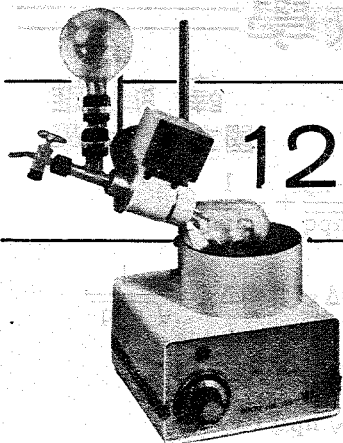




12 月份

國中生物教室

楊榮祥
國立臺灣師範大學

自古理性主義（rationalism）的哲學家們，相信人類生來俱有天賦的能力，教育的目的，就是協助學童發展這種天生的能力，教師必須妥善安排其學習環境，幫助學童在學習活動中，自行發現科學的真理。

當代的認知心理學家（cognitive psychologists），尤其布魯納（J. S. Bruner，註1）主張學生應由「發現」中學習（learning by discovery）。他認為教師應設法安排有利發現各種事物「結構」的情境，讓學生們在探討活動以及操作活動中，自行「發現」科學概念。這種所謂的「發現式教學法」，要求學生自行探討、摸索、操作、對照比較、甚至尋找矛盾，以發現學理結構。

最近十數年來這種「經由發現而學習」的理論，似乎都已經為世界各地的科學教育家所接受。新的教材教法，都強烈反映學生自行學習（self-learning）的重要性，認為學生自動自發的學習，才是最好，最有效的學習法。教師屬於協助的地位。他是幫助學生探討科學的人，而不再是「權威」知識的分配人。支持「發現學習」的科學教育家們，相信學生應該能夠由他的環境中，吸收各種刺激，予以演繹，同化而獲得其學習效果。

在這種活潑而具體的學習活動中，教師除了

為學生事先妥善安排「充實而豐富」的學習環境之外，還要具備如下各項認識：

1. 這種學習方式較為費時。教師必須給與充分的時間，讓每一個學生都有積極參與活動的機會。
2. 必須允許學生自己發現問題答案，應避免直接給學生提供答案。
3. 當學生遭遇到困難時，教師應提供解決困難的「線索」或「提示」，讓學生自行解決繼續探討。
4. 對於學生發問時，必須考慮其是否具有啟發性。能否幫助學生找到探討的正確方向，並刺激其發現活動。
5. 隨時觀察並評量學生的探討過程，做成記錄，以為評量學生個別成就以及教學設計之依據。

我們國中生物課本，也接受「發現學習」的理論，減少「敘述性教材」，大量增加「實驗」的份量。為的是給學生們充分的時間，從活動中學習發現。就是課本中「敘述性」教材，也應儘可能設法刺激並引導學生，積極參與討論活動，在教師與學生們，大家的「相互作用」中進行其學習活動。我們切實希望，大家早日捨棄「老師講——學生聽」這種最落伍的、毫無意義的教學方式。

教材研究

第六章 生物體內恆定性的維持

●本章最主要的概念

- 1 生物的環境時常不斷地變化着。
- 2 生物細胞對於環境改變的忍受力是有限的。
- 3 生物體內具有多種控制及調節的機制，以維持體內環境之恆定，使細胞能正常生活。

〔第一節 控制系統的模型〕

美國的SAPA教材（Science-A Process Approach，註2），特別注重學生科學過程技能（process skills）的培養。他們所分類的科學過程技能中，曾經列有一項「建立模型（formulating models）」的技能。要求訓練學生將複雜的「整體」，簡化以表達其重要的基本結構或機制——也就是「模型化」。

本節教材以水槽模型為例，說明維持「恆定」的機制。教師宜特別注意，學生是否能理解此項「模型」所代表真實的機制。在這控制系統中，浮球就是「感覺受器」，它是「偵知」水面下降的「器官」；活塞的開關就是「反應器」，它就是「反應」以調節水流的「器官」。動物體內任何維持恆定性的機制之中，均含有這種「感覺受器」與「反應器」，前者偵知體外環境之改變，後者則藉以維持體內環境之恆定。

〔第二～三節 神經調節的機制〕

瞳孔能反應光量而調節其大小；食物入口，唾腺立即分泌唾液；腳底踏到尖物時，腳自然縮起，這都是不經大腦非意識的反射作用。前二者屬於延腦反射，後者則屬脊髓反射。書上有幾個「術語」，如「神經系統」，「腦」，「脊髓」，「神經」，「運動神經」，「感覺神經」等名

詞。我們並不要求學生記憶這些名詞的「定義」。教師宜指導學生正確使用這些名詞，以說明「調節」的機制。如果能運用這些名詞，以建立課本所敘述各種神經調節機制的模型就更好。例如：

（刺激種類）	（感覺受器）	（反應或調節器）
（模型）水面下降→浮	球→活塞開關（放水）	
光量改變→眼	睛→瞳孔（放大或縮小）	
尖 石→腳底	感覺受器→腿部的肌肉（腳縮起）	
食 物→口腔內	感覺器→唾腺（分泌唾液）	

上面這些調節機制，均屬「反射作用」，不需大腦的意志參與，非常迅速的反射。當然同時也有大腦所參與，也就是說，由大腦指揮的意識反應。因必須經過大腦的考慮（統整作用），所以反應較慢，但，其效果則較為完整的善後處理（如課本圖6-4）。反射作用，也可以使動物能有效應付緊急的事故。

實驗6-1～6-5等五次實驗，均為有關感覺受器特性的實驗。教師宜從旁輔導，幫助學生從其操作活動中，發現其中所蘊藏的主要科學概念。實驗每一個步驟及問題，均具啟發性。教師要藉以發展其探討科學的技能。

實驗6-1 光量和眼睛

實驗技術：

- 1 閉眼的時間盡量延長，使瞳孔盡量放大，觀察就較為方便。如有暗房，效果更佳。
- 2 如不用手電筒，用自然光也可以，但，宜事先提醒學生，切勿直視太陽，以免使眼睛遭受無法挽回之傷害。只要能使受試者之眼睛，受到「明顯」的明暗差異就可。

3 觀察記錄應如下表：

步驟1	兩眼瞳孔均縮小
步驟2	左眼瞳孔縮小
步驟3	右眼瞳孔縮小
步驟4	無差異

學生應發現的事實或科學概念：

1 瞳孔在光量變大時，迅速反應而縮小；光量變小時，則放大。

2 瞳孔之開放、縮小均不受意志控制。

3 人類的兩眼同視一物，兩眼反應一致。

(說明：瞳孔反應是一種延腦反射，兩眼的反射運動中樞就在延腦。當未遮蓋一眼所受之光的刺激，傳到中樞時，中樞就使兩眼同時產生同樣的反應。)

4 膝蓋反射、眼皮反射、吞嚥反射等，均屬反射反應。

(說明：其中樞均在脊髓或延腦)

實驗 6—2 壓覺的測定

實驗技術：

1 在實施分組實驗之前，教師可考慮先做一次示範。請一位學生出來，用兩枝鉛筆尖，輕觸其背部皮膚，問學生感覺到幾枝鉛筆尖。反覆數次，每次均改變兩筆尖距離，並提醒學生注意兩筆尖接觸要輕、要同時、要均勻。

2 能感到有兩筆尖之最短距離，約可代表皮膚上所分佈各壓覺受器間之距離間隔。

3 本實驗中，受試者必須看不到主試人之動作，以免受心理影響，而發生誤差。主試人可偶而改用一支筆尖，以檢驗受試者是否「誠實」。

學生應能發現的概念或應能推理事項：

1 當兩筆尖距離太小，只有一個感覺受器受到刺激時，只有一個訊息傳入腦(中樞)，故只感覺一個筆尖。

2 在手臂內外側相當部位，外側壓覺受器的分佈，通常都比內側的密。

3 人類各種感受器的功能，都有其限度。各種動物也都有其不同的功能範圍。人感覺不到環境中過大或過小的變化。例如，在黑暗的地方，貓能看見人，但，人却看不到任何東西；人類

聽不到蝙蝠所能聽得到的超音波；狗能聞到人類的嗅覺受器所不能接受的微弱氣味。但人類仍能藉收音機及電視機等儀器，將任何動物都看不到、聽不到的電波，轉變成可看得到、聽得到的聲光影像。

實驗 6—3 神經的疲勞

實驗技術：

1 三個玻璃杯或空罐，大小品質都要相同，愈大效果愈好，但以操作方便為度。

2 溫度不一定就要定在甲 45°C ，丙 12°C 。可以乙(自來水)的水溫為準，提高 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 為甲，降低 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 為丙。

3 對於乙杯內的水，左手(因已適應溫水)會感到「冷」，但，右手(已適應冷水)會感到「熱」。

數據解釋或應發現之主要概念：

1 無論左右手，在熱水或冷水中相當時間之後，皮膚上感覺受器，對於該溫度的刺激已疲勞，所以對乙的水，分別感到冷或熱。

2 皮膚上感溫的感受器，只能偵知冷熱程度之改變。它們並不是「溫度計」。

實驗 6—4 後像

後像就是視覺的一種暫留作用所產生之幻像。後像也有「正像」與「負像」等兩種。如果暫留的像與原物的形像顏色都相同，那是正像。如果這暫留像，如同相片的底片，其明暗相反，顏色為原色的補色，那是負像。

正後像是因視網膜的慣性，在真正的影像消失之後，仍存在一段時間，但通常為時甚短。負後像則可能有較為長久的暫留作用。當人凝視一物時，視網膜上活動的「視紫素」就增多。這時如果移開視線，看別處的白紙，因活動的視紫素仍殘留，而刺激視網膜，使腦仍覺得「看到」原

來看到的那個物體，不過這時，又因對於物體原色已感「疲倦」，所以所「看到」的物體顏色就呈顯原色的補色。（紅色與綠色互為補色，黃與藍色也互為補色。黑與白則為亮度²的對比，在負後像中，也會現出相反的情形。）

實驗技術：

1 為「製造」後像，凝視物體的時間不妨延長一些。每個人眼中「顯像」的時間並不一樣，差異甚多。

應發現之事實：

1 後像是視覺上一種疲勞或慣性現象所產生。

2 後像常常是黑白相反，顏色則為原色之補色。

3 電影的原理，是利用人類視覺上的這種暫留現象，所以看到連續的活動動作。夜晚劃過星空中曳光的流星，國慶日放焰火壯麗的光輝景象，均屬此類現象。

實驗 6—5 指尖的感覺作用

實驗技術：（應無困難問題）

應發現之事實：

1 手指的感覺受器可替代眼睛，將刺激傳腦，以調節手臂的動作。

2 腦與手臂運動之間的協調作用，會因練習（反覆經驗）而獲得熟練進步。

疑難問題與解答

〔問〕關於實驗 6—2 壓覺的測定，我已經教過好幾年，每年每班學生所得結果都相差甚多。這些誤差的原因是什麼？難道壓覺受器的分佈狀態，有那麼大的個別差異？

〔答〕來信中沒有提供這項「誤差」的實際數字，不知有多「大」差異。不過請再試一試，要求學生們更仔細測定。有些主試的學生「用」針過重，也有些學生過輕；也有些是「時重時輕

」，還有的受試學生的汗毛較密，常因而影響其壓覺。當然，本實驗並不是「精密」實驗，發生誤差實在是「在所難免」。但教師仍應要求主試學生要仔細一點，例如，兩針頭要同時接觸受試學生的皮膚。兩針頭壓力要相等。教師要設法鼓勵學生「耐心地」，「細心地」進行此項測定。

這是「簡便」的實驗，所得數據不可能「精確」。但事實上，本實驗較重要的行為目標，應該放在「實驗態度」，「記錄方法」以及有關數據的「處理」與「解釋」等科學過程技能之培養。同時我們希望學生也能說出手臂內外兩側壓覺受器分佈密度不同之意義。

註 1：林清山：科學教育的心理學基礎（下），

本刊第二期，第 15～16 頁，民

國 65 年 10 月

註 2：郭鴻銘：科學素養之涵義，本刊創刊號，

第 12～13 頁，民國 65 年 9 月



白頭翁四出尋找蟲子，帶回巢窩分配餵哺幼鳥（上）。但母雞則將小雞帶到適當的地點，讓小雞自行經驗學習尋食的方法（下）。發現式教學鼓勵學生自行探討，在探討活動中，發現科學概念，大自然的法則。

