

發展高中物理教學模式之初探性研究

陳章正¹ 江新合²

¹ 高雄市立左營高中

² 國立高雄師範大學科學教育研究所

(投稿日期：94年7月25日；修正日期：94年9月26日；接受日期：94年11月10日)

摘要

由歷屆大學入學考試，物理科成績總是不盡理想可知：高中自然組學生在學習物理方面，仍有許多待突破的瓶頸。因此本研究以改善物理學習狀況為目的，採質性研究的方式，分三階段進行，第一階段為探查自然組學生之物理學習問題；第二階段為提出解決物理學習問題的「6E教學模式」；第三階段則運用「6E教學模式」實際教學，並以「光的干涉」單元為例呈現教學情形。初步研究結果顯示透過「6E教學模式」的確能引導學生逐漸成為自我導向的學習者。

關鍵詞：高中物理、6E教學模式、自我導向

壹. 前言

由歷年大學入學考試，物理科成績總是不盡理想來看，對大部份高中生而言，物理是一門令人頗費心力的科目，雖然很想學好物理，往往因為不知要如何學習，而事倍功半。「學習如何學習」是一種很重要的基本學術能力（張世忠，2003），在教學中要如何引導學生主動學習呢？國內學者洪振方（1996）認為啟迪學生心智的最好方法，就是讓他重新走過一次心智發展的足跡。但礙於上課時間和升學制度，不可能讓學生漫無目標地摸索，因此教師對教學活動的設計和執行便顯得很重要。

如何讓學生既學會基本知識和思維方法，又能學會「如何學習」呢？本研究從反思教學與學習的角度著手，探查研究者任教之高中生的物理學習問題，進而為學生搭建解決學習問題的鷹架，幫助學生成為自我導向的學習者。

根據上述目的，本研究欲探討的問題為：

1. 高中自然組學生的物理學習問題為何？
2. 解決物理學習問題的教學模式為何？
3. 運用模式實施教學的情形為何？

貳. 文獻探討

一、物理概念學習之相關研究

如何獲得高分是學生們最關切的問題，許多研究指出專家比生手們具備較多的概念性知識，也有更深入的概念階層，生手們所呈現的問題表徵大部分是表面層次，而專家則不然，例如生手對題目的分類是以圖形上的相似性為依據，專家則以相同的解題原則做為分類。Larkin（1981）的研究發現，專家和生手在面對屬於概念層次的物理學相關問題時，物理學解題專家的表現，如同一般人在面對熟悉問題似地使用「順向運作」（working forward）的路徑；而物理學解題生手，則如同一般人在面對新問題般，使用「反向運作」（working backward）的策略去搜尋所需的定理，所以生手使用的第一個定理，常是專家所使用的最後一個定理。

例如：想要找出斜面上的木塊，滑到底部的速度（ v ）為何？Larkin, McDermott, Simon & Simon（1980b）的研究結果發現：專家所採行的每一個步驟，對提供解決問題所需的資訊都有所幫助；生手則是先由訂定目標（ v ）開始，接著找出一個含（ v ）的公式，再試圖以反向運作的方式來嘗試求解，即生手應用那些原理的次序幾乎與專家所用的次序相反（引自岳修平譯，1998）。

此與 Chi、Feltovich and Glaser（1981）等人的研究一致，專家們對於相似的問題，可能會具有屬於該類問題的問題基模（Problem schemas），而生

手對於類似的問題則缺乏可應用的相關概念基模。所以在教學中引導學生將知識組織成概念性基模，並建構概念層次和問題基模，將有助於概念的提取。

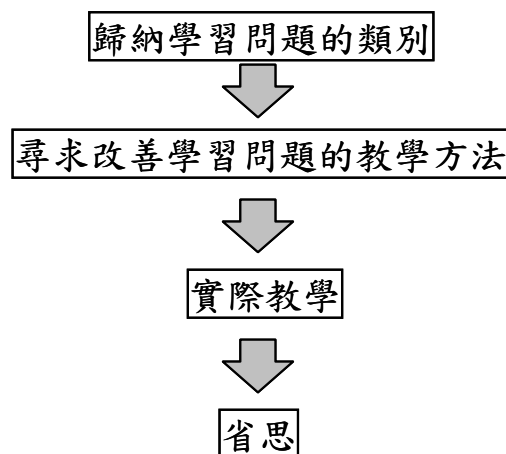
二、5E 教學模式

美國 BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) 課程研究計畫提出含有建構取向的 5E 教學模式 (Bybee & Landesi, 1988; Boddy, Watson & Aubusson, 2003)，其教學階段依序為參與 (Engagement)、探究 (Exploration)、解釋 (Explanation)、精緻化 (Elaboration)、評鑑 (Evaluation)。5E 教學模式改編自生物學的科學研究課程，並且編入探求學生迷思概念的研究方法 (引自張世忠，2003)。特別是 Posner, Stride, Hewson and Gertzog (1982) 藉著此模式詳細地說明需要改變的概念，且透過學習環 (Learning cycle) 實踐概念學習的基本步驟，學習者經由直接與觀念目標的交互作用，建構自己的心智模式。

在教學中教師則可以依照教材的性質，運用「詰問法」，透過問問題的方式，讓學生在思考中學習，也在操作中學習，培養學生解決問題的能力。

參. 研究方法

本研究採質性研究的方式，先探討高中自然組學生有哪些學習物理的問題，再從理論上尋求改善學習狀況的教學方法，並將此教學方法運用於教學中。共分三階段進行，研究流程如圖一所示，並分別敘述如下：



圖一 研究流程

【第一階段：歸納學習問題的類別】

本階段根據陳章正 (2004) 的研究，持續以訪談和書寫的方式，蒐集有關高中生物物理學習狀況的相關資料，包括：以半結構式問卷訪談物理教師 (GT)、專家教師 (EX) 和校友 (GS) 的記錄；學生以書寫的方式反省自己物理學習

狀況的記錄；研究者與學生在課餘時的對話札記和研究者的教學日誌。

編碼的型式均是用訪談對象的英文代號，後面加上姓氏、日期和性別，例如：GTL920912M 代表於 92 年 9 月 12 日訪談本校林姓男老師；在校學生則以「類別、班級、座號、性別」表示，例如：221102M 代表訪談第二類組二年十一班二號男同學。

蒐集到的資料採紮根理論 (Strauss & Corbin, 1998) 進行分析，先歸納為認知、情意和學習方法三部分，再用持續性比較與對照的方法，將類似觀點放在一起，並用晤談資料做輔助，以確認分類的可靠性，甚至可以發現學生在書寫問卷時沒有表達的觀點，這樣可以更加了解學生的學習問題。

【第二階段：發展解決學習問題的教學模式】

由上述實徵研究所得的學習問題，其實彼此都是相關的，但歸根究柢，如果學生願意學習，自然能產生克服困難的動力。所以再請學生寫出「我喜歡的物理課上課方式為何？」，歸納此問卷所得的資料及待解決的學習問題，依據建構主義的理念，參考相關文獻，發展解決物理學習問題的教學模式，並在教學中不斷運用「詰問法」引導學生思考，透過一學期的教學反省與修正，而得「6E 教學模式」。

【第三階段：應用教學模式實際教學】

本階段呈現運用「6E 教學模式」於本校高三第三類組 (學生共 31 人，以下簡稱為 A 班，每週四節物理課)「光的干涉」單元的教學，A 班從高二就由研究者擔任物理教學，每次月考及格人數總不多，所以學生對物理普遍缺乏信心，即使程度不錯的學生，也是停在某個水準無法突破。

有鑑於此，研究者於 A 班高二下學期時，開始進行解決物理學習問題的研究，A 班除了月考成績明顯進步外，研究者還想知道運用此模式教學，學生的感受為何，因此以半結構式問卷且不計名的方式，請學生寫下「自己比較喜歡高二或高三的物理課？為什麼？」

肆. 研究結果

針對本研究欲探討的問題，根據研究流程三個階段的分析結果如下：

一、高中自然組學生的物理學習問題為何？

整合具同質性的問卷和訪談資料，歸納出高中自然組學生物理學習問題的種類 (陳章正, 2004)，簡述如下：

(一) 認知方面

傳統的物理考試，通常以解題為主，能否成功解題與概念的理解情形相關，由研究中發現概念理解部分的問題包括：對探究歷程的困惑、概念太抽象不易想像、符號和公式太多；解題部分的問題包括：不懂題意、不清楚概念和題型的關係、數學運算技巧不熟練。

(二) 學習方法方面

學生常會問要怎樣才能學好物理？如果能有好的學習方法，對於改善認知方面的學習問題，將有很大的助益。然而觀察學生的學習情形，發現仍有許多待改善的空間，例如：沒有養成良好的學習習慣、缺乏練習、問題沒有及時解決。

(三) 情意方面

對高中生而言，自我價值的肯定和對學科的學習憧憬，往往比物質獎賞更具吸引力，但是屢次考試的失敗，則令學生缺乏學習動力和自信心甚至產生反感。例如學生表示：我們現在都是為了準備升學，可是我覺得學習科學，應該是要學科學家的創意，像馬蓋先就很厲害，但他不一定會算題目，為什麼我們都要不斷解題 (221102M)？

(四) 討論

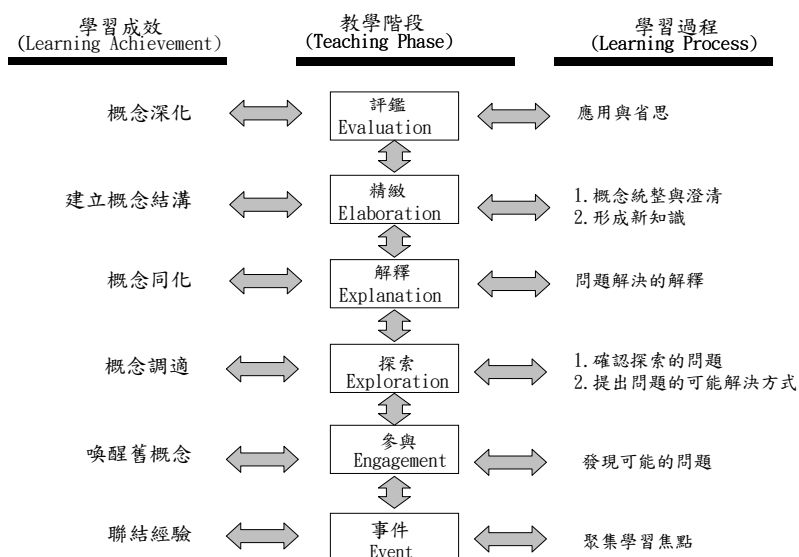
在研究中發現成績好的學生比較具有想突破的企圖心，能明確地表達自己的學習問題，會在意學習過程，而不是只關心分數的高低；但大部分學生則與上述特質相反，也缺乏可以將新舊概念做有效聯結的模式，當然談不上學習成效，連帶影響了學習興趣。所以老師在教學中運用能增加師生互動機會的教學策略，鼓勵學生發展和精煉個人建構的理論，才能確實了解學生的學習需求，進而幫助學生學習如何學習。

二、解決物理學習問題的教學模式為何？

從學習理論可知：成功的學習必須是學生願意參與學習。但是如何讓學生願意敞開心胸參與學習呢？歸納學生對「我喜歡的物理課上課方式為何？」所表達的意見，包括：希望學習內容能和生活經驗相關、上課時能多做實驗、能詳細說明公式的來源和功能、不要趕課、能多一些師生互動、考試前能統整重點、能多講解一些題目和即使沒有時間也一定要考公式。

針對學生們的物理學習問題，以及對物理課的期望，覺察到必須要有能引導探究的教學模式，從文獻中發現「5E 教學模式」(張世忠, 2003; Bybee & Landesi, 1988; Boddy, Watson & Aubusson, 2003)，頗符合教學上解決學習問題的需求，但是 5E 教學模式並未強調如何讓陌生的學習概念與生活經驗相連結，因此本研究主張：將生活中與學習主題相關的「事件」(Event)，加上原有的 5E 成為 6E，教學時以此 6E 做為「教學階段」，又因為學生的注意力通常無法維持很久，也不見得會主動發問，為了避免淪為盲目的學習行動，所以根據認知心理學和學習理論，訂出每個階段的「學習過程」和期望達到的「學習成效」，建構成「6E 教學模式」(圖二)。

每個教學階段再根據事實性知識、陳述性知識、程序性知識和後設性知識（李坤崇，2004）設計問題，做為引導學習的鷹架（表一），因此模式中的橫向雙箭頭，代表每個階段師生間為達到學習成效的交互作用；縱向雙箭頭，則代表透過問問題的方式，引導學生邁向較高階的學習。教學時用小組競賽的方式，鼓勵大家勇於表達意見參與學習活動。



圖二 「6E 教學模式」

表一 教學提問鷹架表

教學階段	教師提問	學生行動
事件 (Event)	<ul style="list-style-type: none"> ● 有什麼和主題相關的例子？ ● 從這些例子聯想到什麼？ ● 為什麼會有這些現象？ ● 研究這個主題有什麼重要性？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 舉出相關事例或經驗。 ● 發表想法 ex：專有名詞、問題… ● 運用先備概念加以預測。 ● 請學生表達觀點。
參與 (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> ● 可觀察到什麼現象？ ● 這些現象和什麼概念有關？ ● 發現到什麼新問題？ ● (科學家) 為什麼要研究這個主題？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 預測和記錄觀察到的現象。 ● 說出相關的概念。 ● 用畫圖、列表格…的方式討論。 ● 以科學史討論概念發展歷程和研究意義。
探索 (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> ● 如何分析與焦點問題相關的變因？ ● 如何由焦點問題構思要探討的子問題？ ● 如何解決待探討的子問題？ ● 如何將記錄轉換成不同形式？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 由物理量的定義或實驗，分析相關變因。 ● 比照先前探討變因的學習經驗，提出子問題。 ● 根據學理設計實驗或建立模型，比較不同變因的影響。 ● 以圖表或方程式呈現探討的結果。
解釋 (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> ● 探討的結果代表什麼意義？ ● 如何用符號推導概念間的關係？ ● 得到什麼新概念？ ● 新概念解決了什麼問題？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 根據學理分析圖表或方程式之物理量間的關係。 ● 用符號表達探討時的構思。 ● 歸納討論的結果以形成新概念。 ● 核對探討結果與問題的關係。
精緻化 (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> ● 新概念的相關物理量為何？ ● 如何得知公式的侷限性？ ● 如何形成新概念的結構關係？ ● 如何延伸討論？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 列出新概念並確認其定義、符號、單位和相關公式。 ● 從數學或變因的角度思考其限制。 ● 依照新舊概念間的含攝關係，統整重點和公式。 ● 以變因關係討論新問題。
評鑑 (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> ● 本主題蘊含了什麼意義？ ● 如何運用概念解題？ ● 新知識的應用情形為何？ ● 從探究歷程得到什麼啟示？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 由變因關係或單位，探討物理定律所蘊含的物理意義。 ● 從上層概念或定律搜尋解題公式。 ● 舉出相關的應用實例。 ● 反思科學態度與科學本質觀。

(一) 將各個教學階段的目的、學習過程及預期的學習成效，分別說明如下：

1. 事件 (Event)

【目的】：聯結生活經驗，減少抽象感。

有些單元因為過去沒有學過（例如簡諧運動），如果一開始就用符號說明概念，學生會覺得很難理解，但是透過生活中的事例或實物展示，轉換成學生熟悉的經驗，就可以減少陌生和抽象的感覺。例如以摩天輪的投影類比簡諧運動。

【學習過程】：聚集學習焦點。

老師先舉出生活中與主題相關的事例，做為前置組織因子，讓學生感受到學習的重要性和價值感。

【學習成效】：聯結經驗

由經驗過的生活事例著手探討，除了幫助學生聚集學習焦點外，並可感受物理是蘊含於生活中的知識，而不是遙不可及的。

2. 參與 (Engagement)

【目的】：在活動中體驗探究的方法。

讓學生在實際參與觀察、發表等學習活動中發現問題，或是將能引發好奇心的問題融入主題中，引發學習動機，感受到自己是學習的主角。

【學習過程】：發現可能的問題。

訊號偵測理論認為刺激必須大於「覺閾」(threshold)，才能形成有效的刺激(Solso, 1998)。學生在探究歷程中因認知失衡而發現各種問題，並由試圖解決問題的挑戰中，找到學習的意義。

【學習成效】：喚醒舊概念

學生在參與學習活動的過程中，可能因為聯結到不同的先備概念，而發現到不同的問題，透過同儕間的討論和發表，可以讓學生體會到觀察是理論蘊含的，即同一個現象從不同面向觀察，得到的結果亦不同，如此除了可以喚醒舊概念外，也可以培養尊重他人意見的科學態度。

3. 探索 (Exploration)

【目的】：學習解決問題的方法。

經由複習舊概念再以類比的方式，構思如何解決問題探討新概念，就比較容易了解理論的發展過程和公式的來源。

【學習過程】：確認探索的問題，提出解決方法。

在參與 (Engagement) 階段所發現的不同問題中，選擇與學習主題相關的問題做為待探索的焦點問題，提出可能的解決方式。

【學習成效】：概念調適

透過探討各種變因的方式，提出解決焦點問題的可能方式，並將數據轉換成易判讀的圖表，從中得到變因間的關係，產生並調適新概念，在這從「無」到「有」的探究歷程中，培養學生創造思考的能力。

4. 解釋 (Explanation)

【目的】：分享理解，發現迷思概念，增加師生互動的機會。

各小組根據理論對探討結果表達看法，不但可以增加師生互動的機會，也可藉此發現學生的迷思概念。

【學習過程】：問題解決的解釋。

物理量往往是用符號表示，但是太多的符號、公式和單位轉換，常令學生很困擾。如果教學時以學生熟知的科學史或發明物件加以提醒，應該有助於聯想和記憶。例如「功率」的單位，可以提醒學生是紀念蒸汽機的發明者，學生便很容易聯想到「瓦特」。

【學習成效】：概念同化

分組發表後，學生可從其他各組的意見中，結合相似的意見，對不同意見提出質疑，藉以培養批判思考能力，並在討論中同化概念。教師則可以藉此得知學生的迷思概念與成因，做為改進教學的依據。

5. 精緻化 (Elaboration)

【目的】：學習統整重點。

在討論理論的發展過程後，學生常陷入理論之海，忘卻探討的焦點，透過統整相關概念的含攝關係，可以精煉學習內容，並由概念和題型的關係延伸討論。

【學習過程】：概念統整與澄清，形成新知識

從教學經驗中發現：即使是認真的學生，抄筆記時，常常也只是複製黑板上的板書，未必有自己的學習心得。所以老師不妨讓學生有機會運用各種方式自行統整筆記，透過這樣的學習過程建構知識。

【學習成效】：建立概念結構。

教師將科學家對問題的解釋與學生分享，比較科學概念和學生素樸概念的差異，並以範例、圖片、電腦動畫等方式針對差異處加以說明，幫助學生修正迷思概念，建構新知識。

6. 評鑑 (Evaluation)

【目的】：以解題和應用概念，確認理解情形。

除了傳統評量解題的方式外，學生可以再透過回答學習歷程中的各項問題，檢視自己的學習情形，延伸對概念應用的認知。

【學習過程】：應用與省思。

生手通常是運用逆推法解題，但熟練解此例題的關鍵字和解題程序後，應形成解類似題的後設認知，而不是每次都要運用逆推法的解題策略。

【學習成效】：概念深化

由應用而內化新概念，並藉著科學發展歷程的啟發，反思科學意涵和建構當代的科學本質觀。

(二) 討論

高中自然組的物理學習內容，有不少是學生過去沒有學過的新概

念，所以教學時由經驗過的生活事例著手，可引導學生減少抽象感並聚集學習焦點，又可能因為連結到不同的先備概念，而發現到不同的問題，透過控制變因的方式，提出解決焦點問題的可能方式，在這歷程中培養學生創造思考的能力。各小組於討論後根據理論提出意見，教師則將科學家對問題的解釋與學生分享，藉以比較科學概念和學生素樸概念的差異，幫助學生修正迷思概念，並由解題和應用概念內化新概念。

所以本研究認為高中物理教學應包括：事件、參與、探索、解釋、精緻化和評鑑等六項元素，故提出「6E 教學模式」。

三、運用「6E 教學模式」實際教學

選擇以學生從未學過的單元--「光的干涉」，做為運用「6E 教學模式」實際教學的例子。雖然光的波動性並未學過，但有關波的干涉和繞射概念，在水波的部分就曾經學過，藉此可以觀察師生如何運用先備概念建構新知識。

雖然上課前研究者都會依單元的教學目標先寫好教案，包括各階段要問的問題和要進行的教學活動，以確認運用教學模式的流暢性，但是教學時仍要依實際狀況做調整，而不是照本宣科地讀誦。因此以對話的形式呈現課堂上各階段師生互動的情形：

(一) 事件：由簡易的實驗聚集學習焦點。

運用能引起認知衝突的小實驗，不僅能讓學生興緻高昂，而且不用花太多時間。

● 師：請把手指併攏，對著燈光看，你看到了什麼？（手啊！）（預測）

師：再仔細看看手指的邊緣有沒有什麼特別的？（聚集學習焦點）

生：有耶！有一層霧霧的。

● 師：我們現在來做實驗，可是這個實驗在教室可能會做不成功，為什麼？（停頓），因為太亮了。

生：燈光組、燈光組、關燈、窗簾拉上、關門、黑板上的燈關掉……（全班變得很興奮，紛紛出主意）、（引起學習興趣）

(二) 參與：發現可能的問題並喚醒舊概念。

不論是實驗或用其他方式教學，老師都要適時地引導學生做預測和提醒觀察的焦點，以協助發現可能的問題，避免視而不見。

● 師：請先預測透過狹縫會看到什麼？（光點呀！大家很有信心地說）（預測觀察現象）

生：where is the 光？（由兩位同學操作，其他同學都盯著黑板看）

生：出現了，一條一條的（因為更清楚了，大家興奮地大叫）（下課鐘響）

師：下課時，同學們可以自己做實驗，但要注意安全，雷射光筆不要照到眼睛，並請想想看，我們原本預測是光點，但做出來卻不是，如果你是楊格，會怎麼推測看到的現象？

● 師：下課時大家有沒有來做實驗呢？發現什麼現象？

生：狹縫直的，就會是橫的；狹縫如果橫的，看到的就會是直的（發表觀察到的現象）

生：遠一點比較清楚。（各組搶著回答）

- 師：我們以前在那個單元學過干涉和繞射？（喚醒舊概念）

生：水波那裡嗎？

（三）探索：確認待探索的問題，和解決問題的方法。

由探討舊概念的經驗加以延伸，提出待探討的問題和解決的方法，可以減少學習新單元的負擔，也符合螺旋式學習的理念。

- 師：在水波干涉的部分，我們討論了那些問題？（發現可能的問題）

生：兩相鄰腹線或節線的距離，還有幾條腹線或節線。

師：很好，比照水波的情形，在光的干涉部分我們也可以討論哪些問題？請

各組發表看法（老師把各組意見寫在黑板上）。（確認探索的問題）

1. 光程差
2. 第幾條（暗）紋離中央線的距離
3. 相鄰暗紋間的距離
4. 有幾條亮紋和暗紋。

- 師：從實驗中有沒有發現那些因素會影響看到的干涉圖樣？（提出問題的可能解決方式）

生：雙狹縫間隔、雙狹縫距螢幕的距離。

（四）解釋：透過師生對話解釋問題。

讓學生發表看法，確認對每個物理量（包括定義、符號、單位、公式）的理解情形，若發現迷思概念，要再討論以澄清問題。

師：使用顯微鏡時，如果要染色，你們都染成什麼顏色？（藍色）為什麼？

生₁₉：因為只有藍色染劑。

- 師：能不能用光的波動性解釋呢？（問題解決的解釋）

（五）精緻化：歸納學習重點。

讓學生先練習統整重點，從觀察變因間的關係，歸納出公式的使用時機、侷限性和應用上的最佳方法（例如：如何測量光的波長），再引導學生畫概念圖，學習如何為自己搭鷹架。

- 師：如果我們眼力夠好，是否可以看到無限多條干涉條紋？（學生不語）試

著從有侷限性的數學關係（ $\text{ex } \sin \theta \leq 1$ ）看看還可以導出什麼新關係？

（概念統整與澄清）

- 師：從公式中能不能推測出作實驗時，比較好的操作方法？（形成新知識）

生₂₁：用紅光，因為紅光波長比較長！

生₁₅：還有狹縫小一點，距離遠一點！

（六）評鑑（Evaluation）：應用概念解題

生手解題通常採逆推式，不易看出全貌，所以引導學生從題目所屬的較上位概念，思考問題所遵守的定律，提取適合的公式，較

易形成解題的後設認知。但是除了建構知識和解題外，老師還要引導學生體察科學知識進展所蘊含的科學本質意義。

● 師：由「光的干涉」大家想到什麼？（應用與省思）

生¹⁹：光有波動性。

師：很好！還有呢？（停頓）20世紀初，因為光電效應和康普吞效應的解釋成功，所以我們認為光具有二象性，但是光真的只有這兩種性質嗎？（學生露出好奇的眼神）

師：也許光還有其他性質，只是目前我們不知道而已，所以學科學要隨著研究成果進步，不能故步自封！

（七） 討論

運用「6E教學模式」教學後，請學生以不計名的方式，比較自己在高二和高三物理課的學習情形，分析半結構式問卷，結果86%的學生比過去更喜歡上物理課，主要原因是：每個單元都會統整新舊概念，更容易理解內容，也建構適合自己的學習方法。例如學生表示：老師即使上新的部分也會複習學過的相關部分，而且上完一個單元會再討論和統整重要的部份，所以只要上課有在聽、有抄筆記，準備物理就比過去簡單（31106F）；老師要我們回想自己物理考最好時，究竟是怎樣成功的？這樣慢慢就知道要怎樣準備物理，而且對別人很好的方法不一定就適合自己（31117M）。

研究也發現：在教學中不斷提醒學生，解題時要將所根據的理論先寫出來（即「奧林匹亞物理競賽」的解題型式），有助於深化對概念和題型間關係的理解。再者，上完某個部分，根據科學本質提出問題，可以擴大學生思考的層面。例如學生表示：有時老師會反問一些問題（例如光是不是只有二象性），可能和一般的考試無關，但是從這些問題中可以讓我想更多（31128M）。

伍. 結論

綜合上述的討論，針對本研究探討的問題提出下列看法

1. 高中學生的物理學習問題：

在認知方面的問題可分為概念和解題兩部分，前者包括對探究歷程的困惑、概念太抽象不易想像、符號和公式太多；後者則包括不懂題意、不清楚概念和題型的關係、數學運算技巧不熟練。學習方法方面的問題包括沒有養成良好的學習習慣、缺乏練習和問題沒有及時解決。情意方面的問題則是缺乏學習動力和自信心。

2. 解決物理學習問題的教學模式：

為了解決物理學習問題，本研究提出「6E教學模式」，主張以「事件」幫助學生連結生活經驗，從「參與」學習活動中喚醒舊概念，經由「探索」問題導出並調適新概念，再透過「解釋」以同化新概念，根據解題的心得

「精緻化」概念圖，最後再以「評鑑」的方式協助學生深化物理概念，並建構當代的科學本質觀。

3. 運用「6E 教學模式」實際教學：

在物理教學上，採用「6E 教學模式」仍應隨實際狀況做調整，而不是照本宣科地讀誦，各階段的教學實施情形為：由簡易的實驗聚集學習焦點，或經由認知衝突的小實驗引導學生發現可能的問題，在探索中學習解決問題的方法，再透過師生對話解釋問題並歸納學習重點，用於概念解題。

從學生的月考成績和問卷結果，都確認「6E 教學模式」的確可以幫助學生更易理解教材內容，由累積成功的學習經驗建立自信心，建構適合自己的學習方法，成為自導性的學習者，進而樂在學習。但是如何設計更多結合生活經驗與學習單元的教學實例，以及如何引導學生成功解題，則有待繼續研究。

參考文獻

- 李坤崇 (2004)：修訂 Bloom 認知分類及命題實例。教育研究月刊，122，98-127。
- 吳玲玲 (譯) (1998)：R. L. Solso 著。認知心理學。台北：華泰。
- 岳修平 (譯) (1998)：E. D. Gagne, C. W. Yekovich & F. R. Yekovich 著。教學心理學—學習的認知基礎。台北：遠流。
- 洪振方 (1996)：科學知識重建的認知取向分析。高雄師大學報，7，293-328。
- 施良方 (1996)：學習理論。高雄：麗文。
- 姚如芬、林佳穎 (2003)：「學校本位」數學教學模組之發展與實踐-以國小四年級「重量」單元為例。科學教育學刊，11 (3)，257-275。
- 高敬文 (1996)：質化研究方法論。台北：師苑。
- 陳章正 (2004，8月)：高中物理學習困難之初探性研究。載於中華民國物理教育學會主辦之「2004 年中華民國物理教育學術研討會」論文彙編 (頁 48-63)，彰化：國立彰化師範大學。
- 郭重吉 (2000)：從國教九年一貫課程教學模組之發展協助中小學數理教師專業成長之研究。工作坊資料，彰化師範大學。
- 張世忠 (2003)：建構取向教學—數學與科學。台北：五南。
- 蘇明俊 (2003)：逆推式物理探究教學-以光散射實驗為例。中華民國物理教學與示範研討會。高雄：海軍軍官學校。
- 蘇明俊、江新合 (2002)：野外科學探究教學模式之初探性研究-以小尖石山的地質探究為例。教育科學期刊，2 (2)，頁 88。台中：國立中興大學。
- Boddy, N., Watson, K. & Aubusson, P. (2003). A trial of the five Es: A referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science*

Education , 33 : 27-42.

- Bybee, R. W. & Landes, N. M. (1988) . The biological science curriculum study (BSCS) . *Science and Children*, 25 (8) , 36-37.
- Chi, M. T. H. , Feltovich, P. J. & Glaser, R. (1981) . Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Gardner, H. (1983) . *Frames of mind : The theory of multiple intelligences.* . New York : Basic Books.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1994) . Learning together and alone : cooperative , competitive, and individualistic learning. Boston : Allyn and Bacon.
- Henderson, J. G. (1992) . *Reflective teaching : Becoming an inquiring educator.* Macmillan Publishing Co.
- Larkin, H. J. , McDermott, J. , Simon, D. P. , & Simon, H. A. (1980b) . Model of competence in solving problems. *Cognitive Science*, 4. ,
- Mintzes, J. J. , Wandersee, J. H. & Novak, J. K. (1999) . *Assessing science understanding : A human constructivist view.* Academic Press, CA.
- Posner, G. J. , Strike, K. A. , Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982) . Accommodation of a scientific conception : Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Shulman, L. S. (1986) . Those who understand : knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15 (1) , 4-14.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1998) . *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory.* 2nd ed. Thousand Oaks : Sage.

Initial Research on the Development of the Teaching Mode of Senior High School's Physics

Chang-cheng Chen¹ Hsin-ho Chiang²

¹Tsoying Senior High School

²Graduate Institute of Science Education,
National Kaohsiung Normal University

Abstract

From the non-ideal grades in physics of the previous college admission examinations, it is noticeable that: the learning ability of senior high school students in physics still has a big space to break through. With the purpose of improving the learning condition of students in physics, therefore made this natural way of research, which was proceeded into three stages. First stage: to detect the learning problems in physics of the students of natural science; second stage: to propose the resolution to learning problems in physics— the “6E Teaching Mode”; third stage: to practically perform “6E Teaching Mode”, and to present the teaching state with the “Interference of Light” set as example. The result of the initial research shows that, with the “6E Teaching Mode” indeed, can gradually help guide the students to become self-leading learner.

Key words: Senior High School Physics, 6E Teaching Mode, Self-leading