

淺談物理科教材教法

紀乃友^{1,2}

¹桃園市立山腳國民中學

²國立中興大學 師資培育中心

e-mail: d92222018@ntu.edu.tw

(投稿日期：民國 105 年 06 月 14 日，接受日期：105 年 07 月 20 日)

摘要：物理科教材教法是物理科師資培育過程中必修之課程，師資生必須在一學期的課程中，掌握物理教學必要的準備工作，以及教學現場中必須注意的事項。本文簡短介紹物理科教材教法主要的內容，以及作者近幾年擔任物理科教材教法授課教師的心得分享。

關鍵詞：物理教育、教材教法

壹、前言

有志從事物理教育工作的物理系大學生或研究生，想要成為一位中學的物理教師，不只在心態上需要從學生的角色轉換到老師的角色，在教學的專業上更需要做好準備。熟悉物理科的教材教法是成為一位物理教師很好的切入點，也是成為物理教師必備的素養。隨著科技快速進展，社會環境以及校園氛圍的轉變，許多新的教學方法與方案也跟著不斷推陳出新。師資生很容易藉由網路資源或期刊雜誌找到許多不同的教學方法或教學點子，然而，我們知道每一位學生都是不同的個體，每個班級都有不同的狀況，我們很難用同一種教學法去面對所有的學生。教

育學者 Darling-Hammond(2006)在建構 21 世紀師資培育文章中提出要成為變遷世界中的專業教師，有三個重要的核心概念需要掌握，包括學習者的知識(knowledge of learners and how they learn)、教材內容與課程目標(knowledge of subject matter and curriculum goals)以及教學知識(knowledge of teaching)。教材教法這門課，就是希望培養師資生掌握教學的核心概念，能夠面對不同背景、不同程度的學生，設計或安排最適當的課程，達到提升學生的學習興趣以及學習成效的目的。

本文簡述作者於中興大學師資培育中心物理科教材教法的主要課程內容以及授課心得，希望能對有志於從事中學物理教育的年

輕夥伴提供建議與參考。也希望物理教育先進們不吝提供指教，讓教材教法這門課程更符合教學現場需要。

貳、先備知識

一、何謂教材教法

教材教法可以分為「教材」與「教法」兩部分來思考。「教材」是上課需要用到的物品、資料與媒材，包含課本、模型、相關書籍、雜誌、網路資源、電腦軟體、影音光碟等。而「教法」是指上課用到的教學法，例如合作學習、探究式學習、建構式學習等。教材與教法需考量課程內容、學生程度以及硬體設備等因素，尋求最適切的整合。

二、課程目標

在進行教學方案的規畫之前，首先我們要先思考教學的目標、預期教學達到的成效。這部分可以參考教育部頒布的課程綱要，以102年發布的基礎物理課綱修正版為例，課程目標第二項：「介紹物理學的基本精神及物理學的範圍，引起學生對大自然的好奇，激發學生追求事物原理的興趣，同時使學生體認物質科學的發展對人類生活和環境的影響與其重要性，啟發學生在科學創造及應用上的潛在能力。」以及三項核心能力：「一、定性及定量的分析能力。二、以歸納及演繹的方法來界定並解決問題的能力。三、安排及執行實驗的能力。」這些內容均可做為檢視課程設計的大方向。至於各單元的目標，也可以參考課綱中各個單元的主要內容。

參、教材教法重要內容

物理科教材教法課程，主要目的是要幫助師資生熟悉教材，學習做好教學準備工作，認識常見的教學方法，並且從教學演練中試驗教案的可行性以及稍微磨練成為專業教師

的基本功。課程的安排包含「教案設計的原則」、「科學學習心理學」、「常見的教學法」、「教學演練」與「教學觀摩」。如圖一，物理科教材教法課程以教案設計為中心，設計教案時需選擇適合的教學法以及考量學習心理學，並在教學演練與教學觀摩後進行檢討與修正。以下就課程重要的內容略加說明。

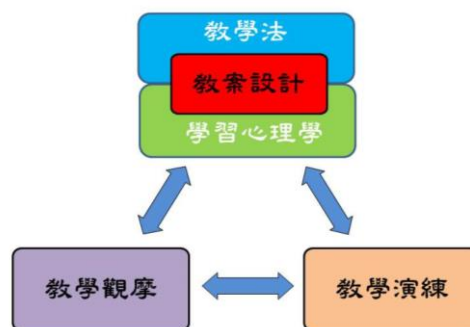


圖 1：物理科教材教法課程內容。

一、教案設計的原則

在設計教案之前，我們需了解課程準備涵蓋的範圍(黃鴻博等, 2011)。如圖二，課程準備至少需涵蓋四個面向：

(一)科學素養與目標：設計一份教案，首先需確認這個課程希望培養學生怎樣的科學素養，希望達到的教學目標，當教案設計完成後，需回過頭來檢視設計的內容是否符合教學目標的需求。

(二)課程與教材：目標確立之後，評估學生的程度，接著設計、安排以及找尋適當的課程內容與教材。課程內容設計與教材的選擇上，需要留意學生的程度，學生是否容易理解，教材內容是否生活化、具有趣味(張慧貞, 2007)。教材的選擇也需要考量是否容易取得，以及是否易於教學的操作。

(三)教學與評量方法：考量不同的教學方法，對於該班學生以及此課程的適用性，選擇最適用者，或者加以改良以符合教學需要。另外，在評量方式上，除了紙筆測驗之外，也

應該思考其他方式，例如口頭問答、口頭報告、實驗操作、報告撰寫等。評量可用來激勵學生學習、指引學習重點、以及做為改進教學策略的參考。

(四)學習環境與資源：了解學生的學習環境，善用可茲利用的資源，例如教科書商提供的補充影音資料、網路平台的教學資源等。除了課堂中使用外，也可以讓學生於課前預習或課後複習以及尋找補充資料。



圖 2：課程準備涵蓋的內容。

二、科學學習心理學

學生是學習的主體，認識相關的學習心理學，能夠幫助教學設計者安排較適當的教學方法，也可做為教學方案研發的理論基礎。以下節選幾項可供參考的理論。

(一)行為學派：行為學派認為學習的歷程是一種刺激和反應的連結，教學應該由簡入繁循序漸進，強調背誦與練習以及增強原理的應用(Gagne, 1965)。

(二)認知學派：認知學派認為將舊知識與新知識連結，能夠增進學習成效(Bruner, 1960)。教學內容必須有系統化組織以及明確的結構，重視課程的知覺特徵，重視基礎知識的說明，了解個別學習者間的差異以及重視評量後的結果。

(三)皮亞傑的認知發展階段(Piaget, 1964): 依據皮亞傑的理論，人從出生到成年會出現

四個認知發展階段，其中第四個階段「形式運思期」發生在 11 歲到成年之間，這個階段能夠進行抽象思考與純粹符號思考，並使用系統化的實驗來解決問題。

(四)維高斯基的學習發展原理(Vygotsky, 1978): 維高斯基認為學習者自己所能達到的程度，與經別人給予協助後所可能達到的程度，兩種程度間的差距，稱為近側發展區(Zone of Proximal Development)。如果老師或同學提供協助，使學生從原本的能力進展到預期的目標，就叫做鷹架作用。

三、常見的教學法

在教材教法的課程中，師資生應該認識常見的教學法，了解這些教學法的優點以及基本的操作方式，以做為教學設計的參考。以下節選幾種常見的教學方法簡略介紹：

(一)建構式學習：

強調學生在認知過程的主動建構性，認為知識是認知個體主動建構而來，無法由教師的腦中直接轉移到學習者腦中，後續知識必須植基於先備知識(詹志禹等, 2011)。教師最主要的工作是提示思考方向、提供問題、充當顧問及裁判。建構式教學設計包含了引起動機、形成問題、反覆辯證以及詮釋及應用等過程。

教學實務上若完全依循建構式學習的教學理念來進行教學，可能會遭遇一些問題。每位學生建構出來的知識可能都不同，很多是依學生的迷失概念建立起錯誤的知識。教師一方面要鼓勵學生建構自己的知識，一方面又要教給他們正確的或普遍被接受的知識。因此，比較好的做法是體會建構主義的理念，設計運用學生主動建構知識的教學情境，尊重學生學習的主體性，調整教師授課權威，設計更符合認知原理的教學情境(林生傳, 1998)。

(二)探究式教學：

強調以學習者為中心的學習歷程，盡量以生活世界的現象來形成問題，強化學生的表達機會，增加師生與學生之間的溝通，並且重視小組學習(陳均伊等, 2007)。探究式教學法對比講述式教學法，具有較為良好的教學成效，然而，教師在採用探究式教學法時，容易遇到教學進度太慢的問題。使用探究式教學法學生概念理解的精熟程度較高，但教材的涵蓋範圍較少(洪振方, 2003)。

經常依照科學的方法進行探究與論證，才容易養成科學的思考習慣以及運用科學知識解決問題的能力，這是物理課程重視的核心能力之一。因此教師若能兼顧課程範圍的完整性，應該適度的採用探究式教學。

(三)問題導向學習：

透過問題解決的歷程進行學習(吳清山, 2001)。進行的階段依序為發現問題、確定問題、形成策略、執行實現、整合成果以及推廣應用。問題導向學習可讓學生學習批判思考、分析與解決較複雜的問題，並且能讓學生尋找、評估使用適當的資源，也同時促使學生展現有效的合作與溝通技巧(閻自安, 2015)。

雖然問題導向學習具有較能引起學生的學習動機、所學習到的知識記憶時間較為長久、可以增進學生較高層次思考的能力、提升學生問題解決的能力以及自我滿足感等優點，但是由於問題導向學習強調學生的自主學習，學生容易因缺乏自信與無法確定討論方向是否正確而感到不安，甚至影響學習成就及學習的興趣。因此，建議實施問題導向學習可從小單元開始，避免在學生課業壓力大時實施，教師可提示或帶領學生蒐集資料，並在討論完後協助知識的統整(郭裕芳, 2004)。

(四)分組合作教學：

分組合作教學是教師讓學生分組，2 位以上的學生，透過彼此的互動互助及責任分擔，完成共同的學習任務，達成共同的學習目標。分組合作教學著重學生的參與，及以學生為中心的教學設計。提供學生主動思考、共同討論分享或進行小組練習的機會，使教學不再侷限於老師的直接教導。在學習的過程中，每位學生不但要對自己的學習負責，也要幫助同組的成員學習(教育部合作學習工作坊)。

進行分組合作教學，為了讓課程活動順利進行，必須設計適合學生的教材，更需要思考如何設計問題，才能幫助學生學習科學概念。教學活動設計須注意節奏不可過快，要讓學生有時間思考及討論，事先也要花時間訓練小組合作的技能，避免讓學習過程徒具形式而收效有限(陳芳如等, 2006)。

(五)翻轉教學：

翻轉教學特別強調學生的自我學習，讓學生在課前先透過影音平台或者書本資料自行學習，課堂中教師提供問題與思考方向，強調學生間的互助解決問題(廖怡慧, 2012)。翻轉教學可節省教師於課堂上講解的時間，空出的時間可安排互相討論溝通，提高師生互動以及學生學習參與。

翻轉教學鼓勵教師預錄教學影片，如此容易增加老師的備課負擔。因此建議教師可加入教學社群，共同分享教學影片，可以減輕錄製影片的壓力，教師之間也可以分享討論。在翻轉的實務上，可以參考以下幾個原則(郭靜姿等, 2014):

1. 選擇 15 分鐘內能講解完畢的主題。
2. 規劃好課堂上的討論與活動時間。
3. 不需要每一堂課都翻轉。
4. 為家裡沒有網路的學生設計備案。

四、教學演練

教學演練是教材教法課程中相當重要的

部分，對師資生來說，教學演練至少有以下幾點好處：

(一)熟悉教材：想要成為一位可以即刻上任的教師，必須要對課程相當熟悉。教學演練可以讓師資生累積對教材的熟悉度。

(二)鍛鍊教案撰寫能力與熟悉教學準備工作：教學演練要求師資生依自己撰寫的教案內容演練，可以讓師資生熟悉前述教案設計原則、嘗試不同教學方法以及合宜的教學節奏掌控。

(三)磨鍊教學領導能力：藉由教學演練，可以讓師資生熟悉上課的感覺，透過錄影檢視，可以讓師資生了解自己的表現，進而改善演講的能力、教學流暢程度，以及是否關注到學生、板書品質等相關教學能力。

五、教學觀摩

邀請教學優良的教師進行教學演示，讓師資生至教學現場觀摩，可以讓師資生熟悉教學場域，學習優良教師的教學方式，以及了解不同教學方法的操作情況。實地觀摩可以讓師資生在課程的設計上更貼近實際教學的需要。

肆、教學心得

作者進行教材教法課程的教學流程，通常前三週會先進行「教案設計的原則」、「科學學習心理學」與「常見的教學法」的說明與討論，第四週起會讓師資生輪流教學演練同時檢視教案，並且聯絡現職的教師安排教學觀摩事宜。教案設計實作由教師提供教案設計的原則及範本，讓師資生參考以進行設計實作，再經過教學演練來檢視教學設計。

由於近幾年高中與國中釋出的物理科(高中物理、國中理化)教師職缺非常稀少，選擇教師這條路，需要有相當大的決心。也許因為如此，可觀察到師資生對於教學非常的熱情與執著。課堂中都相當虛心學習，對

於老師提醒需要改善的部分都能盡力改善，也積極參與爭取教學觀摩與教學演練的機會，可以說師資生的認真與積極度是非常好的。不過，由於缺乏實際的教學經驗，師資生在課程初期比較容易出現以下幾個問題：

一、教案撰寫過於簡略

師資生在撰寫教案時，經常過於簡略。教案的撰寫能夠幫助教學的準備，讓授課者充分掌握授課的邏輯、節奏與準備工作，即使是寫簡案，還是要將教師活動、學生活動、評量與注意事項、以及時間等交代清楚。教案撰寫的越詳盡，可以幫助教學前的準備更周全。

二、教學節奏掌控不佳

教學演練初期，師資生容易出現說話節奏太快，教學進度過快或者過於冗長，與教案預期的時間不符等問題。

三、容易緊張、台風需鍛鍊

初次演練時通常容易緊張，第二次之後的進步改善會相當明顯。演練時，有時候會有一些不經意的小動作，例如搔頭摸臉等，可藉由觀看錄影慢慢改善。服裝的部分有時需要提醒，穿著應以簡單大方為原則，不可過於邋塌隨便。教師的外表不宜給學生過於輕浮隨便的感覺。至於板書的部分，剛開始通常不是很好看，但經過幾次練習掌握一些訣竅後，通常會有很大的改善。

經過一學期的教材教法課程之後，師資生對於教案撰寫、教學準備的基本要求大多能夠掌握。此外，可以發現教學觀摩對於師資生有相當大的正向幫助，特別是資深教師的經驗分享，對於師資生來說收穫非常多。常常可以感受到教學觀摩後師資生更為積極，提出的問題更貼近教學現場的狀況，也更能切中教學的需要。

近兩年作者曾分別安排師資生於物理科

教學實習課程至后綜高中與興大附中入班試教，也獲得兩所學校教師不錯的評價。期盼年輕的物理系師資生能維持對科學教育的熱

忱，再接再勵，通過教師檢定與教師甄試的考驗，在未來的物理教育上，貢獻心力。

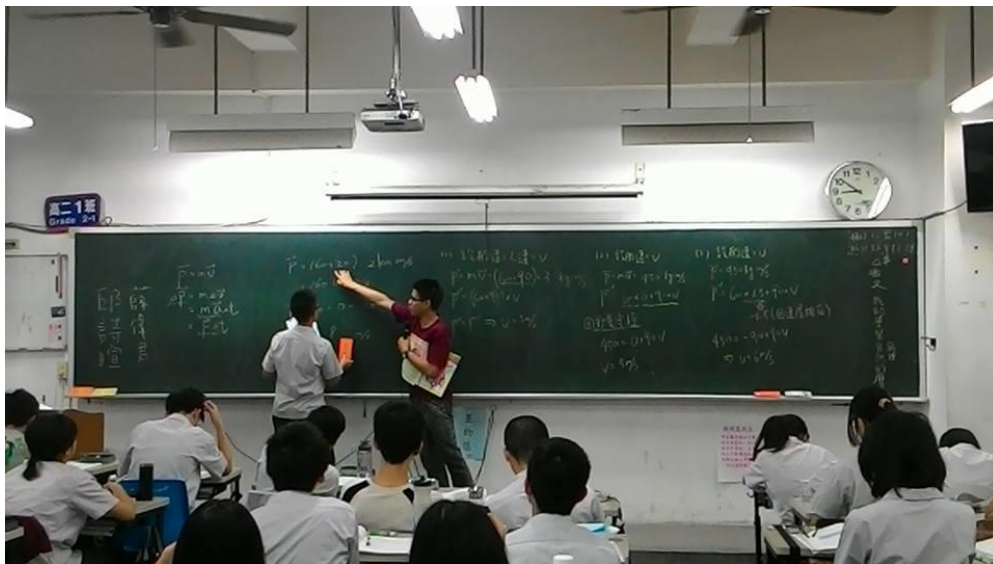


圖 3：師資生入班試教實況。

伍、結語

物理科教材教法課程提供一套課程準備模式讓師資生容易上手，希望幫助有志成為物理教師的師資生，培養好的備課心態與教學準備方法。經過一學期的教案設計、教學演練、教學觀摩的訓練課程之後，師資生在教材的準備、教學法的選擇以及整體教學現場的掌握已有相當的成熟度與自信心。此外，可以發現教學觀摩在教材教法課程階段是相當重要的，可以讓師資生熟悉教學現場、學習資深教師的經驗以及增進師資生對教育的熱情。藉由學校的教學滿意度調查，也可以發現師資生對於課程的內容均表示滿意或非常滿意。作者認為對於師資生進行這樣的課程訓練，是恰當也是必須的安排。可以讓師資生在短期內熟悉教學準備工作，而且可以刺激師資生充實自己的教學知能，將來在教學職場上能夠充滿信心與前進的動力。

致謝

感謝興大附中黃詩翔老師、北港高中方文宗老師、后綜高中顏舜志老師、彰師附工陳達綸老師、台中一中陳俊榮老師、大里高中林宗義老師以及大明高中蔡萬星老師、劉雅慧老師等教育先進提供教學演示，熱心協助指導師資生，在此一併致謝。

參考文獻

1. 吳清山（2002）：問題導向學習。教育研究月刊，97，120。
2. 林生傳（1998）：建構主義的教學評析。課程與教學季刊，1(3)，1-14。
3. 洪振方（2003）：探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄師大學報，15，641-662。
4. 黃鴻博主編（2011）：自然與生活科技教材教法。台北市：五南。

5. 張慧貞(2007)：創新物理教材教法。台中市：逢甲出版社。
6. 陳均伊、張惠博（2007）：探究導向教學的理論與實務—以「摩擦力」單元為例。物理教育學刊，8（1），77-90。
7. 陳芳如、段曉林（2007）：課室試行合作學習之行動研究。科學教育，13，91-108。
8. 郭裕芳(2004)：問題導向學習與傳統教學方式在高職自然科學學習成就之比較研究。士林高商學報，2，109-117。
9. 郭靜姿、何榮桂（2014）：翻轉吧教學。台灣教育，686，9-15。
10. 詹志禹主編（2002）：建構論—理論基礎與教育應用。台北市：正中書局。
11. 廖怡慧（2012）：教學新思維-翻轉課堂。深耕—教與學電子報，31。
12. 閻自安（2015）：問題導向式行動學習的整合應用：以高等教育為例。課程研究，10(1)，51-69。
13. 魏明通（1997）：科學教育。台北市：五南。
14. 教育部合作學習工作坊。網址 <http://www.coop.ntue.edu.tw/>。
15. Bruner, J. S. (1960) *The Process of Education*, New York, Vintage Books.
16. Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3),300-314.
17. Gagne, R. M. (1965) *The Condition of Learning*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
18. Piaget, J. (1964) Development and Learning , *The Journal of Research in Science Teaching Education*, 2(3).pp176~186.
19. Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

A Brief Introduction to the Teaching Methods and Materials of Physics

Nae-Yeou Jih^{1,2}

¹Shan-Jiao Junior High School, Taoyuan City

²Center of Teacher Education, National Chung Shing University

e-mail: d92222018@ntu.edu.tw

Abstract

Teaching Methods and Materials of Physics is a core course for undergraduate and graduate students to become physics teachers. Students must grasp the necessary preparation for teaching physics and the precautions which must be taken in the teaching and learning environments in this one-semester course. In this article, a brief introduction to the core contents of the course and reflections of the author who has given classes in this course for several years are reported.

Key words: physics education, teaching methods and materials