

如何用心理學及哲學理論 來改進我們的實驗教學

黃台珠

國立臺灣師範大學科學教育中心

你是否對於實驗室的教學感到沮喪呢？學生們常常弄不清楚實驗的目的，教師們也因學生經由實驗活動而發生的學習轉移效果之微小，而生挫折感。

本篇目的是介紹一些心理學及哲學上的理論，希望對於我們的實驗室教學有所啓示，進而幫助我們改進實驗教學。

一、奧斯貝的同化理論及有意義的學習

強記與有意義的學習有很大的差異，就知識的結構而言，強記的學習是指將知識硬塞入我們的腦中，新的知識和舊的知識間並無關連；而有意義的學習是指新的知識不是胡亂塞入腦中，而是和舊有相關的知識之間具有互相扣連的關係。奧斯貝很看重新舊知識間的關連性，他曾說，“若要我將所有教育心理學的理論縮減至一個時，我將要說：影響學習的最重要因素是「學生已有的知識」，應該先將已有的知識穩固強化，並依據它來進行教學”（Ausubel 1968, 1978）。

在一個新的學習當中，最重要的是學生所具有的概念，所謂概念是指一羣事物，其具有共同性或規律性，並能以一個或一些符號來代表，然後直接或間接地教導孩童。

從出生到二、三歲期間，小孩忙著從他所處的環境中去發現各種符號所代表的意義。「爸爸」、「媽媽」、「椅子」、「狗」、「樹」等均是小孩們由所觀察到的事物中歸納出其共同性並應用的概念符號，小孩小的時候會對所有的人都叫「爸爸」，然後，慢慢他才能分辨出其相關的概念。到上小學的時期，一個小學已多多少少學得數千個概念，並且曾用語言去描述概念，這時我們可以利用語言去教導孩童們新的概念，而不須要

要求孩童去發現每一個新概念的規則性。學校、家長、電視和其他來源都提供孩童概念的口語描述和適當的語言標記。

然而每一個孩童對於同樣的概念會有其獨特的意義，從三、四歲起，多數概念的學習不再採用發現式學習，而是採用接受式學習的方式（接受式學習是指新的知識的獲得是直接展示給學生而不經由其親身經驗中抽取其共通性；而發現式學習是指學生必須親身將許多事物的共通性由經驗中抽取出來，並學習其適當的符號）。為要使接受式的學習有意義，則必須使新的概念與已有的概念間建立特殊的關連。所以有意義的學習對於每一個學生，亦有其特異性，同樣的概念在不同的人間雖有差異，但其代表的意義要相似到能夠溝通。例如，一個小孩所稱的「動物」與一個動物學家所稱的「動物」，是能夠相溝通的，但一定是不完全相同。小孩對於動物的概念，一定較動物學家對此概念的複雜性小得多。

所以強記與有意義的學習之間不是二分法，而是連續性的，依據學生新的概念與已有的概念之間相關連的程度而定。

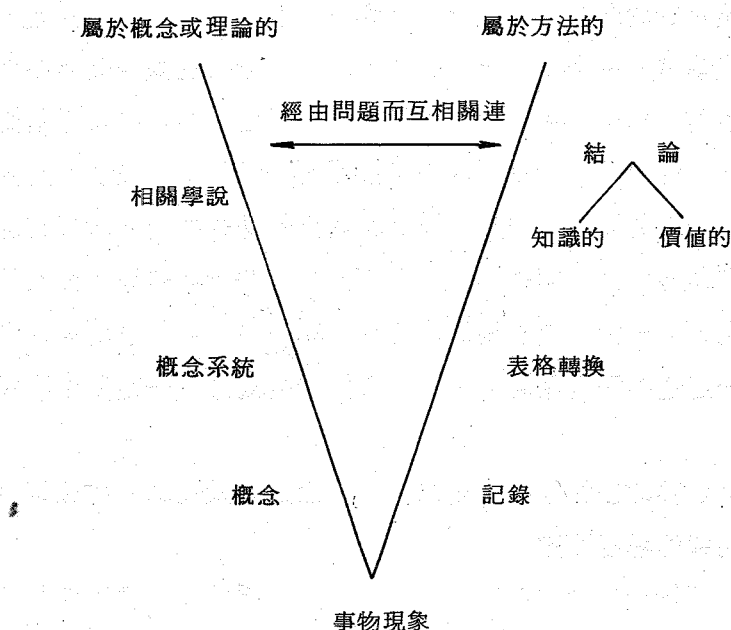
我們所學的，不只是概念，亦有操作技能，如騎腳踏車，使用顯微鏡；也有態度或情緒上的喜好、價值觀等，我們視作情意領域的性質，即正面的或負面的感受。練習是影響操作技能表現的主要因素，但是正如Herrigel（1973）所說，我們若真要精通操作技能，則知識及喜好的心亦是不可缺少的。而學校中大部分的學習，最重要的是如何使得概念有意義，並且培養學生正面的態度。所以技能使我們會操作，但是態度和價值觀卻決定我們操作的意願。

二、應用於實驗教學的哲學理論

康奈爾大學的戈威因（Gowin, 1977）曾利用“認識論V圖”（Epistemological V）的模式來解說知識的特質及獲得的方式，如圖一所示。

在該V字形的左側為概念、概念體系及學說，這些是人所創的，概念的定義我們剛才介紹過，概念體系是指一羣相關的概念，而學說更抽象且包容性較大（如原子學說、新陳代謝）。由於概念體系及學說是建立於概念之上，概念本身常在修正，故學說亦一直在修正。有時一個學說的改變或修正使得下面所屬的概念均發生改變，如愛因斯坦的相對論即是一例。V字形的右側為組成知識的方法或過程，我們記錄事物或現象，再將之轉換成圖表或統計值或用媒體方式記錄，最後形成一些知識上或價值上的結論。在此

圖一 戈威因的認識論V圖



特別要強調，一切方法上的作法均受我們概念及學說的引導，這點很重要。同樣的，新的結論也會引出新的概念、或修正概念，有時甚至產生新的學說。很可惜地，科學家們很少指出他們所具有的概念及學說與他們V字形右邊所做之事之間的關連性，多數的出版物也只討論V字形的右側的因素，因此使得一般人缺少左側相關的概念及學說，故發生無法理解的現象。

那麼，以上所說如何應用於實驗教學呢？我們可以以戈威因認識論V圖幫助學生了解實驗工作，任何實驗教學我們均可找出其在戈威因認識論V圖中的地位，圖二為有關酵素活動的一個實驗，教師應能製作此類的投影片，或將它在黑板上以利實驗教學。其起點是在V圖的底部，即什麼是我們觀察的現象？其次，什麼是我們所要做的記錄，然後決定什麼概念使我們做這些觀察及記錄？什麼概念引導我們做圖表的轉換。最後，我們將所得的結果作一結論，這些如何和原來的現象相關連？在教學上我們常常忽略了那個在背後引導我們走向結論的概念或理論，以及所得的結論是否改變或修正我們的概念。

此戈威因認識論V圖曾被教師們成功地引入教室中使用，且發現效果甚佳，採用此方式分析教學後，學生更能清楚其所學。

再舉另一個例子：當我們要探討脈搏跳動和運動的關係時，我們可用V型圖來組織此

學習過程以便和學生討論。引導觀察的問題是：脈搏跳動和運動有何關係？其觀察的現象是脈搏，在三種情況下觀察：(1)休息時；(2)輕微運動後；(3)劇烈運動後。我們在黑板上記錄每一種情況下脈搏跳動的速率，學生們也許對這些原始數據感覺有趣，但是這些原始數據並沒有什麼意義，除非它能和運動劇烈的情況有一對應的關係存在，所以我們將這些數據表格化，並將數值平均，這樣結論就較易被看出，同時學生也可以將此結論與他已有的其他概念銜接而做出另一個結論，即：脈搏的增加可以增加體內 O_2 的供應，加速 CO_2 及廢物的移出。要使第二個結論能被充分地了解，學生必須要有一整體性的概念，亦即包括呼吸系統及循環系統的意義。

對學生而言理論和數據之間常不易相關連，而科學教師也很少說明清楚相關的學說如何和數據相關，又如何支持所做的結論。雖然學生聽過恆定的學說，但是他們卻很難明白這和他所做的實驗以及所研究的問題有何關連性。在全班的討論當中，學生才有豁然開朗的經驗，能夠將數據及結論的意義溶入其中。

我們在討論中要提出一個有意義的問題：是否運動對我們身體有益？這個問題會引出熱烈的討論，最後大家一致同意運動對我們身體有益，因為能加強我們呼吸系統及循環系統。

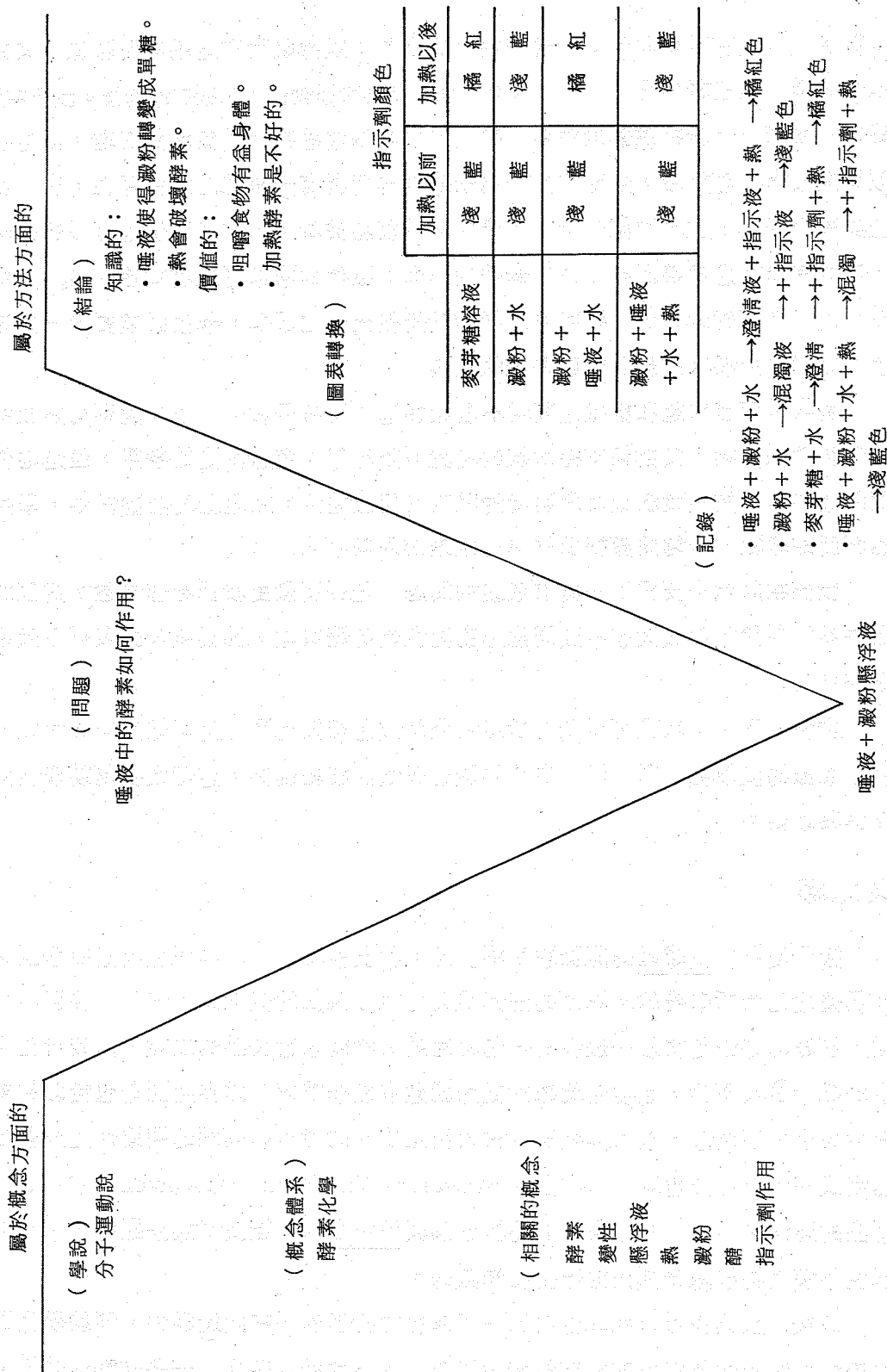
在價值觀上，我們可以問“所以我們應該怎樣做呢？”這個結論所以因人、因社會對此知識的價值觀不同而異，有時知識會與價值觀相衝突，這時須要幫助學生由他自己去解開此結。

概念圖

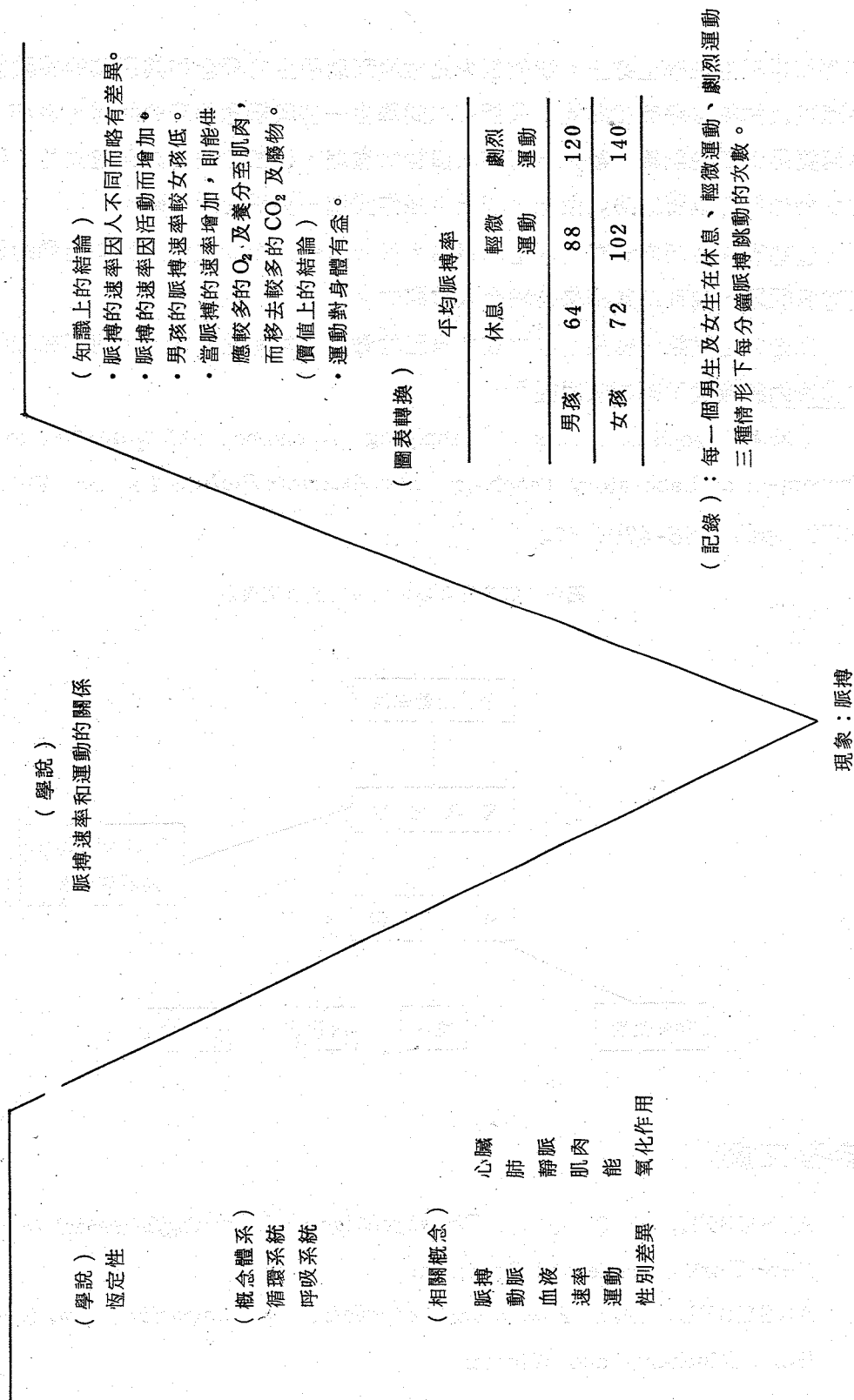
除了使用「戈威因的認識論V圖」外，我們發現若是幫助學生建立概念圖，可幫助他們整理他們所學得的。圖二的酵素研究可以以圖四的概念圖來表示。要製作一個概念圖，最好的方法是將最一般性的、包容性最大的概念置於圖的頂端，而較特化、包容性小的概念置於下面，且愈是簡單的概念圖愈有教學價值，因為此圖若包括教材單元內所有大大小小的概念，則毫無疑問的會太複雜了。同時若將其間的關連性完全畫出，則必然變成一大團什麼也看不清的圖。Stewart, Van Kirk, 和 Rowell (1979) 曾對概念圖的製作提出了一些建議。若將概念圖與戈威因的認識論V圖搭配使用，則可以幫助學生了解生物學家是如何獲得生物知識的。

最後，我們也可以和學生討論一下學習的心理學，在此過程中，幫助學生了解除非他們能將新的知識與已有的舊知識相連合，否則他們只能死記一些知識的結果，而這種

圖二 以戈威因認識論V圖表示，實驗活動之一例



圖三 脈搏跳動率的實驗，以戈威認識論V圖表示



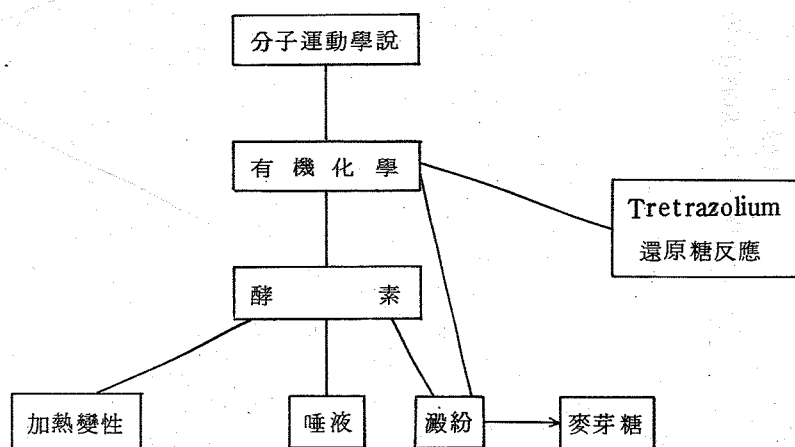
情形卻常發生在學生身上。我們很少刻意地幫助學生將概念和其所做的實驗記錄、表格整理以及知識結論等相關連。我們可以問學生一些與概念相關的問題，例如，你如何及為何要得到這些記錄，數據為何要做這樣的整理，這個結論是如何建立的？這樣經由探討活動他們可以將結論與概念相連結，並作為進一步研究的基礎。

這些教學技巧真能幫助學生學習嗎？Novak等人相信它能，目前他們的研究重點就是這個問題，到目前其結果還蠻令人欣慰的。

但是真正試驗的結果是建立在你自己的教室及實驗室教學上，何不在你的教學上試試戈威因認識論V圖的效用呢？

(參考 Joseph D. Novak , “ Applying psychology and philosophy to Improvement of Laboratory Teaching ” *The American Biology Teacher*, Vol. 41, No. 1979. pp. 466-470, 474)

圖四 圖2的實驗以簡單的概念圖表示



參考文獻

1. AUSUBEL, D. P. 1963. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
2. AUSUBEL, 1968. *Educational psychology : a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

3. AUSUBEL, NOVAK J.D. and HANESIAN, H. 1978. *Educational psychology :a cognitive view*. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
4. GOWIN, D.B. 1977. *The domain of education*. Ithaca, New York: Cornell University, Unpublished manuscript.
5. HERRIGEL, E. 1973. *Zen in the art of archery*. New York: Vintage Books.
6. KUHN, T. 1962. *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
7. NOVAK, J.D. 1976. Understanding the learning process and effectiveness of teaching methods in the classroom, laboratory, and field. *Science Education* 60(4): 493.
8. NOVAK, 1977. *A theory of education*. Ithaca, New York: Cornell University Press.
9. SCHWAB, J. J. and BRANDWEIN, P.F. 1962. *The teaching of science*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
10. STAKE, R.E. and EASLEY, J.A. 1978. *Case studies in science education*. 2 vols. Washington, D.C. U.S. Government Printing Office.
11. STEWART, J. VANKIRK, J. and ROWELL, R. 1979. Concept maps : a tool for use in biology teaching. *American Biology Teacher* 41(3),171.
12. SUCHMAN, J.R. 1961. Inquiry training: building skills for autonomous discovery. *Merrill Palmer Quarterly of Behavior and Development* 7: 148.
13. TOULMIN. S. 1972. *Human understanding, Vol. 1: the collective use and evolution of concepts Princeton*, New Jersey: Princeton University Press.
14. 蘇賢錫, “最近科學教育研究的動向——歐美的中等科學教育”科學教育月刊, 54, 中華民國71年11月發行。