

教育部 109 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：探究式教學對數理資優學生學習興趣的發展與評估

主持人：蘇佐璽 電子信箱：tg52272@tcjhs.tyc.edu.tw

共同主持人：劉彥民

執行單位：桃園市立大成國民中學

一、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係的資料，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」的課程結合國中生物與理化科的章節為骨幹，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，而我們也期待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：

- (一) 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聽表達的能力(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。

- (二) 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，有隨著年級增高兒逐漸降低的趨勢，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，讓學生對科學學習的興趣有所改善。

- (三) 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。

(四) 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。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

參與人員	教授科目	學歷	經歷	負責工作
王思琪	理化	臺灣師範大學化學系研究所	2007~2014 臺北市蘭雅國中 2014~2018 桃園市大成國中	理化科課程開發
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	理化科課程開發
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	理化、生物科課程開發
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	生物科相關課程開發

三、研究方法

Martin-Hasen(2002)針對探究的基本特徵和變化，以及過去的研究中歸類出探究的類型可分為四種，分別為層級 3 的開放或完全式探究(open or full inquiry)、層級 2 的合併式探究(coupled inquiry)、層級 1 的引導式探究(guided inquiry)、層級 0 的架構式探究(structured inquiry)；在進行教授科學課程的過程中，需要針對學生的不同需求、以及不同的教學素材來選擇適當的探究類型。而教師若能更加了解探究的不同面向，除了能夠修正本身的教學方式與較學經驗，更能夠進一步影響學生的學習效果。因此，根據文獻資料我們統整上述幾種探究類型如下表：

表一、探究類型一覽表(整理自 Martin-Hasen,2002,p.35-37)

探究類型	內容說明
開放或完全式探究 (open or full inquiry)	開放式探究是以學生為中心的方式，由學生或小組提出問題為起始點，接著設計和引導研究或實驗，然後彼此交流結果。開放式探究需要高層次的思考以及直接處理科學概念、教材、實驗儀器…等等，探究過程中，學生所問的問題能引導他們的研究，對學生來說是相當重要的。
合併式探究 (coupled inquiry)	合併式探究結合開放式探究與引導式探究，探究的進行是引導式探究作為起始點，教師首先選擇研究的問題，並規定清楚的標準與規則。在引導是探究之後，接著會以學生為中心實施的開放式探究進行研究，讓學生提出自己關心的問題、並且制定相關的計畫、從中進行記錄觀測並且將結果互相分享交流，最後由老師進行評量。所以合併式探究的循環為：1.邀請進入探究，2.首先由老師進行引導是探究，3.學生進行開放式探究，4.探究分析解答，5.評量。
引導式探究 (guided inquiry)	引導是探究的方式下，老師主要的任務是幫助學生發展探究的研究，通常老師會選擇研究的問題，而學生的小組中則是協助教師決定如何進行研究。假使學生沒有辦法理解問題發現的理由，可是已經能夠依照教科書上的步驟自行進行實驗，也能從實驗結果解釋問題，或是教師認為科學教育就是要學生自主、自動的態度下探究自然現象，引導式探究就是不錯的課程設計，因為它是讓學生理解科學家如何研究這個自然界、了解科學家工作形態最直接的方式。
架構式探究 (structured inquiry)	結構式探究是屬於直接探究，教師直接地進行引導探究，具體的做法是學生根據老師的引導進行食譜式實驗中的特定目標或產品，有時候這樣的方法會用在課堂中，學生所參與的任務會容易被教師的教學影響及限制，而且此種探究式的教學方式也未必能夠符應學生的心智程度。而其實最單純的結構式探究（structured inquiry）教學，其實就是直接給與學生教科書上的「問題」及「解決方法、步驟」，而將「答案與結果」開放讓學生自己探究。

而最初西方開始對興趣提出構念的人是德國教育學家赫爾巴特(J. F. Herbart, 1776-1841)。他以倫理學及心理學作為基礎，建立科學的教育學，所以有「科學教育之父」的稱號。而他認為教學法的兩大基本原理之一就是興趣原則。興趣是一種內心的願望，有了願望，能使觀念保留在意識中，並集中注意(徐南號，1994)。為了增加學生們的學習動機，我們應該透過喚起學生的學習興趣來達到這個目的，Herbart 的觀點開啟了將教學與興趣做連結的先端，如同孔子所說「發憤忘食，

樂以忘憂」的這種樂趣，就是興趣。

而杜威在「民主教育」一書中提到，有關於「興趣」的原意是「居中(between)」，也就是連接兩個原本有距離的東西(引自林寶山，1992)，就教育而言，這種距離可視為時間上的距離，而不是空間上的距離。在學生成長的過程中，有開始的時期，也有完成的時期，而其中必定有居間的事物。學生在學習的時候，他現有的能力就是最初的時期，而老師訂定的目標就是終點。介於兩者之間的種種情況，譬如：所採取的行動、所克服的困難、所使用的工具，都是居間的事物。我們必須經由這些事物，才能從起初的活動一步步達成令人滿意的結果(林寶山，1992)。

本研究目的為了解國中數理資優學生在探究式教學課程的引導下，對其學習興趣及學習態度影響的發展與評估。因此，本研究採取質與量的合併方式，首先以國科會「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)。了解學生在探究教學後的科學學習興趣。另一方面，輔以質性資料，包含，課室觀察、相關資料收集，以及對學生的晤談紀錄進行分析，觀察學生的學習興趣，

由於我們著重在學生探究實作精神的培育，也希望能藉由跨科教學使學生能將不同的知識經驗做橫向的連結，因此我們預期利用各種不同評量的方式評估學生的學習成效，並透過興趣量表了解學生在參與課程前後的變化。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：

(一)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，七年級男生19人，女生3人；八年級男生5人，女生3人；九年級男生7人，女生7人，共計44人。學生皆通過桃園市數理資優鑑定，屬於數理天賦優異的學生，班上學生的學習態度大多較積極正向，學校位於桃園市八德區，地處桃園火車站後站地區、鄰近工業區，學生家長多為勞工階層；近幾年外來人口快速增加，學生來源越加多元，原住民及外籍配偶子女的比例也逐年上升。但數理資優班的學生及家長對學生的學習要求及未來的願景都是較遠大的，希望未來高中升學能夠以第一志願或是高中的數理資優班及科學班為目標。

(二)研究流程：

1.準備階段

收集相關文獻、形成研究的待答問題，編製「探究式教學學興趣量表」。同時與數理資優班教師進行溝通、了解，希望能在不影響上課進度的情況下，做最真實的課室觀察。並針對七、八、九年級的數理資優生個人特性進行相關討論。

2.前測與課室觀察階段

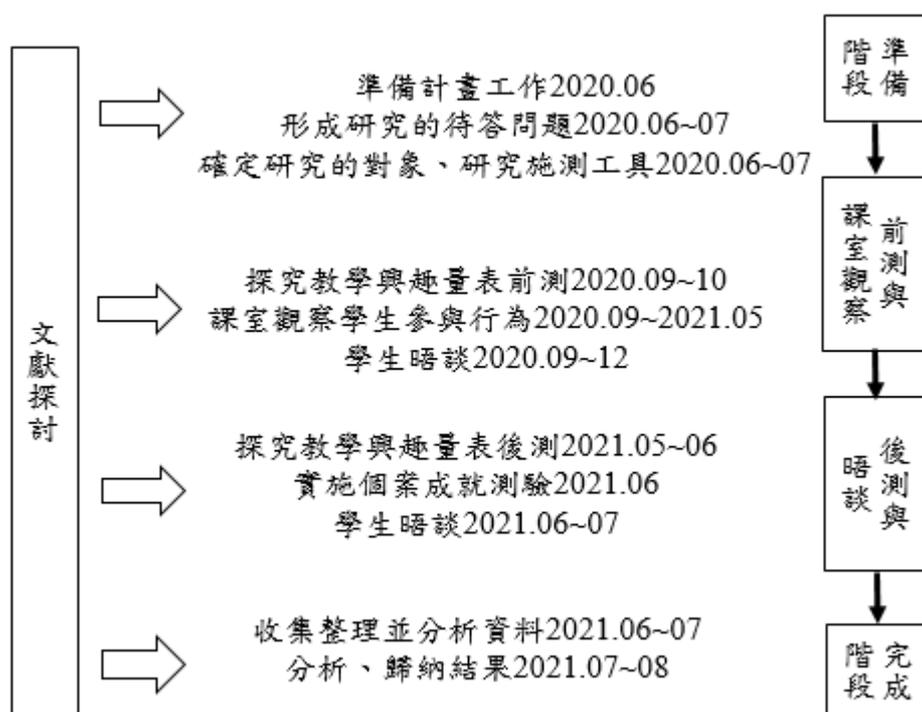
此階段分成兩個部分，包含「自然生活科技學習成就評估」以及「探究較學習興趣量表之施測」。「自然生活科技學習成就評估」由個案第一學期的自然科成績平均為主，目的在了解學生整體自然科學成就的評估。而「探究較學習興趣量表之施測」目的為了解學生在進行探究式教學前對科學課程的態度及興趣。並從中挑選高分組及低分組學生進行訪談。

3.後測實施與訪談

在進行完整學年度的探究式教學後，根據下學期的自然科成績平均做為「自然生活科技學習成就評估」，了解學生對整體科學課程的理解程度。同時並進行「探究較學習興趣量表之施測」，回收後分析數理資優班七、八、九年級學生對整體自然科學課程的態度與興趣是否有改變。

4.完成階段

最後階段將訪談轉換成文字，並將各階段的相關資料歸納分析，依據研究發現與結果撰寫成報告。



四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

目前我們已完成數理資優班七、八、九年級學生探究較學習興趣量表的前測，並與部分學生完成前測的晤談，及部分的課室觀察。目前正在進行晤談的文字轉換，並且準備將興趣量表的前測進行初步統計，觀察學生的前測結果。整體研究完成進度大約在 40%。

五、預期成果

透過本研究計畫，我們希望能夠進一步了解對數理資優班學生透過探究式教學的課程引導，對於科學態度及學習興趣的影響能夠改變到何種程度。同時我們也希望不僅僅對學生的興趣及態度有所提升，也能夠對教師及學校教學環境能夠產生正向的轉變。我們預期可以從五個不同的向度使整體的教與學發生質與量的提升：

(一)提供適當的環境，培養學生廣泛的興趣

興趣領域太狹窄的學生，不僅對專業知識提不起興趣，對生活周遭的事物也容易漠不關心。因此希望可以透過探究式教學的課程，培養學生對於各種不同領域的學習興趣。因為興趣是學習的基本條件，如果學生的興趣夠廣泛，對於任何學習也就能夠提高更強烈的動機。

(二)不只是興趣本位，而能夠培養更高尚的興趣。

興趣的層次有高級與低級之分。所謂的興趣本位，就是追求一時的低級興趣，單沒有辦法形成持久的真正興趣，只是單純當成一種娛樂，而不願意為此付出多餘的時間與努力。此種膚淺的興趣本位教育，沒有辦法使學生產生更高層次的學習，所以常被稱為軟性教育(soft pedagogy)。教學的起點，雖應合理利用學生的自然興趣，不需刻意壓抑，但學習的歷程不應長久停留在此一階段，應該設法提升學生的興趣層次，培養高尚的興趣，才能使學生有效的學習，並願意主動為此付出努力。

(三)選擇適當的教學素材，能符應學生的學習程度

教學素材的選擇是教師的責任，如果教材選擇的難度過高，學生的程度無法企及，當然沒有辦法有效的培養學生的興趣。如果教材的難度太低，也容易使學生覺得浪費時間而沒有挑戰的價值，亦無法引起學生的學習興趣。教學素材的選擇與運用，是很重要的工作，教師在此過程中能夠學習到如何根據學生的程度而選擇適當深淺程度、份量、進度，也能夠藉此有效幫助學生提升學習興趣。

(四)改進教學方法，提升教師教學興趣

相同的教學素材，有的老師能夠應用得當，在課堂上與學生產生良好互動，興味盎然。而有的老師使用起來則顯得綁手綁腳，無法發揮應有的教學效果，並使學生感覺索然無味。因此，教學的過程當中，教師應用的教學方法才是使教學素材能否百分之百發揮效果的關鍵因素。學生的學習方法往往會受到教師的教學方法影響。若是使用錯誤的刺激方法，自然會使得教學效果大打折扣，無法引起良好的教學反應，因此，教師在開發探究式課程的過程中，也應同時研究精進自己的教學方法，力求變化。如此，不僅能提升學生的學習興趣，也能夠提升本身的教學興趣。

(五)透過興趣的提升，使學生願意加倍努力付出

杜威曾經批評「興趣」和「努力」相對立的說法。他認為兩者在教學活動中是一

體兩面的。目前常常有許多家長與教師還是把興趣與努力當作二元對立。認為沒有興趣的學科，可以放棄不需要額外努力，其實這是錯誤的。因為各科領域之間有相互的關聯性，不可能偏廢。例如對數學沒有興趣的小孩，不願意付出努力，在學習理化科目時，一定也會遇到重重阻礙，必定會連帶影響到對自然科學的學習興趣。對英文沒有興趣，不願意付出努力，如何領略英國文學的美感，在閱讀國外科學報告時，如何能學習到別人的研究方法？相關研究指出，教師希望學生努力不懈。但是學生學習是否努力，是需要看他的興趣如何而定；興趣越濃厚，就能促使學生越努力學習，提高學習興趣才能使學生努力向學，從而提升成效的基本條件，將來才能更進一步領略學習的興趣。

六、檢討

在 TIMSS 國際評比中，對於學生評價科學之分布與科學學習成就之關係上，普遍認為學生對於科學的態度與評價，或多或少會影響學生在這方面的學習（張秋男，2005），因此本研究希望可以了解透過探究式教學的引導，數理資優的學生在進行完相關自然科學的課程後，學習成就與學習興趣之間的關係。

在本次研究中，我們探究式的教學可分為主要兩種方式，一種為透過課程中搭配進度執行的引導式探究，此種探究較有明確的結果可供學生做參考標準，可以得知自己的實驗結果的好壞；另一種為透過教師指導學生進行專題研究的混和式探究，此種教學過程較為開放，提供學生較大的空間進行發揮，可以讓學生從主題的發想、文獻探討、實驗設計、實驗結果統計、數據的整理與討論完整的進行，所需要耗費的時間也比較多。但同時進行兩種不同的探究式教學，對於整題學生的變化來說，很難去衡量與評估到底哪一種探究式教學對學生的科學學習態度與興趣是較為有影響力的。未來可再針對此兩種探究式教學對學生學習自然科學的態度與興趣去做深入的比較與探討。

七、參考資料

- 高廣孚(1967)。杜威教育思想。台北：水牛，頁 44。
- 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
- 張秋男(2005)。國際數學與科學教育成就趨勢調查。國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 徐南號(1994)。教學原理。台北：師大書苑。
- 林寶山(2001)。教學原理與技巧。台北：五南。
- 林寶山譯(1992)。民主與教育。台北：五南。
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Logitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitude toward science. *Science Education*, 86(5), 693-705.
- Martin-Hasen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.

Mayer R. E.(1987)Educational Psychology cognitive view. New York :Holt, Rinehart and Winston.