

教育叢書

第五十四種

教育雜誌社編

小學自然科

上海商務印書

法

小學自然科學教學法

小學自然科學教學法

張裔雲

小學校裏的課程，雖然因為環境的不同，經濟的多寡，不能一律，然而無論設立那一科，總有一種共同的目的。目的是什麼呢？就是要使小學生從功課上「得到多少智識」「增進若干經驗」或「造就一些技能」。有了目的，然後去搜集適當的材料，用合宜的方法，教兒童學習。這是小學校裏規定課程的原則；所以不論什麼功課，對於這個原則，總是一致的；但是在實際方面，因為各科的性質不同，也自有他獨立的目的；因此，所用的材料，教學的方法，當然也各各不同了。現在我要說的是自然科學的教學法，應該把教學自然的目的和取材的方法先說個明白。

教學自然的目的 亘古以來，自然界的萬事萬物，不是生長，就是死滅，不能進

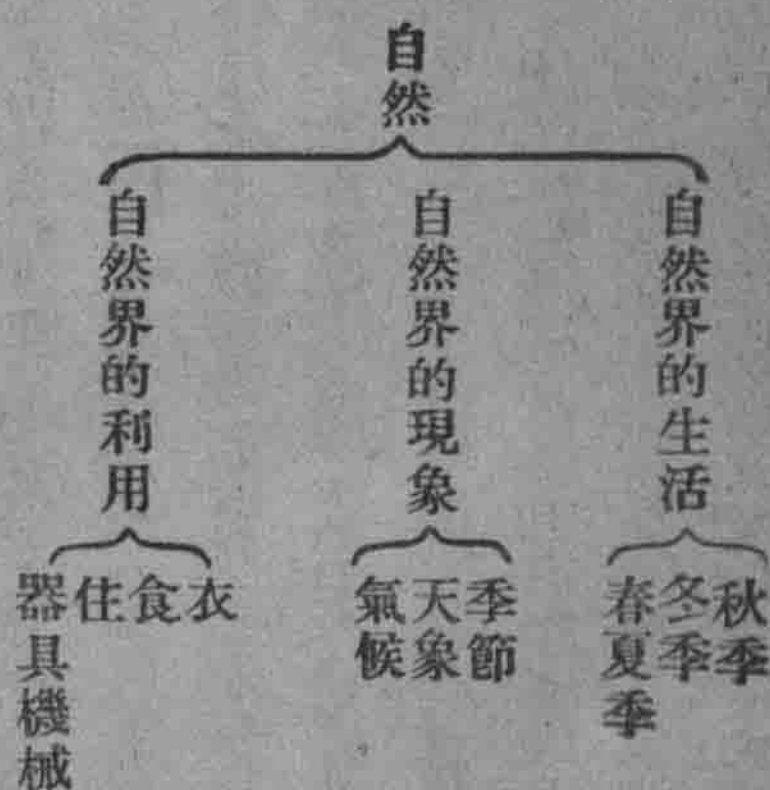
步，就要退化，千變萬化，簡直沒有一刻停頓。我們人類，不論年齡的大小，知識的高下，既然在這自然界中生活，不能不略知這種變化，以求個人社會的適應。換一句說，就是我們人生的進步，社會的發展，都要靠着研究自然界的事物，才有希望。小學校裏所以要設自然一科，就是要使小學生研究自然界的大概，使稍知事物的生死進退和人類的關係；一方面又使他們學得研究自然界事物的方法。這是小學校裏規定自然科的原由，也就是教學自然的目的。要是抱這個目的依照個人、社會兩方面的發達分析起來，可以說有四個標準：（一）審美的；教學自然，是要使學生會得欣賞自然界裏生物、非生物的現狀和變化。（二）社會的；教學自然，是要使學生研究人類生活和自然界萬事萬物的關係。（三）經濟的；教學自然，是要使學生助長有益人類的事物而驅除那些有害者。（四）攝衛的；教學自然，是要使學生對於自然界直接或間接有關個人或公衆康健的事物，知道有研究的必要。

自然科材料的收集 自然科不論目的如何，方法如何，所用的材料不外乎

(一)屬於生物的；(二)屬於非生物的；(三)屬於園藝的；(四)屬於工藝的；(五)屬於衛生的；(六)屬於物理的；(七)屬於化學的；(八)屬於氣象的幾類。取材的方法，從前大半都依據現成的課本，按課教授，對於學生的環境是否相宜，對於學生的心理是否需要，都不甚過問。這種方法，我們早已認為沒有價值，所以有人主張應該根據學生的環境，自行規定適宜的課程，把種種材料按照程度的深淺，分別排列，教師只要依據課程，按步就班的去教學。這種方法，表面上比死守課本的好些，然而他的流弊還是和死守舊本一樣，所以也是不合法的。後來又有人主張，說是小學校裏的自然材料，應該把小學生現在的生活做根據，不宜偏重將來的；應該把小學生的需要和興味做主體，不宜偏重成人的；所以取材的方法，是應該完全依據學生經驗界中的疑問，一項一項和他們研究，使他們一一明瞭。簡單的說起來，學生要研究什麼問題，就研究什麼問題；凡是和他們經驗界中不相干的問題，不必做無謂的灌注。這個辦法，把編訂課程的方法完全推翻；論其效果，確是能够

增加學生研究的興味，而適應他們的需要；然而推究他們的結果，有兩大缺點：在學校的設備上，有種種困難，教師的應付，也不免要顧此失彼，此其一。學生自身在有疑問而正想研究時，固然興高彩烈，爭先恐後的提出；在他們注意力渙散的時，有了疑問，也想不出來；此其二。這種缺點，有的以為可以在學級的組織、教學的方法和教師的精神上設法避免，然而究竟能否避免，還是一個問題。況且這種辦法，似乎沒有系統，沒有規律，對於設立自然科的目的能否達到，對於自然科的標準是否平均，覺得很難判斷，很難調濟。平心而論，這種辦法，與規定課程的方法，各走極端，都不相宜。假使把這兩種方法截長補短，混為一體，或者可以免去流弊。至於怎樣截長補短，怎樣混為一體。試看下面的具體辦法：

第一步規定課程的綱目 小學校裏自然的課程中，絕對不能夠用科學的分門，應該偏重具體的、心理的經驗，而且不背學生適應的程度。現組成綱目如下表：



第二步向學生徵集關於自然的問題——在適當時期以內，令全校學生各把自
己所有的不明白的問題，儘量報告出來。——一二年級的學生，書寫的能力很小，
教師可以幫助他們寫；三年以上的學生，可以叫他們自己寫。——於是把這些問
題，依照年級，分成若干段。譬如全校有六個學年，就可以把他分成六段；或是把相

近兩級的合在一起，分做三段。分好以後，把他詳細審查，凡是和自然科不相關的——問題，一起去掉。所留的問題中間，一定有謬誤的地方和不妥當的文字語句，須一一替他們改正。改好了，把他編定號數，然後油印，叫各級學生選擇自己喜歡研究的問題。選擇時候，愈多愈好。但是實在不喜歡研究的問題，不可勉強加入，選擇終了，再把選擇的結果，做一個精密的統計。——這種調查，能够合了幾個學校同做，則所得的結果一定比較的更精密些。——這樣，則那幾個問題是全校學生都很需要的，那幾個問題學生需要的很少，那幾個問題是某種程度的學生需要的很多，其他的學生不很需要，都可以一目了然。然後依據各段各問題需要的分量，把各問題所在的地位，詳細修正。如果各段問題的分量不很平均，以後須隨時徵集補充。如果各級學生對於某問題的需要量都是很大，那麼各段中儘可以把這個問題列入，祇須在教學時斟酌研究的範圍，調濟調濟就是了。又一二年級的學生，理解力、記憶力都不很強固，所研究的事情大概都很簡單，而且他們又很容易忘

記，所以他們所研究過的問題，從第三學年起，須擇要重行研究。

第三步細訂自然課程 將修正的問題，依照課程的大綱，分成自然界的現象、利用三大類。再照各類的細目，分別排列，然後依據學生的年齡、能力，把各段各問題教學的範圍等一一規定，免得使用時漫無標準。

第四步搜集參考材料 依據課程中各問題的範圍，詳細調查可以解決問題的材料，逐項編輯。——一遇有課程以外的問題，須臨時編纂。——對於低年級的問題，還要把和問題有關係而且有興味的故事，也分別編入。——如無適用的材料，可以假設事實，自行編輯。——預備教學時給學生參考文字宜力求淺顯，總以能適應他們的程度為準。凡是原理、原則，非遇必要時，不宜特別標明，宜竭力注重應用方面。學術上的名詞，應該少用，宜多採用通俗的名稱。學生可以自己觀察、實驗的方法等，尤須格外詳細，格外顯明。這樣，教學時，可以免掉許多困難，省却多少周折。但是對於五年以上的學生，可以叫他們自己向各種參考書籍中去搜集解

決問題的資料；并且應該竭力獎勵他們用這個方法，養成他們查書的習慣。所以五年以上的參考材料，非不得已時，不必編輯。但是各問題參考材料的出處，仍須一一註明課中程，免得臨時搜查。

第五步使用課程 定了課程，並不是硬要教師依據課程去教學生，不是硬要學生按照課程上的問題去學習。那麼，課程不是等於廢物嗎？不是的。要曉得課程是死的，使用課程的方法是變化無窮的。上面兩種果然也是方法，可是成了沒有變化的死方法了，要是用那些方法使用課程，結果一定要和前面所述「用主觀的規定課程的方法」一樣。我們對於這種課程，應該把他看作參考品，不能完全把他當作出發點。所以我們使用課程，要有下面的幾個方法：

甲、研究的問題，仍舊要學生根據自己心理的要求，自由提出；教師就按照該生年齡、能力，向課程中查考該生對於該問題應該研究到某種範圍，得到若干知識、經驗，然後把這種範圍暗示他們——可從設想問題上誘導他們——把研究的

範圍、方法、參考材料的所在等指導他們，由他們自由學習。假使課程中沒有同樣的問題，可以把與該問題相類似而極有關係的問題指導他們。如果類似的問題也找不到，先把該問題考量考量，果真是重要的，可知是從前遺漏的問題，應該隨即把該問題加在課程中；並且隨即規定範圍，編輯參考材料，然後指導他們。如果不是重要的問題，雖然不必把該問題收集在課程中，也須臨時規定研究的範圍，編訂參考材料，適應學生的需要。

乙、學生有時因為種種原因，想不出問題，教師就可根據他們的年齡、程度，在課程中找覓應該研究的問題，用適當的方法，去引導他們。——但是不宜直接把某問題告訴他們——使他們覺得對於某問題確有研究的必要，然後再把範圍、方法等指導他們。倘使教師所暗示的問題，學生不覺得需要，須立即把其他適當的問題去誘導他們。如果從暗示上能够引動他們，提出別種需要的問題，那是更好了。

丙、學生所提的問題，倘使不合時令，學習上一定困難，教師就可以聲明理由，叫他們另提題目。他們倘使想不出來，可以檢課程上所列合於時令的問題去誘導他們。

使用課程的方法。大概如此；至於課程的本身，也有幾種作用，再分述於下：（一）有了課程，在教學方面，可以有些系統，有些標準。（二）有了課程，在學校的設備上，也有大概的標準。（三）這種課程，可以隨時增減，不但供給教師的參考，還可以明白小學生對於自然課需要的程度；並且可以時時用上述方法，調查學生的需要，有否變化，有無增減。

對於教學自然的目的，收集材料的方法，已經說過，現在應該談到自然教學方法了。

自然的教學方法，就是教學生學習自然的方法；一方面使學生得到自然界的種種智識、經驗；一方面使他們學得學習自然界事物的方法；並且希望他們從此

養成一種習慣，做他們將來研究科學的基礎。在自然課的材料方面，固然不能不把小學生現在的生活做根據，不能不把小學生的興味和需要做主體；但在他們學習研究自然的方法上說起來，確也是應該顧到他們的將來，應該誘導他們傾向普通研究事物的習慣。所以教學的人，應該想法使學生用普通研究事物的方法學習。

普通我們遇到一件不明瞭的事情，或是看見了一件沒有見過的东西，總有許多疑問縈繞於我們腦海中；因此，就想了許多方法，從各方面去搜集許多材料，把那些疑問——研究，一一解決，使自己對於該事該物完全明瞭，於是得到一個正確的結論。譬如我們要處理一件事情，必定先推想：「這件事情怎樣發生的？」發生在什麼時候？「經過的情形怎樣？」倘使不去處理，有沒有危險？「要是處理，應該從那一步着手？」這就是對於那件事情發生的疑問。想了一番，乃從各方面去探聽和這事有關係的事實，這就是搜集解決問題的材料。等到對於種種疑問研

究明白以後，一定再就這事情對於各方面的利害細細的考量。這時腦海中又發生：「處理這事，共有幾個方法？」用這種方法去處理，他的結果怎樣？「如果用那種方法去處理，結果又是怎樣？」等問題。於是再把這些問題反覆研究，然後決定處理的標準、方法，着手處理，這就是研究該事所得的結論。我們曾經處理過事情的人，大概都能知道的。又如研究一種器具，在開始研究的時候，大概也先發生許多問題。如「這種器具那裏來的？」是誰發明的？「發明了有多少時候？」他的構造怎樣？「用什麼做的？」他的功用怎樣？等問題，當時一定有的。有了疑問，就一方面推想，一方面把該器具詳細觀察或試驗。觀察、試驗以後，仍舊不很明白，或者雖然明白而不敢自信時，大概還要向書本中搜集些和該器具有關係的記載，或向有經驗的人詢問一番，這都是搜集解決問題的材料。同時又根據搜集到的材料，把該器具細細的研究，或是和相當的人討論討論。等到研究終了，對於各種疑問已經明瞭，於是思想界中又引起多少問題：如「用了這種器具，有多少利益？」

「不用他，怎樣不便？」這種器具的作用，和那一種東西相像？「是否可把那種東西來代替這種器具？」在我的理想上看來，這種器具是沒有改良的地方？「要是

有須改良的地方，應該從那一步着手？」等種種問題，又自然而然的發生。於是根據這些問題，再細細推究一番，然後得到一個正確的結論，這就是研究該器具的結果。我們研究過器物的人，大概也經過這許多手續的。不但研究器物如此，無論研究什麼東西，恐怕都是這樣的。不過事物的性質不同，所發生的疑問不能一律就是了。不但知識程度高的人，研究事物，常用這個方法；就是思想簡單的人，也是如此的。不過他們頭腦中所發生的疑問比較的欠周密，所應用的手續比較的簡陋些就是了。照此看來，我們可以說：凡是人類的研究事物，不論思想的高下，程度的深淺，一定要經過三步手續。就是：（一）設想問題；對於某事物先發生許多問題，就是研究的出發點。（二）搜集材料；用種種方法，搜集解決問題的材料，詳細研究。（三）推求結論；從研究的結果，對於某事物推求一種正確的結論。

自然科完全是研究事物的學科，研究時候，不能不用這種方法。所以我們教學生學習自然，必須根據人類研究事物的通例，利用學生的需要和興味的機會，照天然的順序，去指導他們。所謂人類研究事物的通例，即上述的三步；所謂天然的順序，就是教師根據學習人心理的過程逐步進行的順序。這種順序，概括的說起來，也可以分做三步。就是：（一）預習；教學生用種種方法，把某事物先研究一下。（二）討論；教學生用推理、引證、矯正等方法和協力、互助的精神，解決研究的問題。（三）整理；教學生從研究的事物上，拈定一個正確的結論，再教他們把所得的知識、經驗應用一番。

現在再根據上述的兩種順序，把學生學習自然和教師教學生學習自然的方法分別說明於後：

（一）學生學習自然的方法

有了關於自然的問題，并且自己覺得很高興去研究，就可以把這個問題報告

教師；一面用下面的方法，在適當的時候，自行研究。遇有困難的地方，就請教師指示，或求同學幫助，一定要使自己對於那個問題完全明白，毫無疑義，才算了事。

甲、設想問題——自己有了要研究的問題，自己須先仔細想一想：我對於這個問題，有多少疑惑的地方，有多少不明白的事情，然後把這疑惑的、不明白的問題一起記出來；再看這些問題，那一個應該先研究，那一個要放在中間，那一個必須放在末了，自己斟酌定了，把次序註明，請教師審查。如有錯誤或遺漏，須隨即補正。

乙、搜集材料——搜集解決問題的材料，不外乎調查、觀察、試驗、質問等幾種方法。但是這些方法，並無一定順序，應該看了問題的性質，才可以計劃應用方法的先後。所以在設想問題以後，應該自己先考量一下；對於這些問題，靠着自己的力量，是否能夠澈底研究；要是覺得不會研究，應請教師同學指導幫助，或是請求共同研究。如果自己以為能夠研究，那麼，應該把研究的手續計劃好了，再和同學商量，是否妥當，然後着手做去。至於搜集材料時實際上的方法，大概如下：

A、調查——就所有問題，向各方面調查可以解決問題的資料。調查方法，可以分做兩種：1、詢問。向相當的人、機關、商店、工場等詢問和問題有關係的事實或說明。自己的力量覺得有做不到的時候，須請教師、同學指導幫助。2、看書。在相當的書本或現成的參考材料中間，找覓和問題有關係的記載。如必須人家幫助時，可請求教師和同學。

B、觀察——從自己所定的問題，認定觀察的目的、要點，就事物詳細觀察，——參考也包括在內——搜求解決問題的材料。至於觀察的方法，有就一事物部分的觀察，有全部的觀察，有就數事物的觀察，有短期的觀察，有長期的觀察。這許多觀察方法，在研究一事物時候，有祇須用一種的，也有兼用數種的。自己倘能規劃，最好；否則，可請教師、同學指導協助。

C、實驗——自然界的問題，往往要靠着試驗，才可以證明。所以研究的時候，有可以試驗的，自己一定要認定試驗的目的、要點；靜心試驗，求得解決問題的資料。