

# 教育叢著

第六十七種

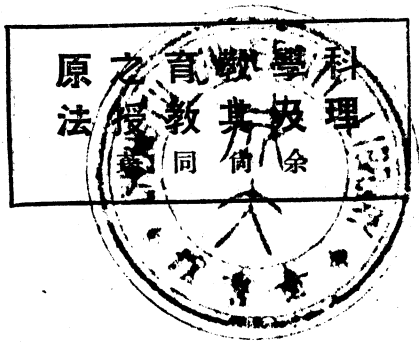
教育雜誌社編輯

科學教育之原理

及其教授法

上海商務印書館發行





科學教育之原法



|   |   |
|---|---|
| 六 | 教 |
| 週 | 育 |
| 年 | 雜 |
| 彙 | 誌 |
| 刊 | 十 |

目次

斯賓塞之科學教育論……………(一)

理科教學新原理的建設……………(九)

一、緒言 二、理科教學的職能 三、理科教材選擇的原理 四、學習法的訓練

小學校之科學教授法……………(三三)

一、導言 二、小學校科學教授之範圍及其位置

三、小學校科學教授之目的 四、小學科學教授之材料

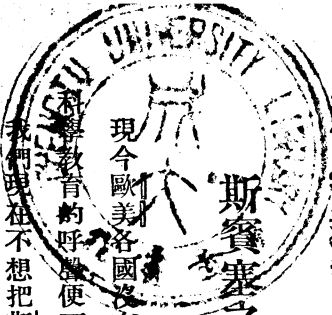
五、科學與其他各學科之聯絡 六、科學教授之方法

理科的設計教學法……………(六五)


一、總論 二、理科的眞價值 三、理科教學法和兒童心理

四、理科教學法 五、設計的教學法 六、理科的設計教學法

# 科學教育之原理及其教授法



斯賓塞之科學教育論



余尙同

現今歐美各國沒有不注重科學的教育；而在歐戰以後爲更甚。我們聽到了這科學教育的呼籲便不能不想到半世紀前一位主張科學教育的學者斯賓塞了。我們現在不想把斯賓塞在科學上的事業敘述出來，但欲看他怎樣地重視科學，怎樣地主張科學教育。對於他的教育論，固然也有說他思想陳舊而輕視他的。但我們須知天才之思想與藝術，是不能磨滅的。試看希臘的思想，和新生時代的藝術，不是到今還是新的麼？斯賓塞的教育論，翻譯了十幾國的文字，支配了全國人的心理，我們倘以新眼光去看待，確實還有許多可以寶貴的地方，卻不好以短

淺的時代觀念去輕視他呢。

思想與藝術，固賴天才去發展。但天才的工作，也不是全無依賴的。如斯賓塞之教育論，就有許多根據於培根彌兒頓陸克盧騷裴斯泰洛齊諸人的學說，他不過加了一番鍛鍊，用新的識見新的色彩去鎔化。我們現在要應用他的教育論，自然也當用這一種的意味。所以他的主張，雖有偏宕的地方，而我們卻須先以同情去解釋。

英國的教育家，現在多主張不偏重古語而注力於實用及科學的教育。唱道這說的人，在先固有陸克及彌兒頓，但最烈的終要推斯賓塞。

斯賓塞爲什麼這樣注重科學教育呢？因爲他相信科學是價值最多的知識，是自己保存及生活維持最重要的知識；科學又是能任完全的教養，解釋國民的生活的責任，而且還能與人以藝術享樂的根柢。

斯賓塞所以得到這個科學萬能的結論的過程，我們也須加以考察。他的教育

論，是由四篇論文而成。上段所說的科學萬能論，雖是教育論的第一編而脫稿反在最後。他以爲世人對於古典及數字價值的大小，有種種議論，但多偏於經驗，全無確實的論據。又以爲教科的價值論應有一般的普遍的論據，故第一個必要條件，爲求得價值評價的標準。他於是求這個條件於生活。而他所謂生活，不是限於物質的，乃是廣義的；就是當從物質及精神兩方面來完成的。這個說法，自然沒有一個人人生異議的；惟他的立論，是從生物學的見解而出發，故以自己保存爲中心，又在這裏力說物質的意義，而置科學於教科的第一位。因此就有人批難他，說他完全蔑視了人文教科的價值了。

這種批難，在斯賓塞的教育說裏，自然是不能免的。因爲他的合理的根據，雖屬正當，但根據標準的解釋，實是偏頗而不平。但我們對於他所以要這樣解釋的理由，也可以替他辯護的地方。他因爲當時教育不重實際，想覺悟一般人民，故主張改革，要求改革意義的明瞭，遂不免趨於極端；這就是矯枉者過正的作用。從他

的議論發出以後，保守派的英國，果然革新，把實用與科學，列入教科之內。這又不能不說是他提倡的功勞了。

他的科學效果論，固為極端的主張。但這個主張，也不能說他謬誤。因為科學（包括人文科學）在實質方面形式方面都有陶冶的價值。所以他的主張，實有分析討論的必要。我國對於科學教育，還在幼稚的時期。倘能理解他的革新的主張，認識科學的價值而亟謀實施，就已受益不淺了。

以上所說，是斯賓塞科學教育論的主張，現在且再看他的科學教育方法論。簡單說來，他的方法，只是歸納的方法，發見的方法。這個方法的合理的根據，實為生物學的及文化史的反復論。但欲把這個理論應用到實際，或者不免要失敗。因為他的理論與實際應用之間，很有許多間隙。照理論講，不當有這樣的間隙。惟欲以有限的人力，行這種理想的事實，實在有些難能。故反復論在理論上雖極正確，然不能不承認有少許的變更與例外。

反復論在十七世紀之末，已經有人唱道，不過當時僅爲文化史的類推，富列白爾曾本生物學的見解來主張，但論據薄弱，議論專以類比爲主。到了斯賓塞，則根據遺傳的事實，而論列較爲精確；這個便是他的特色。但反復論對於斯賓塞尚非一般的議論，而爲自然主義自然的見解之一特殊原理。故我們更當就他的自然的教育來討論一下。

自然主義的應用於教育，起源甚早。我們也不必推論到最初，只就哥美紐斯、盧騷、裴斯泰洛齊等學說看來，已經有了自然主義的色彩。到了斯賓塞，受著生物學與心理學的影響，更能發揮擴大。以他的學說和今日依據這種科學所唱道的自然主義相較，固然不及其精密，但比諸前代的思想家，則他的議論，已經是富於科學的意味了。

斯賓塞本於自然主義，遂力說教育上興味及愉快的重要。這裏固然也有近於快樂說的地方，但興味的說法，實和他的「早教育」的主張（這主張實本於裴斯



泰洛齊)相對。因爲早教育的可能與效果，須基於興味的緣故；但他也不是論單純的愉快與興味的，看他「知識收得以苦痛爲必要」的說法，就可知道。他所以要稱道的，無非爲了和知能的發展有利益。若想得到經驗的確實，必須從苦痛入手；故現今所行的軟教育，實在應當加以矯正的。

實行發見的方法(歸納的方法)必定要遇著苦痛。照我們的猜度，以爲這個方法，比較暗記法則，要多費時間。實則不然，如現在主張自己活動，也不是浪費時間。凡天才的創作，獨創性的教育，都要從這裏產生；這點應得請大家要留意。

斯賓塞又論概念的陶冶及思考的陶冶，我們也當注意。排斥強制的教育，原是主張教育革新者的公言。但斯賓塞論規則的暗記而及於原理及概念的陶冶，實有許多可取。他以爲規則雖束縛我們，而不能使我們心服，尤不能了解他的意義。至於原理，則必當使人心領神會而豁然貫通。原來他是主張科學的合理的教育的，所以自然要發出這種言論來。

到了現在，斯賓塞的書籍，雖等於過眼的雲煙。但大戰以後，教育革新的論調，已遍於各國。則斯賓塞的精神，實在還是常存的。



# 理科教學新原理的建設

太 玄

## 一 緒 言

戰爭是教育之父。世界大戰，給與社會各方面的贈品，實在不少。尤其及於教育上的影響，和別別各方面所受影響的總計比起來，還要大得多。何故呢？因為教育是社會的事實、人文現象底一方面，與社會上其餘諸現象，有極密切關係底原故。況且理科教育，本是直接與軍事經濟產業等有關係的；所以世界大戰以後，各國都非常發展。即如日本，他參戰以來，輸入品全然杜絕，於是理科學者，傾注全力於理化學的研究；他的餘波，就造成普通教育上理科教育振興的機運。現在日本小學校令施行規則，已經改正，初等小學第四學年，就要課以理科。我國雖尚未改正，然世界的學潮所趨，我國怎能故步自封不求進步呢？所以現在特把日本里見嘉一氏所發表的「理科教學新原理的建設」一篇，譯述如下，供我國教育家研究的。

資料，想來亦是有點用處的。

## 二 理科教學的職能

最近理科教育的振興，靠著現實主義實用主義之要求的頗多。考查西洋最初將理科編入學校教科中的理由，是因於一般陶冶形式陶冶底方便。日本的小學校，從明治五年學制發布以後，凡十五年間，博物物理化學衛生等各分科，都以獨立的名稱，列入教科目的當中；到了明治十九年的小學校令，方才統合成爲理科的一個科目。當時是斯賓塞等功利教育主義極盛的時候，而裴斯太洛齊主義的教育說，亦已輸入，小學校裏，偏重一般的陶冶，多方的教育，亦確是實情；所以「理科與現實生活相接觸」一層，大家都不甚重視他。然最近以文化的進步，學說的推移，於是打破這個傳統，理科教學的主義，就大大地和從前不同了。我現在從他教學上所附與的種種機能當中，抽出最要的四項，述之如下：

(一)科學的訓練 科學是從確實的事實而出發，本於正當的論理法則而研究的。所謂科學的訓練，就是依這科學的研究法而陶冶兒童的意思。試看現代的文明生活，不問業務如何，他的實行上，不單單應用科學的智識，並且還都要求他研究的精神方法。所以科學的研究法，決不是科學家所專有，是要使他通行到社會一般的。小學校的理科，雖則不是要使兒童都成科學家，但要理解應用自然科學中一切的智識，更培養他發見創作的的能力，決非用科學的方法不可。即小學校的諸教科中，最適切於科學的訓練底，就是理科了。

(二)創造性的發展 要求創造性發展的聲浪，不是單單對理科教學而發。就像藝術教化運動，在圖畫手工文藝的教授上，有多大的要求。唱道勤作教育的，亦唱道創造的自己活動。主張人格的教育學的，亦力說人格的自由與創造性的活動。藝術、人格、作業，在某意味，雖頗自相矛盾；但他們對於教育上發展創造性底主張，則實相一致的。理科教授上採用科學的方法，以嚴正公平之批評的態度，而實

驗、觀察、分析、綜合，或為假設的設定，而運用最大膽的想像力，都不外於創造性發展的計畫。我國的學界，絕少獨創的大發見；又我國的產業，不能好好的開發，這都是教育法應該負責的。就是今後的教育，應該竭力注意在這個方面。

(三)開化事業的會得 這一項，是從來現實主義功利主義的主張所最重視的，就是教學上所稱為實質的陶冶底部分。最近理科教授的進步，在於著眼科學訓練及力說創造性發展的一點；但要使兒童當下發見古來大學者專門家受多年辛苦始能發見的原理原則，那是萬萬不可能的。理科教授，是使兒童立於發見者的地位，常常不失考案創作的態度；最近的目的，要使他會得古來專門家所發見的原理原則及應用他的開化事業。從來的教育法，唯以模倣現成的業蹟為事，只用所謂講演式的教授法，顯示的教授法，暗誦的學習法，速記的學習法等；而今天的教學法，應該使兒童尋求發明發見的逕路，養成他新發見的能力。

(四)正確人生觀的養成 古語說，人是萬物的靈長，這話原是不錯。然若以靈

長自負，蔑視別的一切生物，或不知自然界中有統一的理法底存在，那就失卻靈長的資格了。又信仰是吾人必要，但違反事實的信仰，就是迷妄。觀察自然，理會自然界中有微妙的統一底存在，於是就有真的信仰發生。迷妄能妨礙社會的進步，貽禍害於人生，是古來幾多歷史的事實所證明的。那些違反事實的信仰，多由無知識而起。要使國民得著正當的人生觀，導引於正當確實的信仰，是要全靠理科教學的力量了。

### 三 理科教材選擇的原理

理科教師的編製教授細目，固是非常苦心經營的；然他的苦心經營，多屬徒勞，這都是研究方法不適當的原故。許多的人，單單勞心於具體的材料底蒐集，至於選擇的材料，當如何合於教育的本質，又選擇的標準，當求之於何處，大都沒有一定的計畫，這不是一個大缺陷嗎？所以我在這裏，不得不將選擇教材的原理，略為



說：

理科教材的選擇，當以教材選擇底一般的原理為規範；同時又須發揮理科特有的職能。理科是綜合各種獨立的自然科學而成立的；所以他的教材，要仰給於自然科學，亦是當然的事情。然純粹專門的科學，亦有不合兒童心理的要求底；若是這樣的教材，便不能採用於小學校中。又有極合兒童心理，而於社會生活上沒甚意義的；亦依然不能取為教材。就是固有的科學系統，一定要加以種種的取捨變更，使他變成新的內容組織所謂學校科學的理科而表現底。

低學年教材的選擇，當顧慮兒童的日常生活，與他心理的要求相適應，而不可專顧社會的要求，這是現在教育學者所確認的。如智能檢查的結果所示：兒童是受外部複雜生活條件的影響而次第成長的；所以做他知的慾求底對象，亦就是他環境當中的事事物物。圍繞兒童四周的，無一不是理科的材料。古來有主張教材要從鄉土採取的，他的根柢就在於此。然以前的理科教材，多以固定的事物為

限；從兒童環境當中應於兒童能力而選擇的，非常的少。所以在教室內學習的事項，都是與兒童的經驗大相懸隔，這樣的理科，不過是個具文罷了。

再有各學年的博物及理化學的材料，應當以如何的比例分配呢？現在也說一說。一般人都以為低學年（初四）的理科教授，應當博物教材多些，這是我甚不贊成的。他們不主張多採取理化教材的理由，大概因為：一則實驗極難，一則理論不易理解。然我敢斷言：實驗亦不必定是困難，理論亦不必都是難解。實驗全是技術；只要指導得宜，初等四年生程度的實驗材料，是多得很呢！理化的理論，固然是有難解的，但小學校的教材，貴乎簡易，何必講到艱深的理論呢！

#### 四 學習法的訓練

這所說的學習，若用廣義解釋起來，是含有獨立而收得知識技能的作用底；但教育上所用的學習，是受教師指導底意識的學習。教學就是使生徒獲得正確知

識技能底作用，而生徒的獲得，是要靠他自己活動的力量底，教師只好算是他的媒介人指導人。從來教授法的研究，都是以教師活動為主，而照現在的趨勢，必須改做指導兒童學習法的研究（就是學習訓練的研究）了。

我現在試就理科學習訓練上重要的數項，略述如下：

（一）觀察 觀察是知識的門戶，是發明發見之母。我國古來都不在這上頭注意，只曉得依著文字學習。這樣的傳派，直到今日還受他的影響，真是一件遺憾的事情。特於理科，若是沒有實地的觀察，他的知識，就全然是空虛的了。原來兒童是對於四圍的事物很注意的；不過兒童觀察的心理，亦有種種，所以我們要建設學習指導法，非先探究兒童的心理不可。今將兒童觀察心理的特徵與其指導法，略述如左：

（1）觀察是隨於年齡而發達的。希的倫氏嘗把兒童觀察發達的型式，分做個物期、活動期、關係期、性質期的四期，這就是兒童觀察隨年齡而發達的層次。

科教學上，若忘卻這樣的關係，那就要勞多而效少了。

(2) 兒童的觀察，是想像的情緒的感情移入的擬人的，不是分析的認識的。這是依兒童日常生活而知道的。枯燥無味純理論的分析教授，必不能適合於兒童。然不為理論的觀察，在生活上終是無用；所以引導兒童使進於確實的觀察，亦是必要的。

(3) 兒童的觀察，是感覺的具體的 觀察的精粗，依於觀察的態度而定。要使兒童本於一定的見地（即概念的抽象的原則）而觀察，是很難的；所以對於兒童，用特別的方法，實為必要。依薄爾斯脫的實驗，意志激勵法，是最為有效。

(4) 兒童的經驗，是依於運動感覺的 撒伊海爾脫嘗說：兒童熟知的事物，是他自己處理的。富列白爾亦說：兒童的觀察，是從他自己手的動作而來的。這都是可以用實驗心理學證明的事情。

(5) 兒童的觀察，是極其遲緩的 今日的理科教授，兒童觀察，多為教師的命

令所左右，觀察的時間，至爲迫促，好像走馬看花一樣；這亦是大可考慮的一件事——情。

(二)實驗 實驗與觀察，同是科學研究上不可缺少的要件。觀察是觀自然的原形，實驗則要改變自然的現象，故要種種的技巧。在於此點，實驗比那單純的觀察，是難得多哩！然從勤作主義的教育、筋肉活動主義的主張看來，實驗實是教育上最有價值的事情。況且極能發起兒童的好奇心、刺戟他的興味、爲論理的思考底源泉，在理科教育法上，是非常重要的部分；所以是必要十分研究的。

(1)發見的實驗及證明的實驗 理科教學上，在這兩種實驗法當中，用那一種好呢？這是要依材料及兒童而定的。照現時的趨勢，大都採用發見的方法，使實行所謂試錯法，經驗發見者苦心研求底徑路，歸納種種的事實理法；教育的價值，就在這一點上頭。然而實驗以相當的豫備知識爲必要，所以教師是要詳細指導他的。

(2) 實驗器具藥品等的處理 實驗器具藥品等就是實驗的武器。至於處理此等的訓練法，必須從種種方面加意研究。現在姑從經濟、防止危險、及使用法的三點，略述大概。要使實驗有效，材料定須豐富，是無待言的。近來理科思潮勃興的結果，不論何等邊僻地方，多少總有些理科的設備；這都是從地方稅的負擔來的，想到這裏，我們就不能沒有一點感謝的意思了。像特別的實驗費，雖是不多，但器具的破損，耗費卻是可觀；所以使生徒本於經濟觀念、感謝觀念、小心翼翼的處理器具藥品等，漸漸養成他經濟使用的習慣，很是要緊的。又實驗往往發生意外的危險，故於實驗準備及整理上，亦要有充分的監督指導。再實驗本是一種的技術，苟非常常練習，決不能馴熟；所以使生徒自己從事實驗，亦是必要。

(三) 因果關係的考察及理法發見的訓練 實驗及觀察，本是以發見他的理法為目的。然兒童對於實驗，只把他當作幻術一樣看，只有詫怪驚眩的意思；至於其間所有的理法，是不曉得考察的。所以教師的訓練，要注重這一點才好。

(四)學習簿的處理 學習簿，從來都喚做筆記簿；近因教育的進步，他的名稱，亦就隨之改變，他所有的價值，亦就和從前大大不同了。就是從前的教育法，把學生放在靜的被動的暗誦的地位；從這樣的教育法看來，學習簿不過是記載教師口授和板書的備忘錄，所以只可喚做筆記簿。然現在的教育法，是把學生置於自主的動的創造的地位；在這樣的教育法上，學習簿，就是學生發表整理自己考案創造的事項底機關。所以但看他學習簿上發表的，就可以觀察他的活動狀態了。現在的新教育，必須為學習簿使用的訓練，就是為此。

(五)校外教學 理科是關於自然的教科，故當使其直接觀察自然而學習。非常廣大的自然，在狹窄的教室裏面教授他，不是極不自然的事情嗎？就算能够教授，亦不過教授他很小的一部分；或有錯誤的地方，亦論不定。那麼校外教學的必要，正不必喋喋了。但這校外教學，很有種種的難點；就是兒童一入校外紛雜的境界，注意力就要散漫，竟弄到一無所得，亦未可知。又往返極費時間，致妨害別種科

目的教學，亦是有的。再到了校外，所要用的東西往往不能唾手而得，還有那樣東西是那個地方沒有，要完全的調查他，然後從事教學，頗不是容易的事情。雖然，難是難了，我們豈可怕難，就使理科教學只有形式，而不求他徹底嗎？





# 小學校之科學教授法

陳兆蘅

## 一 導言

歐戰以後各國注重科學更甚於前。無論田野、工場、或商務均須受有科學訓練者始能操作其業務，毫無疑義。科學之研究方法日新，範圍日廣；立國於世欲求於國際生活中占有相當地位，非實行注重科學，使國家成爲一科學的國家不爲功。欲使國家成爲一科學的國家，亦如使國家成爲一藝術的、文學的、道德的、實用的、或經濟的國家相同；其方法即爲使國中全體人民受有藝術的、文學的、或其他各種訓練而已；各種領袖人才莫不由羣衆人民中操練而出，故羣衆人民之訓練極爲重要。因此之故，吾人對於各種科學教授僅在大學及中學爲各種專門學生研究學問而設，實不能認爲滿意；各種科學必須在小學之中作爲普通學科，使有研究科學之精神及有特性者在小學時代即有機會發展其特性，然後吾人所希

望之科學的國家始得易於實現。

吾人對於環境中之自然世界苟略一留心研究，則興味陡生。兒童時代即與以科學的教訓，其價值除實用而外尚有教育的價值在。訓練兒童能正確的考察動植物之生活及宇宙現象即可發生研究之興味，此即教育上之絕大珍寶。至於以此項訓練施於兒童，則教育家尚有若干不易解決之難題在焉。最困難者即為小學教師自身並未受有科學訓練；如何取得教材，如何教授，皆茫然不知，鄉村小學教員尤為顯著。

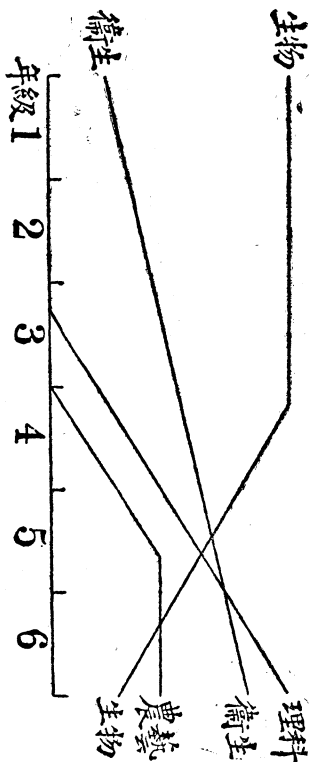
科學教授亦並非如常人所想像之難。小學校內本有許多可作科學教授之材料者。教室中並可作許多簡易實驗，即日常生活亦能隨時引起科學之應用。今日之學校皆不克如此，其病源在於一般教師之習慣僅以科學中之最重要者教授學生，且以最貴重而不易購置之儀器作科學之實驗，故科學教授之精神與效力均為之減低而不能普遍。

補救此弊自在編輯一種小學科學教授法，以指導小學教員如何教授各種科學之初步原理，使一般未受科學訓練之教員均能採用，且無須各種試驗器具即能實施科學教授。但現代人類生活中所有之科學作用，範圍甚廣，故學校中所須教授之科學種類亦甚多。自來所謂「自然研究」一般人皆認為僅限於動植物之研究。近來「自然研究」之意義日益擴大，凡小學所適用之科學莫不兼含於內，故近來為免除混淆起見教育家皆將此名詞改稱為科學教授。

研究小學之科學教授有三方向：(1)研究科學之教材，(2)研究科學之教授法，(3)教材與方法並行研究。最重要者莫如教授法。欲求教授法得當則原理與目的皆有先行研究之必要。本篇雖注重科學教授法，而科學教授之原理與目的尤為特別注意。

## 二 小學校科學教授之範圍及其位置

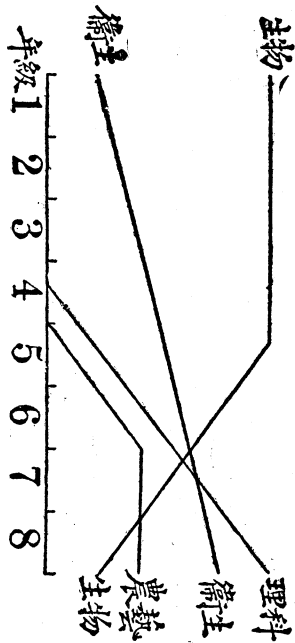
小學校科學教授之範圍有四大類：(1)生物學，(2)農藝學，(3)理科，(4)衛生科。所謂生物學，在小學中只可限於野生及家生之動植物而言；農藝學限於初步農事，以園藝、草莠及土壤為中心；理科則包含物理、化學及小學生所適用之天文等科目；衛生則注重個人衛生及公共衛生之法則及習慣。此四類科學，何者宜特別注意則非一言可以說明其宜注意之處須視兒童之年齡及環境為如何而定。生物學科在初年級時代應特別注意，以後則可漸次減輕。農藝則宜於小學時期之中間開始教授，最後二年須特別注重。衛生科則各年級均須注重，最初入學時即須講授，以後數年更須注意；初年級兒童學力不足，只能專重衛生習慣之養成，以後數年則能增加時間作正式衛生教授。此四類科學在小學課程中之分配，有美國 Gilbert H. Trafton 教授所作下圖可以表示明白。



上圖係根據美國小學八年制課程而定，若以中國六年新制小學課程為標準，則可改為下圖。

兒童之教育須依其環境情形而為之設施，此乃教育上最重要之一原則。兒童之日常生活即為教育之根據。人類生活無在而不受科學之支配，兒童之生活亦然，故兒童有科學訓練之必要，實無疑義。科學勢力支配人類生活之趨勢有加無已。欲使兒童在其環境中為有效能之生活，學校中自不得不依其需要而加增科

學之教授。



兒童環境中各種動植物頗多，且與兒童將來之生活有極大關係。鳥類與森林於人類有絕大利益，吾人必須先使兒童明其原理而後始能使有愛護禽鳥及樹木之誠意。某種草莠及昆蟲於人類有害，兒童亦宜知其情形俾知所以自衛，而避其危害。美麗之花草、樹木、禽鳥，及野獸實能點綴山河使野外生活益增興味；兒童能略知動植物科學，自能增高其欣賞力而得一極大之快樂源泉。

農業於人類最有關係無論何人皆有略知農業之必要鄉村兒童之父母即以農藝爲職業，鄉村兒童之環境大部分爲農藝的，其生活亦大部屬於農藝的活動，故科學的農事知識非常重要。都市兒童與農家子弟之生活雖相隔絕，然對農藝之訓練則更爲重要。對於都市兒童若教以園藝則兒童躬親操作之餘，非特可以勤勞其身體，且能得一種愉快之感情。

近代科學之進步一日千里，吾人日常生活無在而不受科學之支配。吾人旅行、通信、飲水、搬物，以及觀電影、聽留聲機，皆全受科學作用之惠。兒童能領略其原理，則興味自可無窮。有科學天才之兒童且能及時發展其天才而改進世界之文明。能略知天文，則胸襟寬大而迷信可漸破除。

生物學、農藝、理科等之重要已略如上述；其更較重要者即爲衛生學。身體健康實爲終身生活之基礎。健康之身體能使生活快樂有效力而享高年。身體病弱則事業授其影響不得前進。身體健康之關係既如此之重，故學校中宜注重衛生乃



當然之理。健康與生活之關係既甚明瞭，然而時在今日世人違犯健康之規律者甚多，學校中忽視衛身課者仍如故，有心之士雖欲安於緘默而不能。據最近統計，四十歲以上之人民，死亡率現尚日漸增高，此即一般人民忽視衛生律之明證。衛生之道最貴有衛生之良好習慣。矯正惡習而養成合於衛生之習慣最宜於小學時代，即完全養成之；年齡既大，惡習既成，則改良難望，此小學校之所以有衛生科訓練之必要也。

科學之重要久成不刊之論。今日各學校更將各種科學均認為根本學問。兒童若缺乏某種科學之訓練，則一生生活即有一部分之貽誤而全部生活將為所妨害。兒童每乏一種科學之訓練即不能享受某種生活之愉快，事業亦不能完滿成功，對於社會之服務亦必減少其效力。各種科學既有不可或缺之情勢，故小學校科學教授當力求其完備而不可偏重。

### 三 小學校科學教授之目的

任何科目其研究之目的必須與全部生活情形相適應。科學作用與人類生活更有密切關係，故科學教授之目的必求其廣大而勿徧重一方。教授一種功課欲求其效率大，教師必須先自完全明瞭其最後目的究在何點。知其目的所在，則教授自能有明確之意義與條理。教授科學更宜先明確其目的而後始有良好結果。科學範圍之廣前已略述，然小學校所能教授者非其全部；能擇其應用最廣之一部教授之即為滿足。教師選擇教材每甚覺困難。但教師如能完全明瞭科學教授之目的，自能由大部材料中選擇其適宜者採用之。總之，與目的有關係者選擇之與目的無關係者則毫勿涉及，以節省時間而收實效。科學教授之目的甚廣，今且分為數方面說明於下。

(1) 教育的目的——欲知科學教授之目的，第一先應研究教育的目的。科學乃學校課程中之一門，使科與其他各門功課相聯絡而向同一的最後目的進行，是即科學教授之教育的目的。普通所謂教育目的，各家所說不同。綜觀各家論旨

可概括爲四種：(1)職業的，(2)業餘的，(3)社會的，(4)衛生的。職業教育之目的在使人得相當謀生之術；業餘教育之目的在使人於公餘之暇得正常消遣方法；社會教育之目的在使人明瞭自身對他人應盡之責任；衛生教育之目的在使人得知如何保持生活健康。小學教育因學生年齡尚幼稚，故並無職業教育可言，所當注意者則爲業餘的、社會的、衛生的三種目的而已。

科學既爲小學課程之一門，對於此三種目的之實施，自有相當貢獻。吾人教授科學時當以此項目的存於心中而隨時利用科學教授以達之。此外尚有一種經濟的目的，本可包含於上項三種目的之內，茲因便於說明起見，仍另行提出說明於下。

教育之目的雖如上述，然依其廣義的目的而言，則教育目的祇有兩種，第一爲增進各個人之福利，第二爲增進社會全體之福利。此兩大目的亦即爲上述諸目的所包含。業餘的或美術的目的大概爲增進個人之福利者，社會的目的爲社會

人羣增福利，至衛生的與經濟的目的實兼有爲個人與社會二者謀福利之作用。

(2) 業餘的或美術的目的——科學教授重要目的之一，卽爲供給人類以較大之快樂。無論何人，無在而不需一種快樂，故時常設法消遣取樂者，實爲人生之當然行爲。惟世間各種娛樂，有毫無價值者，有足以害身者，有足以裨益身心者，其性質頗不一致。科學教授之目的在供給人類以有益身心之快樂，使人更覺生活之有趣味。理科使人對一切宇宙間不可思議之現象，皆能探其妙理，此中快樂卽無窮盡。吾人生活於世，無處不遇奇妙美麗之草木禽獸；近世因有科學教授之故，一般人皆知由野外生活與自然接觸而得樂趣，並深悟昔人足不出戶之非是。凡人能略知點綴山河增美風景之各種樹林之性質及名詞，能認識路旁與花園中各種花草，能賞鑒春郊花木禽鳥之清歌美態，則其愉快之情不知不覺之中卽大爲增加矣。

幼兒之愛玩生物亦爲天性之一。常見兒童餵養一種生物而得極濃厚之愉快。

得愉快之外尙有其他利益，蓋吾人可借此餵養生物之機會以訓練責任心也。

自然界所供給吾人欣賞之物，非常之多。若於學校中將吾人生活所常遇之事物教授兒童，彼等自能在自然界中隨處取得快樂，不必學問專家始能得之。

科學教授應以何種教育目的爲注重，則應由兒童年齡情形爲轉移。業餘的或美術的目的在兒童入學之初年最宜注意，以後則可逐漸減輕。但所謂減輕者僅指減少教授之時數而言，教師則仍當隨時注意學生行爲而指正之，不可疏忽。

(3) 經濟的目的——與業餘的或美術的目的略爲相反者即爲經濟的目的。如野生動物種類甚多，於人類有益與有害者皆有之。有益者當設法保護之，有害者當設法滅除之。禽鳥一類大概皆爲有益。昆蟲類則不乏爲人類之惡敵者。菜圃、菓園、穀田，與家室中往往爲毒物所侵害，甚至吾人生命亦受危險，此爲吾人所當亟行滅除者也。然昆蟲中亦有於人類有極大利益者。至於草莠則凡穀類莫不受其害。既爲國民則無論何人皆當在經濟方面略知野生動植物之性質，俾能有相

當之對付態度。

園藝亦有經濟方面之價值足以注意。近來生活程度日高，實爲一般人生活上嚴重問題。園藝亦爲生產之一種，雖一小園圃亦足以爲減輕生活費之要素，且同時又可得一種最爲養身之食物，故農藝教授在小學中不得不注重。

至物理學科，如電話、汽機、汽車等爲日常生活中所常用之具，更不得不知其原理。

小學中經濟的目的可在小學期中間時代開始注意，以後數年則可與社會的目的同其位置。

(4) 社會的目的——近代教育目的對於社會方面極爲注意。揆之近世人類生活情形之趨勢，教育注重社會的目的實有不得不然之理。人之所以爲萬物之靈，亦以有完美複雜之社會生活故也。近來各方面均有新發明，人口亦日有增加，故人類互相依附之勢益甚；個人之行動能影響於全社會，故個人對於人羣之責

任日漸增高。吾人今日之文明生活無論在政治、實業、或宗教方面亦如教育方面之生活，彼此間皆以互助為原則而不以競爭為原則矣。

教授科學時吾人即可藉此機會使學生明瞭如何克盡對社會之職任，並如何與他人協力以謀社會之進化。森林與禽鳥有於國家有極大利益者，吾人即當知愛護之培植之。昔人不明禽鳥之真價值何在，往往殘殺無限，種類絕滅之禽鳥頗不乏例。吾人應將愛護森林禽鳥之責任教訓子女，使知人類當協力合作以護持世界生物，以盡人類互助之義務。

社會生活中之最要點即為保持社會之健康。保持社會健康，實為人羣絕對的協作生活。夫人僻處山林為獨居之生活，則其衛生問題僅屬於一身或一家而已。今日因實業經濟制度之關係都市人口日增。百萬人民既合居一處，則一人之衛生問題即百萬人之衛生問題也。諸凡河流、水溝、傳染病，均有傳染性質，居民莫不有保持個人衛生以保持社會衛生之責任。一年之中，因蚊蠅傳播毒物，人民死於

非命者不知凡幾，然而全城人民果能全行切實負責，此等禍害亦不難消除。小學校教授科學時，頗可設法引起兒童及其家人之衛生的興味而努力撲滅害蟲。

近代因科學應用日形擴大之故，使散處四方之人民漸漸集居於都市，使人民有互相容納意見之覺悟，且產生個人負責之精神。

社會的目的可在小學後半期開始注重。待小學最後數年，兒童年齡稍大知識略充則社會的目的更應特別注意。

衛生的目的——健康之身體為各種事業之根本，故教授兒童如何保持身體健康實為最重要之事。但學校中所授生理科至今未得良好成績殊為可歎。使兒童明瞭衛生之重要，原非易事；吾人可將衛生科與其他各種科學教授實行聯絡，藉兒童自覺有興趣之活動而與以衛生訓練。教授園藝時可告以運動之益，研究蔬菜時可教以食物之選擇。在討論室中生火問題時，可教以流通空氣之理。其他衛生問題則系統的衛生教授皆能說明。

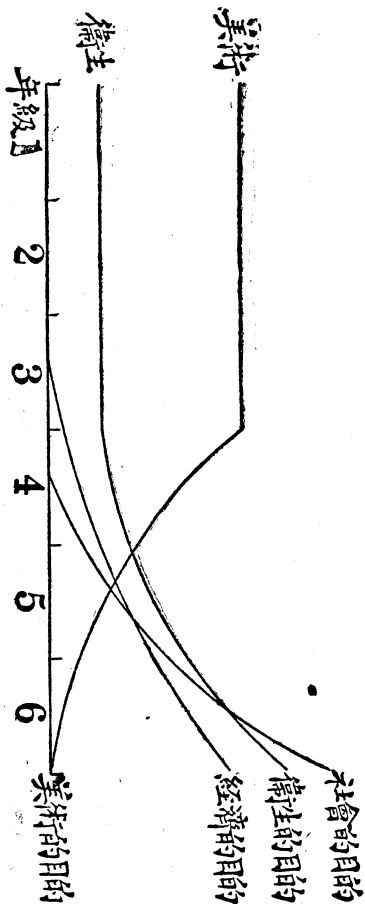


衛生的目的教師自始至終均須注意。小學初期固當受衛生科之訓練，而年齡漸增，其智力足以瞭解衛生之重要及衛生規律之原理時，更當竭力注重此科。

科學教授應重實用不應專尚形式的訓練——昔日教育上，形式訓練的目的頗視為重要，以為教育之首要目的係訓練兒童之觀察力、理解力及記憶力等而已；此等能力既獲得，則將來自能在各方面生活上應用，故教授科學上之目的亦當以養成觀察、理解等心力為重。近代因心理學發達之結果，一般學者均覺悟前非，放棄普通「形式訓練」之主張，而易以「專門訓練」。蓋學校所訓練之某種能力只限於在相同活動中始能有效。

依現代心理學原理而言，在科學教授中，訓練兒童觀察、理解等能力只宜以兒童自我所樂於觀察及理解之實在事物為資料；觀察事物之能力係科學教授所用之方法，非以訓練觀察等能力為科學教授之最後目的也。

形式訓練之主張，自其功用方面言，更當放棄。形式訓練之功用係單一性而不



能變化。凡目的必須能作教師之南針，使所授功課有所準據，而形式訓練之目的並無此項功用。且研究一種實物，自能發達一種觀察力，遇研究相同實物時，亦能應用，吾人固無須捨本逐末以形式訓練為主，而忽視科學教授之實用問題也。

上文所論科學教授四種目的位置之比較，以下圖表示之，更可明顯。

#### 四 小學科學教授之材料

科學之所以有價值者，因其性質係研究兒童環境中之具體事物故也。欲使兒童所研究之功課皆能有益，必須使其所研究者皆以具體事物為材料而後可。欲得具體的材料，則教師應預先有切實之教授計畫。兒童之教師及家長等若能時時助其搜尋材料自能使兒童得利益。

小學校科學教授之材料非常之多。約言之可分為五類：(1)野外之一切生物，(2)校內培養之生物，(3)生物標本，(4)圖畫，(5)指示及實驗所用之材料。

(1)野外生物——研究動植物之最佳材料即為野外之活生物，因兒童對於生活中親自所遇之物事，較有興味也。研究野外生物方法有二：其一可由教師指教，令兒童自往野外行個別的研究；其二由教師率領一班兒童旅行野外為共同之研究。此二法皆可隨時實行並無何等困難。

兒童自行往野外作個別研究，最爲簡易亦最有價值。學業貴有應用，而野外視察動植物習性實爲吾人一生所能應用，故學校中極應將可以應用之學科特別注意。教師無論教授何項功課皆應提出若干問題，使學生以野外研究所得之知識解答之。年齡較大之學生並應將問題用文字作答。凡往野外考察之後，必使之作報告以訓練其注意力。俟其注意力及自信力漸次養成，教師即可不必詳細指教，最後並可使之自行負責考察各項要點。教授功課并須注意提起學生興味，使學生有志爲更進一步之研究。野外個別研究開始時，每有若干學生不願遵從，但一經實行並使之作報告後，則興味可以日漸增高。

野外研究之舉動，須有春季花鳥之表冊以記載所見花鳥之名詞，初見之日期，及見者之姓名等項。此項表冊可保存於教室中。至於春日樹木之發芽開花，秋季木葉之黃落，亦可製爲表冊以紀其狀態。如此則兒童研究自然之興味必能永久不衰。

個別的自行野外研究自爲訓練觀察野外生物之最後目的，故全班野外旅行由教師率領研究野外生物時，亦當以求達最後目的爲職志。教師應喚起學生之興味，並指示何者應研究並如何著手研究。能如此，則兒童自能漸行個別研究矣。野外研究無論實行時有何困難，必須勉力爲之。實際上不便於野外研究之學校甚多，但每學期舉行一次不可更少。亦有班次甚大不便一次出發者，可分數次出發。

野外旅行既非易事，故預備必須充足以期勿負此旅行爲是。教師必須先自考察所欲旅行之地，察其地富於何物，預定兒童至其地應研究何物最爲有益。出發之先須預先使兒童明瞭此次旅行之目的何在，使注意力有其鵠的。野外景物繁多，兒童意志極易爲之迷惑，故出發時，即須有一定之目的以收束其心神。野外研究之後，如得方便，即將採集之材料攜至教室詳加研究，此處引誘心神之物較少，故易爲專一之深究也。

(2) 校內培養之生物——野外研究固有益，而校內培養之動植物亦極有實用。校內培養之生物自然之環境雖缺，而生命則猶存。花、鳥、草、蟲，可植養於校內者甚多。昆蟲類如蟋蟀、蝶、蛾等可以磁盆或玻璃器皿養畜之；蚊蠅之類可以玻璃瓶貯養之；魚、蝌蚪、蝸牛、蟾蜍卵均可養之水瓶之中。至於植物可培養於校內者為數更多，各種花、草、樹葉、羊齒、菌類皆能植養於校內。教師並可以種子幼苗等物給與學生使實驗植物之種植。其他室內生殖之植物如羊齒、獼牛兒苗，以及扁核桃等類自可常於教室中置備數種。

(3) 生物標本——動植物之標本，生命與自然環境並缺，然有時此項標本較之野外生物或校內培養之生物反更為合用。應用生物標本之後，教師即可使兒童往自然之野外環境中採集動植物以製作此項標本。多數材料，如鳥巢、五倍子、繭子、蜂蛹、乾菓、木樣、木菌、莠草子、穀穗、麥穎以及穀類等，採集之後，皆可存於教室，無須經過何等製作手續。且有若干植物標本，如花朵、羊齒、莠草、樹葉、灌木、葡萄藤

葉等可用書本夾之，或夾於報紙中以重物壓緊，乾固平服之後，即為極妙標本。昆蟲亦能製為標本應用；以細針將昆蟲釘於玻璃匣中，經乾僵即成。兒童年齡略長，即可在手工課教以製作各種標本，各自成一小博物館。

(4) 圖畫——圖畫中之生物，非特自然環境與生命俱缺，即生物之自身亦僅為色彩所代表之生物影像而已。但圖畫亦自有相當價值，足為其立足點。如禽鳥之類，真生物不易取得，則良好之國畫即可代用。惟圖畫以色彩代表生物外，再能將其真實之環境同時表出，則更有價值矣。

(5) 實驗材料——教授理科及衛生植物等科在實驗時宜有若干簡單材料。凡教授功課所選材料必須合於時令，否則兒童之興味不易引起。學生隨時皆可助教師搜尋材料，然教師須負最後責任，觀察學生所搜集之材料是否合宜。

材料之分量及其用法——教授科學時所用之實物以每人能得一份為最佳。如種子、木葉、花、草之類得之甚易不妨每人與以一份，使學生得行個別之研究。有

時材料不易多得，則教師可酌量，依學生坐位每排與以一份，使數人共同研究。更有若干標本全校僅有一具者，教師可用之作講解之幫助，講畢後即將標本留於教室，使學生於課餘之暇得詳細研究。

教授物理科而實驗器具僅有一付亦未為不足。實驗時可由教師命少數相當學生為助手，一面講解一面實驗，使全班學生靜心聽講並令注意實驗之手續，以便遇有機會則學生可自行實驗。

實驗時材料之分量須酌量情形而定，已略述如上。然材料既得之後必須與學生以充分時間使得精密研究。據近來由實驗所得之經驗言，充分之時間實為觀察事物之最要素，蓋時間不充足則觀察必不能精細也。若標本僅有一件，則時間關係更為重要。實驗時僅由教師以標本指示，前排學生已不能透澈瞭解，後排學生更渺然不知所云。凡遇實驗而標本僅有一件時，教師可將標本使學生輪流傳觀，或分團輪流至教師近旁，為精密之研究。如此則時間雖不經濟而教授之功



效可以完全獲得。標本可置於教室若干日或數星期，不特課餘後可就近研究且可養成其愛護公共材物之責任，惟教師必勤於職務常加監視而後可。

若材料足供每排一份之用，則學生可行個別研究，研究既畢再傳於後人，或竟每排成爲一團共同研究皆無不可。

講授功課必須有實驗者，因學生於耳覺聽講之外，更能由目覺得一種知識。若使學生各得材料一份，自行實驗或數人共同實驗，則於耳覺目覺之外更能由觸覺而得一種知識焉。無論何項知識，吾人研究時應用官能愈多則記憶愈固，興味愈深，而研究亦愈能精密。故科學教授教師口講之外尙須有實物指示，實物指示之外更須有實驗也。

## 五 科學與其他各學科之聯絡

教室中之言行與社會愈接近，則教授之功效亦愈大，因如此則兒童在教室所

學得者，大半一出教室之外，即能應用於生活也。各種學科之聯絡，在日常生活，本極為普通，且係自然之趨勢。此處所謂科學與其他各科之聯絡者，並非與各學科為形式上之聯絡，乃以吾人生活上各種活動為原素，而使之互相聯絡也。且吾人日常生活之活動，無一不受數種科學作用之支配，故自然的聯絡實為科學教授之必要。各種科學為教授便利起見，有時自應分門教授，既有分門教授之需要，則各種科學之互相聯絡更覺重要。

由心理學之觀察，凡一論題若與其各方面有關係之材料聚集而研究之，則學生不難就所曾經驗者尋出與本題旨相合之點，而因之易於瞭解此問題；若單獨教授一問題不與他項事物相聯絡，則學生不易瞭解，興味不生，而難於記憶矣。

科學與藝術之關係——科學教授中之自然的聯絡機會非常之多；科學教授與藝術、文學及言語等科之自然聯絡尤其如此。科學教授之材料大半皆能使學生在別種科學上應用。初年級學生可以色鉛作自在畫，以應用其科學知識；年長

學生可以水彩畫演出之。初年級學生可以手工課，作各種學校功課之中心；圖畫課可作「自然研究」科之中心，以之聯絡各科。

科學與文學——文學中涉及自然者甚多，凡確能欣賞文學之優美者，對於自然科之動植物亦必有所研究。古今詩人常有描寫禽鳥與花木之作品，若於科學教授中將禽鳥與花木之性質研究一番，則兒童遇有描寫花鳥之文章必能增高興味。反之，凡曾讀此等文章者則對於科學教授中之花鳥研究，即不致覺其乾燥無味也。

科學與地理——教授鄉土地理時，地理科與「自然研究」科之關係極為密切。小學一二年級時，此二科實合而為一，即以「自然研究」之名目，教授此二科功課。此二種關係之密，在小學初年級固已如是，而在高年級亦復如是。但因教授便利起見，或有為形式上之分授而已。地理功課常須涉及科學論題，故科學與地理科之聯絡亦自然之趨勢使然也。

科學教授與其他學科聯絡之機會——科學與手工科及園藝科亦頗有聯絡之機會。研究禽鳥、樹木、花草等與算學亦有關係。科學與語言之關係尤為常遇之事；學生在教室研究學科或往野外視察自然，皆可令作報告，此時即訓練語言之極妙機會。

各學科聯絡之方法——各科之聯絡，其法不一。以科學與藝術之聯絡而言，其聯絡法可分析為：(1)藝術課中所授之材料，可由科學方面之見解，先加以研究；(2)授科學課時，可將以科學為材料之圖畫作為本課之活動中心；(3)同一論題，可同在藝術課與科學課中研究之。各種聯絡法本無一定標準，各校可視其獨有情形而計畫之。上述三法固為理想的妙法，然在現今之小學行之亦非難事。如藝術與科學二課能同在某校教授之，則第一法與第二法皆為聯絡二科之良法。若某校祇有其一課，則此課惟有與他科謀聯絡而已。

吾人為小學教師時，最好能時常利用科學教授之機會以與藝術工作或與有

關係之文學互相聯絡而增其興味。上節所述僅為科學與藝術之聯絡法，與其他各科之聯絡則有下表可以表示。(參觀 The Teaching of Science in Elementary School)

科學與其他學科之聯絡表

| 花 草     |      | 樹 木         |          | 禽 鳥       |        | 科學論題  |       |
|---------|------|-------------|----------|-----------|--------|-------|-------|
| 講讀描     | 寫花草  | 講讀關於研究樹木之文章 | 於研究樹木之文章 | 講讀描寫禽鳥之詩文 | 寫禽鳥之詩文 | 文 學   | 文 學   |
| 作彩色花菓   | 及樹葉畫 | 等枝菓品木片      | 畫及冬日樹木片  | 錄表        | 畫作禽鳥目  | 藝 術   | 藝 術   |
| 花菓種類與季節 | 候之關係 | 變更          | 之季候      | 居 題       | 春秋遷    | 地 理   | 地 理   |
|         |      | 徑問題         | 度與直      | 昆蟲之數量     | 幼鳥食    | 算 學   | 算 學   |
| 作紙花     |      | 木標本         | 採集樹      | 飼食器及貯水    | 作鳥籠    | 手 工   | 手 工   |
| 報告野     | 外觀察  | 報告所得        | 或文字      | 察報告       | 野外觀    | 語 言   | 語 言   |
| 保護野     | 生花草  | 保護          | 樹林之      | 助生活       | 禽鳥之    | 公 民 學 | 公 民 學 |

六 科學教授之方法

教授科學所最宜注意者即為兒童之興趣，欲得相當興趣，則宜注意三點：(1) 兒童之問題，(2) 功課之發展，(3) 應用。三點之中兒童問題尤為重要，因此點乃為發展功課及功課應用之根據也。

兒童問題之價值——由兒童方面所提出之問題，不獨增加兒童興趣，並能使

|        |           |                           |
|--------|-----------|---------------------------|
| 莠<br>草 | 昆<br>蟲    | 園<br>藝                    |
|        | 講讀關於昆蟲之詩文 | 講讀描寫園藝生活之詩文               |
| 藥品     | 描畫各種昆蟲    | 作園藝器具<br>圖寫生畫作<br>園藝計畫    |
|        |           | 作與園藝工<br>候之關<br>係         |
| 問題     | 測算害蟲損失問題  | 園藝植物與園藝測量問題               |
| 器具     | 昆蟲飼養器具    | 作窗框及各種農具                  |
| 告      | 各種昆蟲問題論文  | 告 工作報                     |
| 問題     | 驅蚊蠅問題     | 利用城市中<br>地作公<br>共花園<br>問題 |

教師選材施教得其標準。教授科學能由兒童方面提出問題，則兒童與教師二者可以藉此決定所研究之功課究竟應以何項事物爲材料。尋常學校中教師教授功課時，學生方面並不知目的所在；偶一涉及題外事物，教師往往離題講解，如孤舟之蕩於茫洋而不能回至出發點。若預有問題在先，則討論有所指歸而不致茫無頭緒。兒童討論時如一出範圍，則教師可立即指令注意問題，兒童自能定神思量。兒童問題固能爲教學兩方之指南，然其最高之利益則在能激起兒童之創造的活動。吾人所當注意者問題須由學生之心意中發出，教師所發出之問題並無若何作用也。

兒童之問題，能助教師選擇教材並支配教材，又能爲教學兩方之指南已如上述，吾人更可以實例解釋之。教授功課若無一定目的存乎心中，則教師與學生並不知應注意者究爲何點，所討論者亦茫無歸束。茲以教授楓樹爲例：就其葉而言，則葉柄之長度，葉柄之顏色，葉身之長度與闊度，葉邊尖端有若干，葉面與葉背之

顏色，葉之大體形像，葉上有否毛刺，葉脈屬於何類，諸如此類問題甚多；然而兒童對之毫無興趣，可以斷言。若將此類問題詳細分別研究而無研究之目的在前，則雖研究甚精而意味絲毫不生，所得知識仍覺毫無所用。

同一功課，試將問題先行提出，則情形可以大變。教授楓樹時教師應即說明：「吾人研究楓樹之後，則能辨別何者為楓，何者為榆。」有此一問題則研究楓樹所應注意之點極為明瞭，蓋所欲研究者係二者之異同處而已。如在教室中，則葉之形像、葉邊、葉脈大可精密研究；若在野外，則可考察樹身形像與分枝方法。此項要點若無問題在前，則關係無從發生；有之，則選擇材料與支配材料皆能得其標準。研究其異點可分數大類，如果實、葉、樹皮等皆不相似，每類之中更可再分數小類分別研究。

研究時既有問題則全課之討論自有中心，各人皆得達其目的矣。且問題自身即能明白指示知識之用處也。上述一為有問題，一為無問題之兩種教法，在教學



兩方面之利弊甚爲明瞭，且傍觀者一入教室，即能分明一爲有目的之教授，其他則並無作用。問題所以引起兒童之興味，故問題愈專門愈佳，切忌爲普通性質者。普通問題於兒童毫無意味，且不能隨時研究，故問題之性質須極其專門，且能現時實驗者爲宜。

提出問題之方法——問題之重要業已說明，更當注意者即爲提出問題之法。問題乃引起研究興味並指導如何研究之工具，故第一步所當注意者爲問題務求顯明並示以研究之方向與最後目的之關係。提示問題時須利用兒童之統覺。兒童舊有知識與此問題有關係者宜先向兒童叩問，此後再將問題提出。能用巧妙方法討論舊有知識以引起新問題，則興味始能濃厚，故此步極爲重要。若所提之問題無一方面爲兒童舊有之知識經驗所能了解，則兒童之無意深究必不可免。

功課之發展——功課固當有問題，而尤當有發展。功課之各方面皆須有所涉

及，而後問題始有解決之途徑。惟發展功課時，對於與解決問題無關係之點應省略，不加討論；但省略者亦僅可限於無所關係之點，至論題之大體，並不得完全忽略。

解決問題之材料搜集完備後，即須將材料依法編製。編製之法即先將材料依其性質相同者分爲數大類，次則將各大類更分爲數小類，最後則順其關係列爲先後之次序。惟此項編製法，須完全以兒童之見解爲標準；成人心理切勿參入。含有工作性質之諸問題，如園藝工作及鳥籠製造等問題，其最應注意者即爲自然之次序，自初步至成功不可稍亂。編製材料原非易事，然兒童若能够多發問題則編製時不難有所依據。

應用——科學教授法之最後一步即爲應用。教育之最後目的即爲能應用知識。任何功課若無應用，則所費精力毫無功效。教授科學所宜注意之點甚多，而鼓勵兒童應用已得知識即爲最重要之一端。若有問題焉，視之如無所應用，則吾人

應詳細研究此問題之價值何在。吾人可以斷定最善之問題最能表示應用，蓋問題乃指示兒童心中所欲活動之事，而引起其研究之興味也；故問題之佳者必有應用之可能性在焉。

「應用」二字為義甚廣，凡兒童能將其有益之知識用於生活活動中皆稱為應用。兒童生活之得其愉快及實行對家庭之義務等皆有藉於應用舊知識之作用。故凡知識必對於增加生活興味有任何一方面之作用，始得謂之知識。

教授任何科學的功課時，教師應多方指導兒童，俾得應用其舊知識，並須竭力激勵之，使有善於應用舊知識之勇氣。兒童尤宜多作實習，教師應常與機會使實地觀察且作報告。觀察自然尤為重要。使兒童將實習及觀察之結果在教室中對眾報告，實為激刺兒童細心研究之最妙工具。苟教師引導得法，則學生自願對眾報告者，必日見其多也。

欲實行訓練功課之應用則有下列諸方法：(1)按功課所講者實行試驗計畫

家中花園滅絕害蟲與莠草製作鳥籠，種植樹木，助父母作家務，以及養成衛生習慣等，均可照功課內容所述者依次實行。(2)講解功課後，即行實地參觀，如功課所講者為農人園丁等之耕種收穫法，則教師應率領學生至田圃實地參觀此項動作。(3)出外研究：如博物及物理等科則可實行至野外研究自然環境中之樹木野花或考察電燈電話及摩托車之構造及活動以明科學之應用。(4)用標準以測驗兒童：課中所講畢之花草樹葉等，教師可採集實物標本至教室中令兒童辨別，如此則兒童自能回溯舊有知識而應用之矣。(5)採集標本：各種植物標本均可令兒童自行採集。(6)令兒童將校內所講之功課回家對父母詳細復述。(7)令兒童在報紙或雜誌中將有關於各種所研究的學科之文章割下黏存於一處。

科學教授法之大略具如上述。為實行上項所擬方法起見，茲更摘其要義作編領於下以便閱者。

A 引起學生之問題

- (1) 欲引起學生之問題，必須以兒童原有之知識爲本。
- (2) 所用言語必須切於問題。

B 兒童問題之敘述

- (1) 學生之問題須與學生對之有興味或有需要之事物有關係，或有發生此項關係之趨勢者。

(2) 問題須與學生現在之生活或最近之將來生活有關係者。

(3) 問題必須確有研究之價值者。

(4) 問題必須清晰明了。

(5) 問題必須有一中心思想。

(6) 問題須以兒童能明瞭之言語敘述之。

C 發展

(1) 發展功課時所討論之各方面要點，必須為與問題確有關係者。

(2) 所討論之各方面要點，必須足夠解決問題。

(3) 功課向各方面發展，討論各要點時，必須將各要點依問題情形列成良好之次序，以便易於達到最後目的。

(4) 各方面之要點須聚集歸類而作簡單之綱領。

#### D 應用

(1) 應用須有實驗，實驗須兒童有興味且在日常生活能實行者為材料。

(2) 實驗須專注於一問題而應用始顯。

(3) 應用須詳細說明使兒童知所當為。

以上所述雖為簡單之綱領，然仍為一種理論。茲更以榆樹為題作小學三年級之教材實例，以代表一般科學教授法。

#### (一) 論題 榆樹與楓樹

(二)班次 小學三年級

(三)季候 夏季或秋季

(四)材料 每學生各與榆葉及楓葉一片；又榆葉及楓葉各一叢，以表示兩種樹葉之生長排列法。

(五)教授實施

A 兒童之問題

(1)兒童問題之引起(與學生問答)

汝等學生家園中有樹木者有若干人？

汝之家園中樹木有若干種？

本校所有樹木究有若干種，汝等亦曾考察之乎？

汝等之朋友皆有名字可稱，汝等亦欲知各種樹木之名以稱之乎？

本校樹木皆為榆樹與楓樹。

(2) 兒童問題之敘述(對學生說明)

今有如許樹葉於此，待吾人研究其異同之點何在。研究之後吾人即能識別何者爲榆，何者爲楓矣。

B 發展

(1) 葉之形像(與學生問答)

汝等能指出此等樹葉之異點乎？

此等樹葉之形像有何不同？

教師於此時可令學生數人在黑板上描畫兩種樹葉。

(2) 葉之大小(與學生問答)

榆葉與楓葉之大小是同等乎？

(3) 葉之邊緣(與學生問答)

此等樹葉之邊緣皆無分別乎？



汝等可來數人將兩種樹葉之邊形描畫於黑板之上。

(4) 葉脈(與學生問題)

此等樹葉之葉脈是相同乎?

汝等中有人能將其異點畫於黑板乎?

(5) 葉之生長排列法(與學生問答)

汝等試注意考察此種樹枝，榆樹葉之生長排列法是否與楓樹葉之生長排列法相同?

欲說明何者為榆葉何者為楓葉，其最妙方法為何?

C 應用(命令學生)

散學後汝等可在校內試將所有樹木辨別其何者為榆，何者為楓。

明日汝等各攜一葉來此，吾將令汝等各自報告榆樹與楓樹生在哪處。

至秋天時樹葉變色，吾人當注意其變更情形是否相同。

D 與他科之聯絡

(1) 與藝術之聯絡

令若干學生將葉形畫於黑板。功課講畢後各學生均可用自在畫法描畫葉形之輪廓，或令全體學生以顏色蠟筆作樹葉圖。或剪紙成爲兩種形像而以色筆上彩。或以大張綠色紙剪成若干並列生長之樹葉。

(2) 與文學之聯絡

此項研究楓榆樹葉之功課講畢後，可將描寫此等樹葉之詩文或有關係之詩文授與兒童，如詩文中「停車坐愛楓林晚，霜葉紅於二月花」及「春鳥一鳴則花片齊飛，深苑微風，則榆錢自落」等描寫楓榆之詩文令兒童讀之，其興味自覺無窮矣。

上文所述僅以示例，教師教授科學功課時，自可視當時情形任意選材。且功課之性質與此例不必相同，更可勿以此格局自限也。



# 理科的設計教學法

吳家煦

## 一 總論

歐洲大戰以後，各國得了大大的一種覺悟；就是以後的國家，無論取世界主義，或是國家主義，總要注重理科。因為世界即使趨向大同，那物質文明，還是一天一天的在那兒進步，做了一個人，應當跟著羣衆進化，開步向前走纔是；若是依著俗語說的「隨他風浪大，只是不開船」，總有一天要歸入淘汰之列的。況且一個人在這自然界裏，逃不了自然勢力的支配，倘使沒有役使自然物的能力，利用自然勢力的智識，便要被自然界所征服。德國生物學家曼諾爾氏說道：「人若不能主宰自然界，便要做自然界的罪人，處處受自然勢力的束縛。」這句話真是不錯。所以現世紀就算是盛行世界主義，理科還是要注重呢！講到國家主義，那是更不必說：有形的兵戰哩！無形的農戰哩！工戰哩！商戰哩！歸納的說一句，便是科學的戰

爭。東西洋各國，都知道這個道理，並且協約國和德國打仗的時候，在科學方面，實在相形見絀，够不上德國的地方，不但是軍用品的一樁，就是人生的日用品，不是爲了德國工廠停止，沒有出產，便是貨劣不合用，抵不上德國貨。各國得了這大的教訓，恍然知道理科有格外注重的價值；於是政府特定各校理科設備費，派遣理科調查委員，極力改革學校的理科教育；學者組織學會，研究關於理科的種種問題。各國的注重理科，到這般地步，若把我國來一比較，真是慚愧欲死，現在我們不希望中華民國和各國並存在世界上，那也罷了，假如還要希望做成一個獨立完全的國家，那麼不可以不趕快的注重理科；至於注重的根本一點，還是在小學理科。因爲建設功夫，要從鞏固基礎做起的。學校是人生智識的發源地，小學是學校的最初級，所以從小學入手，便是建設理科基礎的正當方法。但是怎樣的著手呢？講到理科設備，那是要很多的經費，我就是細細的講了，恐怕少數的學校，或者可以辦到，多數還是不行；因此特把理科教學法應當怎樣的問題，陳述一些意見，

供各小學校的採擇。這是沒有經費關係，而且合法的教學法，還可以不必費許多錢，得到一些理科設備呢！我做這篇「理科的設計教學法」就是這個緣故。

## 二 理科的真價值

要定教學方針，必須先明白理科的真價值；把真價值做了根據，纔可以定正確的教學方針。理科的真價值，究竟是怎樣？一般教育家和理學家的言論，各各不同的。有的主張理科是開發人類智識的；也有說理科是說明宇宙間自然的規律，使人類明白自己和自然物相互的關係，可以取其利避其害的；也有說理科是說明天擇物競的道理，促人類進化的。以上的各種主張，都可以說不錯；但是據我個人的意見，覺得都不能扼要，所以把他做根據，定了教學方針，也是不切現實生活的。譬如第一說：開發人類智識，那是不單是理科如此，歷史地理……各科，何嘗不是開發人類智識的呢！第二說：使人類明白自己和自然物相互的關係，可以取其利避其害，

試問知道了關係，如何便能見利而取，見害而避呢！當歐洲大戰時代，人人知道顏料缺乏，倘使可以製成和德貨相等的顏料，一定可以得利，爲什麼沒有人取這大利？還有德國的齊柏林飛機和海洋中的潛艇，人人都害怕，爲什麼沒有人想個法兒防禦他，避掉襲擊的害處呢？所以光是明白關係，沒有那取利避害的方法，簡直和不明白關係的一個樣兒。第三說的短處，也是和第二說相同。因爲明白了天擇物競的道理，不一定是能進化的。照我個人的意思，理科的真價值，是養成人類利用自然物的智識，獨立創造的能力。總之，是完全人間生活的一種學問。如此說法纔可以發揚理科的精神出來。研究理科的，有了利用自然物的智識，當然不會受自然勢力的束縛；有了獨立創造的能力，當然可以見利而取，見害而避；在天擇物競的淘汰場裏，當然是個佔優勝的，進化的。理科的真價值，如是如是。

### 三 理科教學法和兒童心理

理科的真價值，既然明瞭，便可以確定教學方針了。但是還有預先要照顧的一層，就是兒童心理。原來教學法的根據，有二方面：甲方面是學問本體，乙方面就要研究兒童心理。若是僅顧甲方面，那是無論教學法怎麼妥善，和乙方面的兒童心理，或者有格格不相入的弊病，終不免徒勞無功。所以兒童心理學，是做無論那一種教師，都應該研究的；做理科教師的，更不必說了。現在先把理科教學法和兒童心理的關係說一下：原來兒童的心理，是很活潑，很簡單，喜歡注意新奇有趣的事項，不能長時間注意在一點的。所以用呆板的教材，不合兒童心理，不是良好的教學法；用複雜的教材，憑空說出許多學理，也不合兒童心理，不是良好的教學法；用平淡沈悶的事項，強迫兒童要長時間注意在一點，那卻更不合兒童心理，不是良好的教學法哩。要研究兒童心理，有兩種方法，一種是觀察，一種是試驗。這觀察和試驗，都可以分做二步：觀察是把普通觀察做一步，個性觀察做一步，試驗是使兒童自找教材做一步，教師暗示教材做一步。兒童入世不久，經驗淺薄，多數兒童的



心理，有普通相同的地方，所以要用普通觀察；可是人心不同如其面，各人總有一種特別的個性，所以又要用個性觀察。做教師的，用了這兩步觀察工夫，或者還不能確切，就要用試驗工夫去補助了。理科教材，圍繞著兒童，成一個環境，各種的形形色色，事事物物，不絕的和兒童接觸，發生交涉。若使兒童自找教材，所找出的，一定是平常接觸較多，交涉較繁，並且兒童心理上所願意知道的。吾們用這一步工夫，最容易知道兒童心理的究竟；其次便是教師暗示教材，試探兒童能不能注意，有沒有興趣。從注意的深淺，興趣的濃淡，也就可以知道兒童心理的究竟，所以這一步工夫，多半要用著的。教師既然知道了兒童心理，再根據這兒童心理，定出教學方針，選定教材，纔可以成良好的理科教師，施良好的理科教學法。

#### 四 理科教學法

兒童心理明白以後，就可以定教學方針了。從前的教學法，是注入的，後來變做

啓發的。這啓發的教學方針，勢力很大，吾國現今各處的小學校，多數用這啓發式；但是少數的還是注入式哩！近數年來，各國的教學方針，又是一變，改用發見的教學法；這種方法，吾國辦學校的，當教師的，知道的也不多，實地施行的，更是絕無僅有。最近又有設計的教學法，比發見的教學法格外精密周到。我現在把前三種的教學法，各各說明，做一個優劣的比較，下節專說設計的教學法。

(甲) 注入的教學法 這種教學法，是把書本來做主體，一切理科教材，完全在書本上面，教師依書講，兒童看了書用耳聽，理科智識，從書本傳到教師口裏，再從教師口裏，傳到兒童耳裏，教師不必用腦，兒童也不必用腦。有的教師，偏要自己表示本領大，在別的書本裏摘錄一些參考材料，拚命的寫在黑板上，使兒童拚命的抄寫，理科智識從書本傳到黑板上，再從黑板上傳到兒童的筆記簿上，教師不必用腦，兒童也不必用腦。下課的鈴聲，噹噹一響，教師兒童丟開書本，走出教室，那教師所講的寫的，兒童所聽的抄的，還是呆板的站在書本裏，一些沒有到腦子裏去；

所以升級試驗，畢業試驗，非夾帶書本，便不能交卷。那勤勉的兒童，也不過死讀書本，爛熟了書句，要應用的時候，暗念一遍，方纔答得出來；假使有人問那勤勉的兒童，雞的距在那裏，他一定要在書本裏去想，雞的一課怎麼說，他纔怎麼答。總說一句，注入的教學法，是使人永遠離不了書本的。我現在用一種表式，說明注入教學法的理科智識和教師兒童的關係。



這表是說明理科智識，完全裝在書本裏，教師從書本裏，取一些模糊的片面的呆板的不切實用的空空洞洞沒有組織的教材，口講手寫的交給兒童，暫時在兒童的耳目中，通過一下，終究還到書本裏去。所以書本上的理科智識，仍是直接的還歸書本，表上用實綫，就是這個意思；那教師兒童，都做了理科智識一部分的轉運公司，自己得到的益處很少，所以表上用虛綫。

(乙) 啓發的教學法 這種教學法，也是把書本做主體的，不過教師不能完全用口講手寫，多少要用一些腦：審量教材的要旨，分析教材的內容，聯絡兒童的舊觀念新智識，整理兒童的思想。教師大概用問答式，行使他的教授法，所以兒童也不能不用些腦。海爾巴脫派之五段教授法，便是啓發式的正宗。這種教學法，比了注入的，固然是大有進步，但是理科智識，還是完全裝在書本裏，教師和兒童，跳不出書城範圍，所得的結果，兒童沒有自動的能力，將來便不能完全人間生活。斯賓塞爾氏有句話說道：「教育是教人得到完全生活的法子。」泰來氏說道：「天賦的才能，不能屈伏在書本文字裏面。」所以啓發的教學法，還不是適應兒童人間生活的教學法呢！現在也用一種表式，來說明啓發教學法的理科智識和教師兒童的關係。

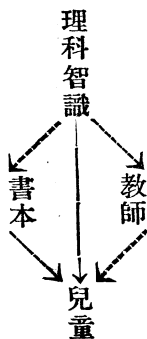
理科智識 ↓ 書本 ····· ↓ 教師 ····· ↓ 兒童

這表是說明理科智識完全裝在書本裏，教師從書本裏取一些片面的教材，交

給兒童，雖然兒童可以裝到腦裏，但是所得有限，所以表上用虛綫。總設一句：啓發的教學法，兒童還是處於被動地位，沒有發展自動能力的機會，當然不適用的。

(丙)發見的教學法 這種教學法，在外國通行的時代，還不很久；所以吾國學校裏，施行這種教學法的，可算得絕無僅有，連這名詞都不知道的，也很多。教學法的大概，是使兒童自找教材，自己觀察實驗。加上思考研究整理的工夫，發見種種的結果。教師就把兒童提出的結果，作為教授的出發點：錯的，或者立時改正，或者使兒童再加研究，自己修改；是的，或者再加申說，或者表示滿意。在兒童觀察實驗，思考研究整理的時候，教師立在旁邊指示引導的地位，書本便是兒童的參考書。到了兒童已經發見結果，教師便把各人所得的結果，公開討論，教師也做討論的一分子。要等兒童方面有明瞭的判斷，教師再加最後的批評，這是很好的教學法。使理科智識直接從兒童自己找出，自己反覆的深深印在腦裏。假使有人問兒童，雞的距在那裏，他一定立刻想到雞的實物，距是生在足上，是怎麼的樣子，怎麼的

用途；再不會想著書本怎麼說，他纔怎麼答了。這表式是：



這表是說明理科智識，直接的到兒童腦裏，而且很確實的完全的活潑的，所以用實綫表示；那站在旁邊的教師和書本，不過幫助兒童，把理科智識引到兒童腦裏就是了。

## 五 設計的教學法

上節說的三種教學法，那最後的發見教學法，可算是很進步很完善的了。既是這樣，我們何必再講設計教學法呢？但是發見的教學法，有很不妥當的一點，就是沒有全部的設計。憑著兒童自找教材，往往有實際上無關緊要的，也要空費觀察

實驗的工夫，佔去寶貴光陰。若是反轉來，完全由教師指定教材，那是太覺得呆板，而且教師所指定的，未必是兒童所願意研究的，提不起兒童的興趣，那效果就要薄弱。所以發見的教學法，帶一些投機性質，倘然兒童自找的教材，恰巧是實際上很關緊要的，或是教師指定的教材，恰巧是兒童所願意研究的，可算是買彩票僥倖得中，現在要免掉這種弊病，使兒童所費工夫，都歸實際，在寶貴的光陰裏，得到完全人間生活的智識和能力，非用設計的教學法不可。

設計的教學法，究竟是怎樣的呢？大凡人類的行動有三種：一種是無意識，一種是試驗，一種是設計。譬如一個人教育子女，一些沒有目的，今天入學校，明天進商店，後天到工場，這種無的放矢，便是無意識；凡是無意識的行動，斷沒有好結果的。若是進一步，講到試驗，那是無論子女學農學工學商，必須使他先受教育，這個目的有的是，但是究竟在農工商裏，選定那一種，卻是毫無方針，往往先進農校幾年，覺得試驗的結果不良，再改進工校，幸而試驗的結果良好，便算定了一生的職業。

倘然結果還是不良，又要改變方針到商校裏去；所以他的學農學工學商，並不是有了一定方針，依著方針去做的；確是依著俗語說的「碰著算數」，碰得巧便算幸運，碰得不巧就要多費周折，多耗時間。這種試驗的行動，實在是不經濟的。講到設計，可以說不但時間經濟，並且使人增長能力；譬如有了子女，便要估量子女將來所處的環境怎樣？社會的需要是什麼？子女個別的性質，合於何種職業？於是鄭重的選定了目的，再依著目的，設計各種達到目的的方法，規定進行順序，一步一步做去，這樣的結果，一定是很圓滿的；所以設計的教學法，雖然和發見的教學法相像，卻是加上一個目的，便要佔勝許多哩！

設計的教學法，照上文所說，便可以明白他的大概情形。現在再把他的作用說說：設計的教學法，是一種大學習單元，標一個目的做中心，便依了這目的，找出環境，供給兒童，由兒童自己設計。搜集許多有關係的教材，組織完美的全體。這樣的學習，在兒童是自動的明瞭的有興趣的，所得的智識，是確實的完全的活潑的，教



師再從旁加以相當的助力，倘然發見兒童所設計的有不適宜不經濟不完美的地方，使用暗示的方法，指導他，改正他，補足他，總使兒童設計成功，滿足他的志願。如此一次的設計成功，就是第二次設計的興奮劑，也是第二次設計的工具。設計的次數愈多，興奮劑的濃度愈增，工具的運用愈巧，兒童於不知不覺間，就養成了設計的習慣，設計的能力。從此以後，兒童一定無往而不用設計，斷沒有無意識和試驗的行動。將來離了求學時代到社會上去，一定可以依據自己的經驗學識，自己確定職業的目的；再依了社會上環境的情狀，自己去計劃，自己去集合，自己去組織，自己去實行，自己去改良，自己去判斷，達到他的目的為止。所以設計的教學法，是教育的一種學習大單元，也是人生目的（就是完全人間生活目的）的一種學習大單元哩！

## 六 理科的設計教學法

設計教學法的方法和作用，上節既然講過，可以把理科的設計教學法來講了。研究理科的目的，本是養成人類智識能力，完全人間生活的，在理科的眞價值一節內，已經講過。設計教學法，恰好是適應這目的的教學法，所以別種學科，還可以用設計教學法，獨有理科，卻不能不用設計教學法的。

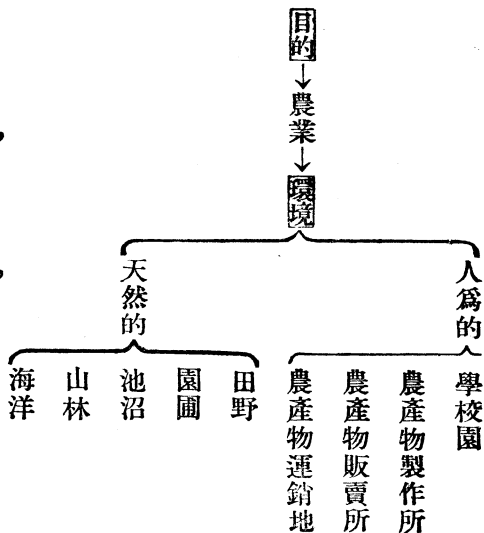
設計教學法，不是第一要定目的，第二要造環境麼？理科的本身目的，就是上文所說的養成人類智識能力，完全人間生活，似乎可以不必再定目的了。但是智識能力的養成和人間生活的完全，不限在一條路的。譬如我們旅行，杭州是個目的地，那去的方法，是各各不同：有乘火車的，有搭輪船的，有雇帆船的，但是結果卻相等，都可以到目的地；祇要在動身的當兒，打定主意，究竟乘火車呢！輪船呢！帆船呢！倘然主意不定，便要中道徘徊，歧路徬徨，不得到杭州了；這個比方，是把理科的本身目的當杭州，用什麼方法達到目的，猶如到杭州，用什麼方法去。所以理科的設計教學法，除掉公共承認的本身目的之外，再要斟酌地方狀況和社會需要，另定

小目的。城市地方，工商發達，所定的小目的，應該或是工，或是商；鄉村地方，農業發達，所定的小目的，應該是農；濱海地方，水產豐富，所定的小目的，應該是漁。目的確定之後，再計劃環境。宇宙是一個大大的理科教室，所有形形色色事物物，千變萬化，逃不出理科範圍。兒童生活在理科範圍裏，環境的材料，已經足夠兒童的設計搜集，何必再要教師計劃環境呢！因為理科教材的集合體，各處不同，城市重工商，鄉村重農，濱海重漁，足見環境是隨著地方而變的；何況同是城市，甲地的大宗工業是陶器，乙地的大宗工業是漆器，丙地的大宗商業是絲茶，丁地的大宗商業是糧食，更可知環境裏，還有各個的環境。此外關於天然的環境，像田野山林園圃池沼海洋等，又是各有不同，要做理科教師的，預先調查清楚，纔可以應著需要，依著時令，把各個的環境次第供給兒童。現在把農業做目的，舉一個環境的例：

#### 兒童家庭的務農情狀

#### 學校的農場

前，完全是家庭生活，務農的家庭，兒童目所見耳所聞的，已有很多農事智識；古人說的：「農之子恆爲農，」便是兒童處在這環境裏，必然不絕的受那農事上種種刺



激，有了刺激，便有反應的動作和親切的經驗，歸根結果，也成就一個農夫，古人這句話確是不錯的。所以設計教學法裏關於環境一層，不能不把兒童家庭做根據哩！其次，像學校的農場和學校園，當然是很好的一個環境；至於農產物製作所是觀察製作方法的環境；農產物販賣所是辨別品質好壞，調查價格大小，研究用途如何的環境；農產物運銷地是研究農業經濟，計劃農業發展的環境。此外天然的環境，除掉形態的辨識，生理的研究之外，像栽培的各種手續，土壤的選擇，肥料的關係，氣象的影響，病蟲害的防除……都是這環境裏獲得的智識。

教師既然先調查清楚了許多的環境，便要做以下幾莊的事情：

(甲)選定教材 各個的環境裏，不論所定目的是農是工是商，總有許多教材可以供給的。理科教師倘然不費些選擇工夫，等到兒童在這環境裏自找教材，教師便沒有行使暗示的標準，找集教材的結果，一定有許多不相干的東西，夾雜在裏面；所以教師應該預先調查，把合格的教材，統統記出來，不可遺漏。因為兒童到

了這環境裏，找出什麼教材，是料不定的，倘然找出來的恰巧是教師遺漏的東西，那麼因為沒有預備的緣故，或者智識方面未能澈底明瞭，教師不能盡指導兒童的責任，便不是良教師。

(乙)編製要目 教材既然選定，便要編製教授要目。為什麼再要編製要目呢！要知道選材的時候，不過像雜貨鋪的進貨一般，凡是有用的貨物，統統收進。可是收進以後，一定還要把他分類整理，纔可以應主顧的需要。教師的編製要目，就是這個意思。理科教材，不論博物理化，有應用上的互相聯絡，有學理上的互相聯絡，有空間的互相聯絡，有時間的互相聯絡，凡是甲教材和乙教材有密切關係的，應該使兒童同時得到甲乙兩種教材的完全智識，即使不能同時，也要前後時間相差，不遠，否則兒童不能得到明確的觀察實驗，就沒有具體的智識，便不是設計教學法了。

(丙)編製教案 死教案不能用在活教授上，這是一種最新的主張。設計教學

法是活教授，爲什麼要編製教案呢？我們從實際上研究，纔知道越是活教授，越是要教案；因爲活動的教材，範圍很廣大，世界上沒有萬知萬能的理科教師，倘使不是預先把各種教材澈底的研究一下，編成教案，仗著固有的智識，往往不能盡指導兒童的能事，這是要編製教案的一種原因。設計教學法，固然是祇須教師供給了環境，任憑兒童自找教材的，但是找出來的教材，往往不能恰合著教師的希望，很關緊要的東西，偏偏兒童不提出，還有照上面乙條所講的甲乙兩種教材，有密切關係的，兒童卻舉甲漏掉了乙，或是舉乙漏掉了甲，要預防這兩種缺點，惟有教師用暗示的能力，去引起兒童的動機，等到兒童一有動機，就可以乘機而入，使兒童不期然而然的趨向教師的目的教材了。那麼怎樣的暗示？怎樣的引起兒童動機？都應該預備在教案裏；這又是要編製教案的一種原因。設計教學法，雖是隨時隨地隨事隨物要活用，沒有一定的死方法，但是也有個大體的教順，決不會甲教材的教順，是目的在前應用在後，乙教材的教順，卻倒轉來做的，所以大體的教順；

不妨預先編定，否則做教師的太沒有把握。不過教順要從客觀方面去做，並且要合兒童心理，不要像舊時教師的從主觀方面下手纔是。既然有教順，那又是要編製教案的一種原因。一種設計，總要得到結果，纔算達到設計的目的。各種教材，依著設計教學法，是應該使兒童得到完全智識的；若是祇知道片面的事情，決不能有明確的觀念，具體的智識。譬如兒童問北方爲什麼麥多米少？那麼教師應該和他們調查北方麥和米產額的比例，南方麥和米產額的比例，再把北方所調查的和南方所調查的，比較一下，試驗北方麥多米少的話錯不錯。進一步，再調查麥的種類、品質、栽培法、種麥的土壤、培麥的肥料以及氣候溫度雨量，和麥的關係。再進一步，要調查北方的土質氣候溫度雨量，以及北方人的性情習慣嗜好，然後可以得到一個結果。在這調查的過程裏，有實習，有研究，有時要造統計表，製統計圖，種種手續很繁；況且學術上要牽涉到別種科目，不是僅僅理科智識，可以足夠的。教師要有預定的方法，指導兒童觀察實習研究，有預備的種種學識，可以做兒童的



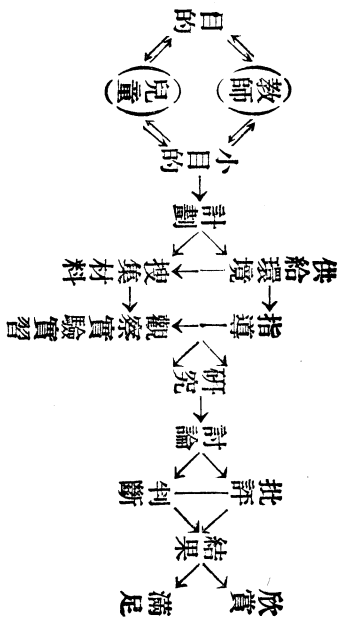
顧問，纔可以得到設計的結果，這又是要編製教案的一種原因。

(丁)編製實驗實習節目和時期表 理科是一種徵實學科，各種教材，必須經過實習實驗，纔有明確的觀念。但是實習實驗，都有一定的手續，和一定的時期，所以節目和時期表兩種是不可少的，編製總目總表以後，再分別註明在各教案裏，可以不致遺漏。

(戊)編製直觀地圖 設計教學法注重環境，環境裏的教材，都從直觀找來。但是那一處有那一種的環境，即使調查明白，也很容易忘掉的，所以直觀地圖，必須編製；某處有山林，某處有池沼，某處有某工廠，某處有某商市，甲地距校多少路程？往來費多少時間？應該從那條路走？沿路有些什麼？可以順便觀察，地圖上畫得清楚，註得明白，教授時方纔不致失敗。

以上的五條，都是理科教師應當預先準備的；準備完全之後，纔可以實施教授了。設計教學法的過程是怎樣呢？可以列一個表來說明他：

這表的上行是教師的，下行是兒童的，中行是教師兒童共同的。表的意思，是教師先設計一個最終的大目的，或是農，或是工，或是商，在女學校裏或是家事。這個大目的，可以教師先定，暗示兒童，認為目的。也可以兒童定了，教師以為不錯，便認可他。但是兒童年齡還輕，經驗淺薄，定出來的目的，不容易正確；所以總是教師定的居多。大目的既定，要得到良好的結果，必須從大目的裏各種的小目的做起，就

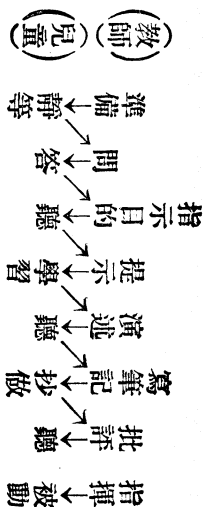


是理科教學平日的各種設計了。表上在教師兒童之後，接著小目的，便爲著這個意思；箭的方向，有反對的兩種，所以表示大目的和小目的，都可以從教師暗示兒童，也可以從兒童提出給教師。小目的既定，教師要計劃怎樣可以達到這小目的？供給怎樣的環境？兒童也要計劃怎樣可以達到小目的？搜集些什麼材料？當兒童搜集的時候，教師應當審量兒童心理和能力，預料他能不能找出目的材料；如其不能，還要用著暗示方法。有了材料之後，兒童便自己觀察，自己實驗，自己實習，教師從旁指導一切需要的方法和技術。接上去，便是教師兒童大家研究，因爲觀察實驗實習，是實質方面的工夫，必須再經過思想方面的探討，纔可以得到明確的觀念，具體的智識，所以研究一層，是不可少的。兒童把觀察實驗實習所得到的結果，加以研究之後，個人所做的情事，總算結束，然後可以公開討論，教師也做討論的一分子；請看表上的研究和討論，是教師兒童共同的。討論之後，兒童就判斷，教師下一個最後的批評，於是得到真正的結果。因爲這個結果一定可以和目的相

合，那麼兒童得到滿足，教師欣賞他們。

我把表的意思既經說明，設計教學的方法也就明白了。這個過程裏，目的是早就定的，小目的和計劃，是在一次的设计裏，常在教師兒童思想界的，供給環境和搜集材料，一定是占教室以外的時間，指導和觀察實驗實習以及研究，多分在教室以外做的，有時也可以在教室內做的。從討論到結果，卻一定是教室內的事情，便是尋常的上課。吾們從這一點看來，可以得到幾種的覺悟，第一是理科教學不是關在教室裏講空議論，可以了事的，多分的時間，還是在教室以外。第二是理科教學的方法是活潑的，隨時隨事隨物，可以各各不同。第三是知道教師雖在旁觀地位，但是常和兒童在一起，不是規定在教室和野外教授時間以內的。

現在再把非設計教學法的過程，列在下面：



這表的上行是教師的，下行是兒童的；因為沒有共同的，所以沒有中行，因為沒有中行，所以教師不容易知道兒童心理，不容易辨別個性，不能隨時隨事隨物做兒童的顧問，做兒童的指導人。過程的意思，是教師先準備問題和教具，兒童呆坐靜等，那個時候，兒童的思想界，可以說是「空空如也」，等到教師發問，於是兒童回答，那麼教師指示目的，兒童聽，教師提示，兒童學習，教師演述，兒童聽，教師寫筆記，兒童抄或是仿做，最後教師批評兒童學習的東西和仿做的筆記，那麼兒童再聽這樣做去，教師處處是指揮的，兒童處處是被動的，所以兒童所學的結果，決然沒有明確的觀念，具體的智識，沒有自動的能力，永遠依賴著他人，那裏能跑到社會

上去完全人間生活呢！現在把設計表過程上關於兒童的截下來，和非設計表過程上關於兒童的截下來，比較一下：

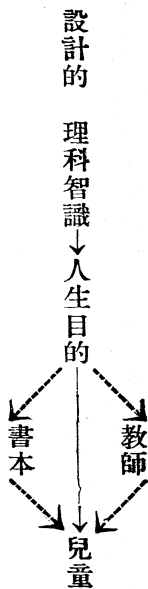
設計的 || 小目的 ↓ 計劃 ↓ 搜集資料 ↓ 觀察實驗實習 ↓ 研究 ↓ 討論 ↓ 判斷

↓ 結果 ↓ 滿足

非設計的 || 靜等 ↓ 答 ↓ 聽 ↓ 學習 ↓ 聽 ↓ 抄做 ↓ 聽

照上面的看來，設計教學法的兒童，沒有教師，也是手續完備，可以得到結果的，而且結果是滿足的。那非設計教學法的兒童，變了個什麼樣子，那裏還可以得到結果呢。

我此刻要照顧到上文，把設計教學法的理科智識和教師兒童的關係，也列一表在下面：



這表的意思和發見的教學法大略相同；不過發見的教學法，沒有設計的目的，他的缺點，好像海洋裏行船，雖然一樣的前進，可沒有羅盤，針指定方向，沒有一定的目的地，所以結果怎麼樣，是難以預料，往往有幸有不幸哩！

The Chinese Educational Review Series  
 Principles and Methods of Science Teaching  
 The Commercial Press, Limited  
 All rights reserved

中華民國十四年十二月初版

回(叢著)教育科學教育之原理及其教授法(一册)

(每册定價大洋壹角)

(外埠酌加運費匯費)



此書有著作權翻印必究

|      |  |
|------|--|
| 編纂者  | 教育雜誌社  |
| 發行者  | 商務印書館  |
| 印刷所  | 上海北河南路北首寶山路  |
| 總發行所 | 上海棋盤街中市  |
| 分售處  | 北京天津保定奉天吉林龍江<br>濟南太原開封西安南京漢口<br>蘭谿安慶蕪湖南昌九江<br>長沙常德衡州成都重慶廈門<br>福州廣州潮州香港梧州雲南<br>貴陽張家口新嘉坡 |



## 教育叢書目錄

- [1] 新學制的討論(三冊) [2] 新學制中學的課程 [3] 小學的新課程(二冊)
- [4] 小學教育的實際問題 [5] 初級中學教育 [6] 大學校之教育
- [7] 師範教育改造問題 [8] 測驗之學理的研究 [9] 麥柯測驗法
- [10] 皮奈西門智力測驗法<sub>冊二</sub> [11] 陸軍用的智力測驗法 [12] 團體智力學力測驗法
- [13] 五項測驗 [14] 測驗與入學考試的改進 [15] 教育統計法
- [16] 現代教育思潮批判 [17] 日本最近教育思潮 [18] 社會教育與個性教育
- [19] 教育與德謨克拉西 [20] 晚近美學說和美的原理 [21] 美育之原理
- [22] 美育實施的方法 [23] 教學之美學的基礎 [24] 教育上之理想國
- [25] 設計教學法實施報告<sub>冊二</sub> [26] 三教育家之設計教學法 [27] 設計教學法概要
- [28] 設計教學法的實際 [29] 道爾頓制概要(三冊) [30] 道爾頓制的實際
- [31] 文科試行道爾頓制說明 [32] 教育哲學 [33] 教育之生物學的基礎
- [34] 教育雜文 [35] 教育獨立問題之討論 [36] 教育行政效率問題研究
- [37] 性教育概論 [38] 性教育的理論 [39] 性教育與學校課程
- [40] 男女性之分析 [41] 青年之性的衛生及道德 [42] 巴哥羅底兩性教育觀

- 〔43〕特殊教育之實施
- 〔44〕鄉村教育研究及研究法〔45〕社會學與教育
- 〔46〕教學之社會原理述要
- 〔47〕小學教學法概要
- 〔48〕小學國語教學法概要
- 〔49〕作文及文學教學法
- 〔50〕中學校之博物學教學法〔51〕小學算術教學法
- 〔52〕小學公民教育及教學法〔53〕小學史地教學法
- 〔54〕自然科教學法
- 〔55〕工藝科教學法
- 〔56〕美術及音樂教學法
- 〔57〕外國語教學法
- 〔58〕協動教學法的嘗試
- 〔59〕試行協動法成績報告
- 〔60〕個性與教學
- 〔61〕教育心理學大要
- 〔62〕兒童性向的測驗報告
- 〔63〕義務教育之研究及討論
- 〔64〕歐美之義務補習教育
- 〔65〕職業教育之理論及調查〔66〕成人教育
- 〔67〕科學教育原理及教授法〔68〕體育之進行與改造
- 〔69〕小學體育教學法
- 〔70〕田徑游泳競技運動法
- 〔71〕女子教育之問題及現狀〔72〕幼稚教育及日美幼稚園
- 〔73〕訓育之理論與實際
- 〔74〕學校風潮的研究
- 〔75〕兒童自治施行實況三冊
- 〔76〕教材之研究
- 〔77〕歐戰後各國教育之改革〔78〕教育視察與視察後感想
- 〔79〕哲學與論理
- 〔80〕心理學之哲學的研究
- 〔81〕心理學各方面之研究
- 〔82〕變態心理學概論
- 〔83〕庚子賠款與教育三冊
- 〔84〕教育短評
- 〔85〕小學教育參考書三冊
- 〔86〕現行教育法令三冊

以上共壹百冊

## ■ 設計教育用書 ■

——教員必備——

- |            |    |      |
|------------|----|------|
| 設計教育大全     | 一册 | 六角   |
| 設計教育法輯要    | 一册 | 七角   |
| 新著設計教學法    | 一册 | 二角半  |
| 設計教學法      | 一册 | 七角   |
| 三教育家之設計教學法 | 一册 | (即出) |
| 設計教學法概要    | 一册 | 一角   |
| 低學年設計教學法   | 一册 | 二角半  |
| 設計教學法的實際   | 一册 | (即出) |
| 設計教學試驗實況   | 一册 | 二角   |
| 設計教學法的實施報告 | 二册 | (即出) |

---

商務印書館出版

# 教育原理

教師參考必備

|           |      |
|-----------|------|
| 公民教育      | 一元五角 |
| 密勒氏人生教育   | 八角   |
| 社會與教育     | 八角半  |
| 社會教育與個性教育 | 一角   |
| 英文中國教育原理  | 一元五角 |
| 教育哲學      | 一元   |
| 輓近教       | 四角   |
| 斯賓塞教育     | 四角半  |
| 杜威教育哲學    | 四角   |
| 杜威教育學說之研究 | 四角半  |
| 教育哲學大綱    | 三角   |
| 教育上興味與努力  | 二角   |

商務印書館出版

|   |   |   |
|---|---|---|
| 年 | 誌 | 教 |
| 彙 | 十 | 育 |
| 刊 | 六 | 雜 |