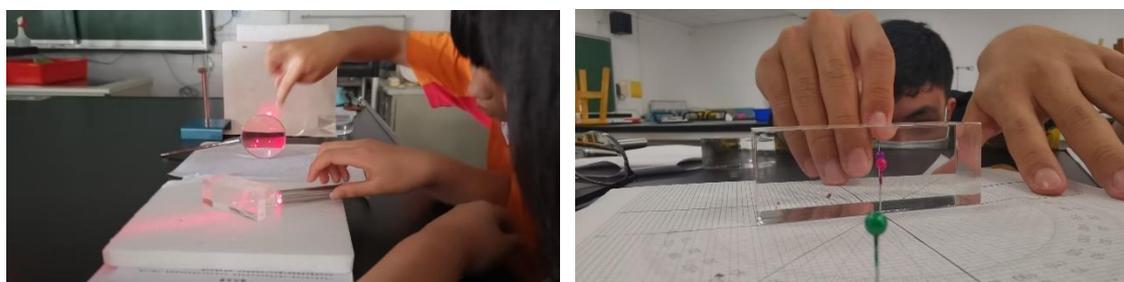


6. 光學實驗-snell 定律

司乃耳定律表明，當光波從一種介質傳播到另一種介質時，假若兩種介質的折射率不同，則會發生折射現象，其入射光和折射光都處於同一平面，稱為「入射平面」，並且與界面法線的夾角滿足如下關係：

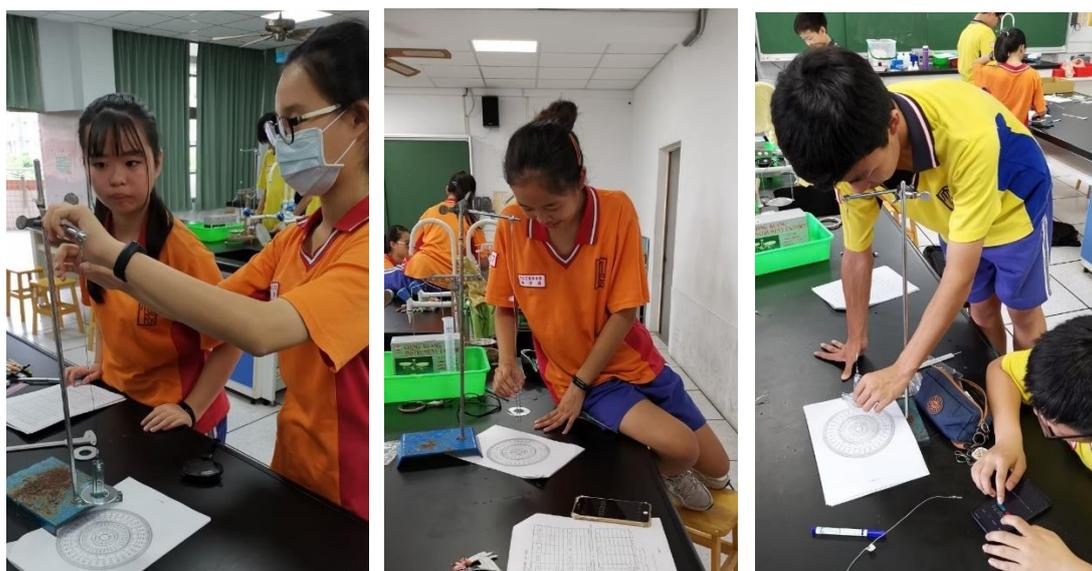
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

其中， n_1 、 n_2 分別是兩種介質的折射率， θ_1 和 θ_2 分別是入射光、折射光與界面法線的夾角，分別叫做「入射角」、「折射角」。此次探究實驗訓練學生利用雷射光穿透壓克力介質的過程，學會測量折射角度以及如何檢測司乃耳定律與實驗結果是否相符合。



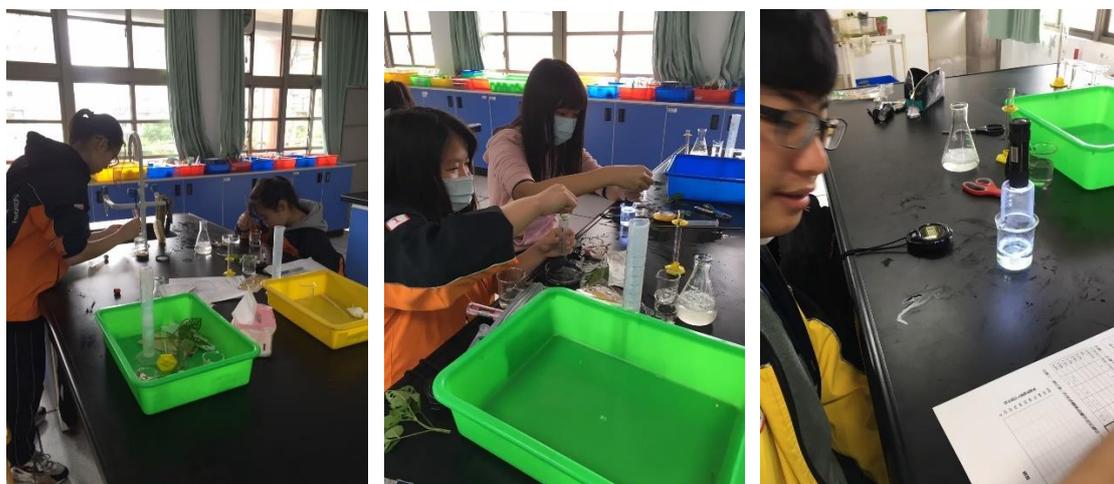
7. 扭擺實驗

用懸絲繫住一個剛體，讓剛體在懸絲的彈性恢復力矩作用下，繞鉛錘軸線來回扭動，這種裝置就叫做扭擺。學生藉由學習扭擺的運動原理，及各項變因對其週期的影響，紀錄實驗結果並了解扭擺測量物體的轉動慣量與鋼絲的剛性係數（modulus of rigidity）。



8. 葉錠浮沉實驗

將以大花咸豐草以打洞機製作的葉錠放入針筒，因為葉錠內有較多的氣體充滿葉肉海綿組織，所以會浮在針筒的上層液面；以拇指塞住針筒洞口並用力擠壓使壓力變大，葉子的葉肉海綿組織內的空氣也會被擠壓出來。當放開拇指之後因為壓力恢復，可使溶液進入葉子海綿組織內的縫隙，使氣室內充滿碳酸氫鈉溶液，而浮起的葉錠會因密度變大而沉到液面底下。而後利用手電筒照射使葉錠進行光合作用並產生氧氣，將使葉子海綿組織內的空間重新被氣體佔據，因此密度變小，使葉錠重新浮起。我們可以透過不同濃度的碳酸氫鈉溶液來測量葉錠浮沉速度的快慢，藉此測量光合作用的速度，以了解碳酸氫鈉溶液濃度對光合作用速率的影響。



(二) 研究對象

本計畫研究的對象為本校七、八、九年級數理資優生，109 學年度入學國中七年級數理資優班學生約 15 人。108 學年度入學國中八年級數理資優班學生約 9 人。107 學年度入學國中九年級數理資優班學生約 14 人。

其中七年級男生 13 人，女生 2 人；八年級男生 6 人，女生 3 人；九年級男生 8 人，女生 7 人共 9 人。我們將比對三個不同年段的數理資優生在學期初以及學期末對於科學態度的表現。計算不同年級資優班學生各子向度每題平均得分及標準差，並進行獨立性 t 檢定，結果如表 1、2、3 所示。

(三) 不同年級的數資班學生在進行探究式教學前後科學態度的比較

為分析數資班學生在進行探究式課程之後，科學態度是否會與實施探究式課程前有所不同，因此我們分別統計分析不同年級數理資優班學生各子向度每題平均得分及標準差，並進行獨立性 t 檢定，結果如表 1、2、3 所示。

根據表 1 的結果，我們可以看到七年級的數資生的科學態度在課程前後並沒有呈現顯著的差異，不過在求真求實、尊重事實謙虛客觀、了解科學探索意義三個子向度中然呈現有顯著差異。以平均數來看七年級數資班學生在探究式課程前後在科

學態度及對科學的態度上有一定程度的提升，但就統計數據來看，整體結果在課程前後的改變並不顯著。根據此結果我們推測，七年級數資生相較於八、九年級的數資生參與探究式課程的時間較短。所以在科學態度的表現上，許多結果的呈現並未如同八九年級的數資生改變來得明顯。但我們認為七年級的數資生在國小階段的自然課程，主要強調在指導兒童接近自然，瞭解人與其周圍的環境和諧其存之重要，增進科學知能與科學情趣，熟練科學方法，以養成科學素養。相對在進行科學實驗上的要求並不高，且對於實驗過程的要求相對也較不嚴謹。因此七年級數資學生在科學態度上才會與高年級學生相較之下，並未在探究式課程前後呈現較多項次的顯著改變。但在三年的課程訓練之下，我們可以預期數理資優生在整體科學態度以及對科學的態度上都能有顯著提升。

表 1：七年級數資班學生在各向度平均得分(M)、標準差(SD)及平均數的獨立性 t 檢定

		7 年級					
向度	題數	教學前		教學後		t-value	
		M	SD	M	SD		
SA	好奇並持續懷疑	4	3.19	0.65	3.56	0.82	-1.45
	細心觀察	4	2.89	0.81	3.44	0.812	-1.27
	謹慎思辨	4	3.13	0.83	3.5	0.89	-1.19
	求真求實	4	3.12	1.02	3.91	0.97	-1.83(*)
	尊重事實謙虛客觀	4	3.14	0.81	3.66	0.899	-1.7(*)
	了解科學探索意義	4	3.31	0.72	3.77	0.92	-1.71(*)
	責任感	4	3.19	0.37	3.29	0.5	-0.52
	創造力	2	3.33	1	3.36	0.91	-0.33
ATS	科學的社會意義	4	3.4	1.03	4.01	0.77	-1.44
	對科學的職業興趣	4	3.2	1.02	3.47	0.72	-1.43
	對科學探索的興趣	4	3.45	0.89	3.73	0.83	-0.99

(*) $p < 0.1$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

根據表 2 的結果，八年級的數理資優生不論是在科學態度或是對科學的態度上，皆在進行探究式教學前後有顯著差異，在好奇並持續懷疑、細心觀察、求真求實、了解科學探索意義、創造力、科學的社會意義、對科學的職業興趣、對科學探索的興

趣等八個子向度上皆和參與課程前後有顯著差異。其中又以對科學的態度的三個項目呈現出的差異更明顯。而與七年級的數資生相比較，八年級的數資生不論是在進行探究式教學前與教學後，各項科學態度以及對科學的態度平均得分上都比七年級的數資生平均得分要高，顯示八年級數資班學生相比七年級的學生能夠在科學態度及對科學態度上有更好的表現。不過八年級數資班學生人數較少僅有七年級學生的一半不到，因此數據統計上可能會有些微誤差。

表 2：八年級數資班學生在各向度平均得分(M)、標準差(SD)及平均數的獨立性 t 檢定

		8 年級				t-value	
向度	題數	教學前		教學後			
		M	SD	M	SD		
SA	好奇並持續懷疑	4	3.51	0.588	3.93	0.57	-1.71(*)
	細心觀察	4	3.26	0.54	3.77	0.59	-2.31(*)
	謹慎思辨	4	3.69	0.59	3.85	0.91	-0.62
	求真求實	4	3.24	0.59	3.87	0.77	-2.39(*)
	尊重事實謙虛客觀	4	3.78	0.63	3.92	0.77	-0.72
	了解科探索意義	4	3.64	0.63	4.01	0.62	-1.88(*)
	責任感	4	3.51	0.61	3.43	0.49	0.33
	創造力	2	3.24	0.62	3.81	0.59	-2.37(*)
ATS	科學的社會意義	4	4.01	0.48	4.69	0.63	-2.68(**)
	對科學的職業興趣	4	3.66	0.55	4.12	0.66	-2.54(*)
	對科學探索的興趣	4	3.31	0.71	4.32	0.88	-3.79(**)

(*) $p < 0.1$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

根據表 3 的結果，九年級數理資優生在進行探究式教學課程的前後在科學態度以及對科學的態度上有更明顯的區別。在好奇並持續懷疑、細心觀察、謹慎思辨、求真求實、了解科學探索意義、對科學的職業興趣、對科學探索的興趣等七個子向度中都與進行課程之後有明顯的提升，相較於八年級的數理資優生在進行探究式課程之後有八個向度有顯著差異，兩個年級的數理資優生在整體科學態度以及對科學態度整體表現上大致上沒有太大的差異。

表 3：九年級數資班學生在各向度平均得分(M)、標準差(SD)及平均數的獨立性 t 檢定

9 年級							
向度	題數	教學前		教學後		t-value	
		M	SD	M	SD		
SA	好奇並持續懷疑	4	3.69	0.56	4.27	0.63	-1.85(*)
	細心觀察	4	3.33	0.79	4.47	0.53	-3.42(**)
	謹慎思辨	4	3.86	0.6	4.71	0.35	-2.91(**)
	求真求實	4	3.89	0.61	4.43	0.48	-1.89(*)
	尊重事實謙虛客觀	4	3.87	0.56	4.35	0.47	-1.66
	了解科學探索意義	4	4.12	0.58	4.56	0.63	-1.92(*)
	責任感	4	3.47	0.6	3.08	0.35	1.64
	創造力	2	3.72	0.87	4.27	0.5	-1.65
ATS	科學的社會意義	4	3.79	0.46	4.06	0.39	-1.33
	對科學的職業興趣	4	3.63	0.57	4.22	0.49	-2.31*
	對科學探索的興趣	4	3.52	0.75	4.41	0.53	-2.89**

(*) $p < 0.1$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

五、討論及建議 (含遭遇之困難與解決方法)

(一) 八九年級學生科學態度較七年級學生改變較多

本次計畫主題希望了解數理資優班學生在透過不同於一般講述性課程的探究式教學課程後，在整體的科學態度以及對科學的態度上是否會有改變。我們藉由數理資優班的教師共同備課及修改實驗內容後，讓學生在進行課程的過程中，要求學生學會詳實紀錄實驗步驟及實驗結果，並且能夠根據實驗結果進行相關問題的討論並了解各項實驗變因對實驗結果的影響。讓學生能夠在整體探究式課程中透過自身的觀察去了解科學理論的基礎，也預期學生在這樣的課程中能夠使學生在科學態度的表現上有正向的改變。而事實上根據我們的問卷調查結果，我們可以從七、八、九年級的數資班學生科學態度量表的施測結果中，發現八、九年級學生比七年級學生在科學態度的改變上來得更顯著，然而八、九年級的學生在科學態度表現上的差距，就不若與七年級的學生改變來得明顯。此一結果也顯示出我們設計的探究式課程對學生在科學態度表現上有一定程度上明顯的幫助。

(二) 受疫情影響無法進行質性分析使結果不夠全面

原本此次計畫內容，也希望能夠透過質性分析問卷了解學生在科學態度上的改變。但因為受到疫情影響，無法在停課之後有效的收集到質性分析的問卷，因此此次計畫的結果僅能透過問卷進行量化分析，以了解數資班學生在探究式課程前後的科學態

度變化。若能搭配質性分析的問卷，可以更進一步了解探究式課程對學生科學態度的影響。

(三) 探究式課程的比例

從課程架構去對 108 課綱去進行解析，我們可以區分「部定課程」與「校訂課程」。部定課程裡從各領域課程內容及教材素材，其中發源自九年一貫課程的「空白課程」(vacant curriculum) 理念，新課綱同時也給予學校「彈性時數」，現為「校訂彈性課程」，隨不同學習階段每週 3-6 節課，讓學校可以將這段時間用來發展自己的特色，學校自訂課程發展的主軸須從「統整性探究式課程」、「社團」、「特殊」及「其他」等四大構面進行發展，這使得學校由過去九年一貫課程架構的「以學校為單位」的課程發展走向，慢慢變成以班級、以教師、以學生為本位的思考方向，才能讓課程更貼近教師及學生的生活，更能培養學生的素養。而本次計畫所設計的探究式課程便是源自於校定彈性課程的概念去發展，希望能藉此機會去開拓具有本校特色的校定彈性課程。然而因為受限於時間的影響，無法將課程長度拉長到與一般彈性課程的時間相同，也多半利用課餘或是假日時間額外進行課程，較偏向社團式的發展。而即使缺少完整的課程時間，在透過科學態度的量表分析之後，我們也能看到七、八、九年級的學生能夠在科學態度上有顯著的成長，期盼未來在程發展更為完整後，能夠對學生在科學態度的成長上更有幫助。

(四) 本次計畫對學校環境的改善

針對探究式課程，於教學現場已經發展許久，但單獨設科或自編教材以融入教學，還是少有學校能夠建立起完整而成熟的整體課程架構，此一現象主要與第一線教師在師培期間卻少相關養成有關。因此我們可以針對此一問題，多多舉辦相關教師研習或是開設工作坊，使教師能夠有更堅強的團隊做支撐，避免單打獨鬥的窘境。整體探究課程的初步計畫可以先為校內教師能引進具備先備經驗的教師進行相關課程研習，或與同儕教師協同開課，中程計畫則可以設定師生共同探究主題，終極目標則為希望養成探究式學生，希望培養學生能從既定課程中尋找有興趣的議題，或是從生活中找靈感、思考自己有興趣的主題進行研究。長此發展，探究式課程才能發揮最大的價值，使學生能夠在其中訓練獨立思考判斷的能力以及自主研究的精神。

而在此次計畫中，我們觀察到教師根據收集到的資料及反思，發現教師的轉變如教學流程能夠依照實際教學情境而調整，並適時加入問題以引導學生思考。或是能適時引導學生閱讀，使學生進一步思考學到的知識，並探究相關問題，此外透過探究實作的課程，使學生能夠在實作方面表現更積極、投入，也同時反饋影響到設計課程的教師更加投入到課程的修正及設計中。

(五) 與鄰近國中學校合作探討探究式課程對數理資優生科學態度的影響

本計畫研究的對象為本校七、八、九年級數理資優生，109 學年度入學國中七年級數理資優班學生約 15 人。108 學年度入學國中八年級數理資優班學生約 9 人。107 學年度入學國中九年級數理資優班學生約 14 人。母群體人數與普通班人數相比明顯偏少，為增加調查結果的可信度，未來可以考慮與鄰近建國、八德、福豐國中共同合作，分享設計的探究式課程並共同探討此課程對數理資優生在科學態度上轉變的影響，除了能夠結合不同學校的數資班老師共同發想並精進課程之外，也能夠更使調查數資班學生的母群體擴大。

六、參考文獻

- 吳武典、蔡明富(2001)。國小資優學生學校生活壓力與學校適應之相關研究。資優教育研究，1(1)，41—56。
- 吳靜吉(2002)。華人學生創造力的發掘與培育。應用心理研究，15，17—42。
- 天下雜誌(2011)。天下 2010 中學生科學教育大調查。天下雜誌。檢索日期 2019 年 6 月 28 日。取自 <http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5008245>。
- 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。台北：教育部。
- 莊奇勳(2005)。自然科技領域技材教法。台北：學富
- 吳坤璋、黃台珠、吳裕益(2006)。以結構方程式模式檢驗國小學生對科學態度之理論模式。師大學報，51(1,2)，p83-106。
- 劉明洲(1967)。臺灣教育評論月刊，5 (1)，頁 158-159。
- 余民寧(2003)。多元智力理論教學評量的省思。《教育研究月刊》，110 期，p57-67
- 李永展(2005)。台灣國土永續嗎。看守台灣，7(2)，9-13。
- 熊召弟(2001)。環境教育融入學校課程的理念與實務。國民教育，42 (1)，7-12。
- 行政院教育改革委員會(1996)。教育改革總諮議報告書。臺北市：作者。
- 黃嘉雄(2011)。九年一貫課程該實施學習領域之合科教學或分科教學。教育資料與研究雙月刊，98 期，p27-54。
- 李賢哲(2001)。以動手做 (DIY) 工藝的興趣培養中小學童具科學創造力之人格特質，科學教育月刊，243: 2-7。
- 李凌、王頡(2014)。「創客」:柔軟地改變教育。中國教育報，2014-09-23(005)。
- 曾俊夫(2016)。從校園創客到親子創客。新北市教育期刊，18 期，p16-18。
- 蔡煜騰、黃雅綾(2016)。如何將 maker 的精神融入國中教育課程。新北市教育期刊，18 期，p19-21。
- 洪詠善(2016)。學習趨勢：跨領域、現象為本的統整學習。國家教育研究院電子報。第 134 期
- 林秀珍 (2007)。經驗與教育探微-杜威教育哲學之詮釋。臺北市:師大書苑。
- 張春興 (1996)。教育心理學——三化取向的理論與實踐。
- Gibson, H. L., & Chase C.(2002) Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school student's attitude toward science. Science education, 86(5), 693-705
- Maehr,M.L.,& Meyer,H.A. (1997). Understanding motivation and schooling : Where we've been, where we are, and where we need to go. Education Psychology Review , 9, 371-409.
- Hanrahan, M. (1998). The effect of learning environment factors on students' motivation and learning. International Journal Science Education, 20(6), 737-753.