

另類教學策略——做了再說

陳文典

國立台灣師範大學物理系

摘要

本文在於談論一段教學經驗，就其教學背景、學生特質及學科特性等做一陳述。其內容包括活動方式、教學內容以及成效評量。

一、前言

「教學」，若是以目標來看，我常把它界定為「教人家怎麼去學」。若以活動過程來看，我又把它界定為「教與學」；含有教、學相長，或「教師」與「學習者」之間互動的意思。

就像人們可由許多不同方式獲得「學習」一樣，「教學」的方式也是變化多端。當我們把「教學」當成是一門「科學」來看待時，就其「目標」的合理性、「方法」的有效性，以及「成效」的評估技術，都成為研究探討的主要項目。而這些項目總是和教學當時的文化背景、社會環境、價值觀、班級氣氛、個人動機和學科特性息息相關，以致於「教學」成爲一種無法「制式化」的活動。但是，無法「制式化」並非表示它毫無章法，可以任意爲之。成功的教學發生，自有其必要的條件，而這些要件，或是由於教學者努力的營造，或是自然發展所形成的，它在教學活動過程中因運而生，教學者須能及時把握且善加利用，這也是爲何「教學」成爲一種「藝術」，而教學者被稱爲「教師」（而不是教匠）的主要原因。

本文將提供一段教學經驗，全文分成幾個段落來陳述，第二段簡介教學發生的背景，第三段說明教學策略及實施情況，第四段談對學習與教學的評量，第五段回顧與檢討整個教學，第六段作一簡短的結語。

二、教學發生的背景

這是一門通識教育的課，名稱定爲「物理與生活」，課程目標訂爲「介紹物理在生活上的應用」。目的是使學生察覺生活中處處應用到物理原理，瞭解這些原理，應用起來，可以解決許多問題。總而言之，是要使學生體認到物理的「好」，物理的「有趣」和物理的「偉大」。

它是一學期的課，每週二節，提供給非理學院科系的學生選修，因此，學員中有修習過高中物理的資訊教育系和工技系的學生和多半未修過高中物理的文學院、藝術學院、教育學院學生（見附表一），而這些學院的學生之中，

又有約一半的學生在高中沒有按照部定標準上基礎理化，所以只修過國中理化課程。

學生修這門課的動機也各自不同；有礙於規定至少需修八學分通識課而又修不到自己想要的科目的，也有專門想補償當年沒有修過科學科目缺憾的，也有已修過高中物理而心想再修這種學分省事多了的(見附表二)，總之，在電腦選課按志願和機率的安排下，總共有五十位選修了「物理與生活」這門課。

另外，授課安排的地點是普通教室，教室內只有四個 110V 電源插頭，以及簡便型一人用桌椅連結座椅約六十座，是為大型班級設計的講堂，連投影機的使用都不方便(平面地板)，更遑論做物理實驗了。

此外，通識教育課程仍是為增廣學生在專業主修之外的一般文化素養而設置。因此，在授課內容與學術水準的要求上大家見解是相當分歧的。不過，絕大部份都以營養學分處理之，學生也以這種態度視之。

這是開學時所面臨的情況，而我希望它將是一門能讓學員感受到物理理論上的「美」與實用上的「力」，感受到它存在於我們身邊的那一份親切，以及獲得學習時認知上的樂趣。

我為此事深深的思考過，有什麼教學策略可以使不管學過或沒有學過高中物理的學生都感覺到新奇、有趣，且都能獲得了學習？

三、教學策略及實施

根據面對的現況，以及我的希望，我試擬了乙份教學進度規畫表(見附表四)，這份預定進度表最後是單元二活動三及單元四活動三未能執行，但大致上都按計畫做了，除了這個進度表之外，對於教學目標和策略，我也盤算過，並且放入教學活動中：

1. 擬定的教學目標：

- 先動手操作，由實作成功的經驗引發學習興趣，進而探討物理原理，體會探討科學的方法。
- 讓學生體會生活中各種運作都是順著物理原理的。認識物理原理，才能知道如何妥善、巧妙的運用它。
- 瞭解「學習」可以使我們更有能力去「解決問題」，不只是「增加知識」。

2. 擬定的教學策略：

首先，我必須把教學的地方移到實驗室。

在安排作品實作及實驗操作時基本上由做得到、看得見的現象開始著手。藉此事件去探討它的物理原理。知道物理原理之後，創意的去想像、去推論其他可能的應用，使每個主題結束在一個開放的、有發展空間的狀態。

因此教學活動的安排大致上為三個步驟：

(1)先成功的完成一件事:

對每一個所要探討的主題，先安排一件可以經由「每個人」動手操作，而且完成的實體。此一實體最好是生活中常見的、且隱含有各相關物理原理之應用的。

(2)演示實驗:

安排可以由學生動手操作的實驗，可以明顯的看到各現象，應用物理原理對現象作解釋，一邊講解一邊筆記。在此過程中要學生對現象與物理原理之間的關聯作充分的提問和討論。

(3)物理原理的應用

- 解釋自己完成的作品所運用的物理原理。
- 由學生提出這些物理原理之其他可能應用的主意。這種活動可以由應用的實例去體驗這些原理的意義。另一方面也鼓勵學生透過物理原理的「知」，來推論及想像各種可能的「行」。使學生體會物理原理的基本性和應用上的功能。

3. 教學活動內容設計(詳見附表四)

事先擬定有「電的世界」、「光與色彩」、「聲音世界」、「重力與天文」及「生物物理」五個議題，共十五個主題。如下：

◎ 科學的研究(演講)

[單元一]電的世界

1. 實作: 整流器製作
2. 實作: 直流電動機製作
3. 示範實驗與問題研討

[單元二]光與色彩

1. 操作: 色散與彩虹的營造及討論解說
2. 操作: 光譜的觀察及問題研討
3. 視覺、影像、色彩與藝術(演講)

[單元三]聲音世界

1. 操作: 利用水波槽，觀察波長、頻率、波速、干涉及繞射現象
2. 實作: 定音風鈴的製作
3. 操作: 樂器與音樂

[單元四]重力與天文

1. 操作: g 值測定與高度儀
2. 操作: 天文日曆、節氣與閏年、閏月
3. 參觀: 天文台

[單元五]生物物理

1. 由脈博透露的訊息
2. 經絡的測量與健康推測

◎ 科學是一種思維模式(演講):

觀察、思考、試驗使我們能較真切的瞭解這世界。

四、學習與教學的評量

本次教學，只在每次教學時分發該次上課的工作項目之資料，對於依據的學理，儀器的安裝等都沒有文字或圖的解說。原先設想學生看到「示範實驗」時，利用「採訪」的方式，詢問、討論、記述依口頭交談的方式來學習。期中和期末也沒有考試，僅以他們的上課筆記、意見調查、學習心得報告、作品來評斷其學習成果。

依據學生記述的學習心得報告和意見調查，來推斷學生對於「獲得學習的滿意程度」和對於「做了再說」的教學模式認同程度(認定標準見附表三)。我們發現在不具名的意見調查中，有效樣本 45 人之中略一估計：

(1) 對於自己在此課目中獲得的學習之滿意程度(樣本 45 人)

程度	人數	評估標準
極滿意	26	主動提出「收獲豐盛」、「希望多再上一些課」等感言者
滿意	9	主動提出對某幾項操作或演講收獲良多之言者
尚可	10	敘述中說些肯定的話，但不夠具體列出項目者
不太滿意	0	敘述平淡、無特別感言及學習的收獲者
失望、不滿	0	表示教材不合宜或教學方式無法接受或評量不公之中任何一項者

(2) 對於「先做再說」的教學模式感到認同的程度(樣本 45 人)

程度	人數	評估標準
完全認同	32	提及「對物理的學習改觀者」、「提出更多的實作或實驗操作者」、「學習經驗愉快豐盛者」
認同	2	主動提及「實作使他有成就感者」、「使他感受物理的真實與親近者」。
尚可	10	敘述中說些肯定的話，但不夠具體
多些理論	1	希望談一些物理原理或數學論證來配合
先談理論	0	希望先講解理論，瞭解原理之後再來操作

(3) 在「意見調查」中，提出期望改進意見(以下人數為重複計量)

序	提議(人數)	備註
1	做更多實作及實驗(12)	儘管大半都是實作和實驗，純粹演講只有三次(3/14)，還有此議！
2	列出整學期教學進度表(10)	因第一次開課，器材是否能購齊，邀請演講者是否時間可以勻出均未知，執行是有困難。
3	教材更生活化(9)	每一單元均已以生活問題切入，竟然還

4	有校外參觀(6)	有此議！
5	多辦演講(6)	按原計畫參觀天文台因連日下雨作罷。
6	有講義(6)	與 1 項意見相反。
		已每次發出執行綱要，所指講義，可能是學理解說之類。
7	理論太多了(6)	與 1 項意見相似，但與 11 項意見相反。
8	多行小組討論(5)	本教學設計為每人都動手做自己的工作。
		應可考慮。
9	放影片(4)	原計畫就是要簡單器材，比較能感受到應用的原理。
10	實驗器材太簡陋(4)	與 7 項意見相左。
11	再多一些理論(4)	原計畫以課堂討論筆記當成作業。
12	多安排作業和報告(3)	
	以下僅 1 人提及者不列	

由以上主動提出的意見中，學生還是比較偏好以實作、實驗操作的方式進行教學，不過只要在黑板上寫出公式或符號式子(儘管很簡單的單擺週期 $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ 都足以使學生感到懼怕。這是很明顯的事實。

不過以上的「意見」是在不具名的意見調查中要求學生提出的，意見未必很強烈，僅供參考即可。

五、回顧與檢討

此一教學具有以下幾項特性：

1. 學生的學習能力：

這是經過聯考篩選，能進入台灣師大的學生，基本上可以假設他們的學習能力是強的。

2. 學生的學習基礎：

學生對物理科學的認識程度參差不齊。對於來自文學院、藝術學院及教育學院的學生而言，至少修過國中理化的課程及約有一半修高一基礎理化課程。儘管他們聲稱「已經忘記了」，可是，在實際教學時，引用這些理化名詞時，他們仍可以把這些名詞當成「日常用語」，知道大概是什麼意思。

對於來自資訊系、工技系的學生而研，「物理」在他們的心目中是一些設計精巧的實驗、公式和計算。所以若以生活中事物出發的角度，對所有的學生來說應都是「新鮮的經驗」。這也是為什麼「做了再說」這樣的教學模式，使他們感受到是新的學習之主要原因。

3. 教師在教學上擁有極大的自主性

- 教材的內容、多寡，教師可以完全決定。因此沒有「趕進度」，和「學生程度配合不上」這些問題。教師只需隨時評估學生接納的情形、參與的熱烈程度，就可以作機動性的調節。
- 教師對學生成績之考查亦可自主決定。爲了澈底改變學生「爲分數而學習」的習慣性考慮，在開學時即宣佈只要參與學習、有作品、繳報告，即可有不錯的「成績」。使學生一開始就能以純粹「求知」的心態參與學習活動。

4. 學科的特性:

由於一切的事物變化均寓於物理原理，所以，只要巧妙的挑選，總是很容易由一個身邊的、不起眼的，但又實際而有趣的小問題來起頭，製作起來很簡單，先使學員完成一個作品而有成就的感覺，再靜下來細心地思考「爲什麼」，這種學習過程很自然，所以進行得很順暢。

所安排的演示實驗，由學員親自操作，現象立即呈現。再依現象當場解說、討論與記錄，未透過課本、講義的閱讀。採取一種採訪、討論與記述的方式進行。

六、結語

當「科學教育」逐漸形成爲一個學門之際，「教學」被當成是一種「科學」來研究；舉凡目標的設定、策略的運用、傳達的技巧、評量的技術，每個環節如何合理而有效的安排都成爲探討的主題。但是追根究底，它畢竟本質上還是一種「教育」，是一種對人「知性」的一種提昇，對人心智成長的一種滋潤和培育，基本上要學習者有意願而且真正的投入。所以，它也不能「制式化」到一式通用，在「教學」過程中得因應當時的情境，作妥善的處理，這是教師最珍貴的「能力」，也應被當成是一種「藝術」。我這一段「通識教育」的教學經驗，由各位行家看來，可能距離「科學」和「藝術」的境界尚遠。只是在此提供出來，作爲教學方法的另類思考的例子。不過，由學生學習的反應來說，這種科目用「做了再說」的教學，其效果似乎也不錯！

附表一：修課學生的物理知識背景

修過的課程	人數	科系(人數)
高中物理	10	資訊(5)、工技(5)
高職物理	7	工教(7)
高一基礎理化	33	國文(16)、社教(4)、公訓(3)、音樂(4)、其他

附表二：修課動機

修課動機	人數
沒什麼，反正通識嘛！營養學分也！	0
規定要修八學分通識，所以就選修了。	14
我想多知道一些物理學，及一般科學的事。	36

附表三：學習與教學評量基準的設定：

A. 對於「獲得學習的滿意程度」評判標準之設定：	
1	極滿意(主動提及[鼓勵學弟妹來修]、[希望再多上一些課]、[有收獲豐碩與類似的感言])
2	滿意(主動提及[開始懂得觀察生活之中的物理現象]、[對某幾項操作或演講受益良多]、[很新的體驗])
3	尚可([敘述中說些肯定的話，但不夠具體列出項目]、[沒有什麼特別的敘述])
4	不太滿意(敘述平淡，無特別感言及談到學習收穫者)
5	失望、不滿(表示教材不合宜或教學方式無法接受或評量不公之中任何一項者。)
B. 對於「教學模式的認同程度」評判標準之設定：	
	<ul style="list-style-type: none"> · 本教學是「先做」，再由「成果」去安排相關的演示實驗。 · 再「先操作」提醒要觀察的現象，再解說，不僅介紹物理原理，還使學生體會觀察、思考，小事件中有大道理。 · 想像或提出這些物理原理的應用。 對於這種「先做再說」或「一邊操作一邊解說」的教學模式，其認同的程度：
1	完全認同(主動提及：[提出容易學習的感覺]、[提出對物理學習改觀之語]、[提議應以實作為主的建議]、[學習經驗愉快充實])
2	認同(主動提及：[實作使他有成就感]、[具體容易瞭解]、[使他感受物理的真實與親近者])
3	尚可([敘述中說些肯定的話，但不具體]、[沒有提及教學模式])
4	希望多一些理論的論證，使實驗意義清楚
5	應先介紹理論，再來說明實驗及操作

附表四：「物理與生活」教學進度表

[單元一]電的世界

活動一：整流器的製作(二節)

- 利用三用電表測電源電壓。
(一邊告訴學生怎麼用，一邊學生實測(每個人都要做))
- 量一量經過變壓器出來的電壓。
(告訴學生怎麼接(示範)，實測出來的電壓(有 3V、6V、9V、12V))
- 量一量二極體的電阻約多少歐姆？
(告訴學生怎麼測電阻，學生實測及記錄。倒個方向再測，是多少歐姆?)
- 銲接二極體，量一量經過二極體後的電源是多少伏特？
(示範銲接方法，學生實作，得 DC 多少伏特的電源?)
- 研討相關問題，如：
你會用三用電表檢查電線有電嗎？
你會用三用電表測手掌的電阻嗎？
你的隨身聽插用家庭電源時，所用的就是這種變壓器和整流裝置。
變壓器、交流電、直流電、整流、二極體功能的討論與筆記

活動二：直流電動機的製作(二節)

- 每人一台，做成功會轉的 10 分，不會轉的 5 分，沒做 0 分。
- 實作，遇問題協助解決。
- 未完成的下週可補交。

活動三：演示實驗(一邊操作，一邊討論及記錄)(二節)

- 電流磁效應(電流產生磁場，測磁場作用)
- 載流導線在磁場中受力(關連到直流電動機原理)
- 電子束在磁場中受力
- 電磁效應(冷次定律呈現的現象、渦電流現象)

[單元二]光與色彩

活動一：色散與彩虹的製造

- 操作：塑膠袋裝水陽光下造成色散，噴霧器在室外陽光下噴霧看彩虹。
- 問題研討

活動二：光譜的觀察

- 操作：觀察鈉光譜，白熾燈光譜。
- 介紹黑體輻射、原子光譜及問題研討

—連續—

活動三：視覺、光影、色彩、藝術

- 演講、投影片
- 問題研討

[單元三]聲音世界

活動一：安裝水波槽，動手操作

- 製造圓形波，製造平行波
- 解釋駐波，測波長、頻率，求水面波波速
- 作雙狹縫干涉，及單縫繞射，觀察現象
- 研討與解說(聲音、光都是波動)

活動二：定音風鈴的製作

- 鋼管、鋼管切割器，線等器材準備。準備各樂音頻率表。
- 剪一截鋼管，聽掉到地上的聲音，修到某一定音。
- 利用 $v = f\lambda$ ，由頻率表推算波長，截取其他樂音。
- 完成 Do、Re、Mi、Fa、So 五音的鋼管

活動三：樂器與音樂的認識

- 學生帶來樂器吹奏，以物理原理來解說。

[單元四]重力與天文

活動一：用石頭珠作成單擺，利用 $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ 動手操作

- 測重力加速度 g 值
- 研討由重量改變，或 g 值來測山的高度
- 研討：重力作用

活動二：天文日曆的研究(事先購買)

- 節氣、閏年、閏月
- 由星象觀測，談宇宙結構

活動三：參觀天文台

[單元五]生物物理

活動一：由脈博透露的訊息(演講、投影片)

活動二：經絡的測量與健康推測(演講及實地測量)

