

第五章 想像力 Imagination

有了精確的實驗或觀測作為研究的依據，想像力便成為自然科學理論的設計師。

- 廷德爾 -

豐富的想像·虛假的線索·好奇心激發思考·討論能激勵思想·受條件限制的思考·提要

豐富的想像 *Productive thinking*

在本章和下一章裏，將簡單討論『想法 idea』怎樣在頭腦中產生，以及那些條件有利於創造性的思維活動。這裏，我也照其他章節的辦法，把一個完整的題目武斷地分開，以便對有關過程進行批判的考察。因此，本章所包括的很多材料應視為與『直覺』一章有關，而下一章內容的大部分也同樣適用於『想像力』。

杜威 (John Dewey) 把『自覺思維』分解為下列幾個階段。首先，對某種困難或問題有所意識，從而連成刺激。繼而，一個想像的解決方法躍入自覺的頭腦。理智現在才開始作用，對這一想法進行考察，決定取捨。如果想法被摒棄，我們的思維活動則回到前二階段，並重複方才的過程。我們必須懂得，重要的是：想法的形成不是有意識的、自覺的行為。它不是我們所做的事，而是在我們身上發生的事。

在平常的思維過程中，我們就是這樣不斷地考慮這些想法，連接了各個推理的步驟。而且，我們對此習以為常，竟渾然不覺。以往的經驗和訓練在頭腦中形成聯想，通常，我們就從回憶這類聯想的過程中，直接產生了新的想法及新的配合。但是，偶而在腦際也閃過某種特別獨創的想法，但並不以過去的聯想(至少不以一開始就很明顯的聯想)為基礎。我們可能突然看到了好幾件事物或好幾個想法之間的聯繫；或者，可能躍進了一大步，而不是像通常那樣，當一對或一組想法之間的聯繫業已確立，或顯而易見時只邁著小步子。這種大突變不僅僅在我們考慮問題時發生，而且在我們並不思考什麼問題也經常發生，或甚至在我們做著別的事情的時候；在後兩種情況下，突變往往十分驚人。雖然這些想法與那些幾乎不斷出現而且不那麼令人興奮的想法之間，也許並無根本上的區別，而且也不可能截然區分，但是，為了方便起見，我們要在下一章以『直覺』為題把兩類想法分別加以考慮。本節將把注意力集中於創造性思維的一般特徵上。

杜威提倡他稱之為『思考性思維』的東西，即反覆思考一個問題，給予有步驟的和連貫性的思考，以區別於在腦海中自由運行的各種念頭。也許後一種情況最確切的名稱叫『夢想』。夢想也有它的用處，下面就要談到。但是，思維可以是思考性的，卻又是效率不高的。思想家出於急躁或惰怠，可能對產生的想法審查得不夠精確，也可能在得出結論時操之過急。杜威說很多人或是由於他們受不了那種精神上的不愉

快，或是由於他們把疑惑狀態看成是一種低劣的表現，而不能容忍這種狀態。

『要真正做到多思，我們必須甘心忍受並延續那種疑惑的狀態，這是徹底探究的動力，這樣就不致於在未獲充足理由之前，接受某一想法或肯定某一信念。』也許，一個訓練有素的思想家的主要特點在於，他在佐證不足的情況下不輕易做出結論；而未受訓練的思想家則很可能這樣做。

有意識地創造想法或支配創造性想法，是不可能的事。當某種困難刺激頭腦時，想像的解決方法簡直是自動地躍入意識。這些方法的多寡或優劣，取決於過去對該問題的經驗和訓練的種度。我們能有意識地去做，便是這樣來訓練自己的頭腦，自覺地把思想引導到某一問題上，考慮這個問題，並審查半自覺的頭腦所想出的各種建議。杜威說：思維活動中智力是在建議提出後，它對建議所採取的行動。

在條件相同的情況下，我們知識的寶藏越豐富，產生重要想法的可能性就越大。此外，如果具有各種相關學科或者甚至不太相關學科的廣博學識，那麼，獨創的見解就更可能產生。正如泰勒 (E.L. Taylor) 博士所說：『具有豐富知識和經驗的人，比只擁有一種知識和經驗的人，更容易產生新的聯想和獨到的見解。』

有獨創性重要貢獻的科學家，常常是興趣廣泛的人，或是研究過他們專修學科之外的學科的人。獨創性常常在於發現兩個或兩個以上研究對象或想法之間的聯繫或相似之點，而我們原來以為這些對象或想法彼此沒有關係。

在尋求獨創性的想法時，放棄杜威提倡的那種有方向、受理智支配的思維活動，而任自己的想像馳騁，即『夢想』，有時是有益的。哈定 (Harding) 說所有獨創性的思想家都是幻想家。她對幻想解釋如下：『就一個題目進行幻想，... 就是有意使思想消極地集中在這個題目上，使其順著思緒發生的軌道行進，只有在一無成果時才停止；而一般來說任其自然形成，自然分支，直至產生有用而又有趣的結果。』普朗克 (Planck) 說：『人們試圖在想像的圖紙上逐步建立條理，而這想像的圖紙則一而再、再而三地化成泡影，這樣，我們必須再從頭開始。這種反覆的過程對最終勝利的想像和信念是不可或缺的。在此沒有純理性主義者站立的位置。』

在作如此思考的時候，很多人發現：把思想具體化，在腦海中構成形象，能激發想像力。據說，馬克斯威爾 (Clerk Maxwell) 養成了把每個問題在頭腦中構成形象的習慣。埃利希也大力提倡把想法轉為圖形，這點我們可從他給自己的『側鏈學說』畫的圖看出。圖畫的比喻在科學思維中能起重要作用。德國化學家凱庫勒 (Kekule) 就是這樣想到苯環的，這個想法使得有機化學徹底革新。他敘述了他是怎樣坐在桌前寫他的化學教科書的：『但事情進行得不順利，我的心想看別的事了。我把坐椅轉向爐邊，進入半睡眠狀態。原子在我眼前飛動：長長的隊伍，變化多姿，靠近了，連結起來了，一個個扭動著，回轉著，像蛇一樣。看，那是什麼？一條蛇咬住了自己的尾巴，在我眼前輕蔑地旋轉。我如從電擊中驚醒。那晚我為這個假設的結果工作了整夜。... 先生們，讓我們學會做夢吧！』

然而，物理學已經發展到這樣的階段：某些現象只能用數學的語言來表達，再

也不可能用機械的比擬來表示了。

在研究傳染病的時候，有時最好像貝爾納那樣，採取生物學的觀點，把致病微生物看作是為自己生存而不斷掙扎的物種；或者，乾脆像畢生致力於斑疹傷寒研究的津澤對這種疾病採取的辦法那樣：在想像中，把疾病人格化。

特別是在物理學和數學中，尋求普遍性結論的一個重要誘因，是對論據之間的條理與邏輯聯繫的喜好。愛因斯坦說：『沒有什麼合乎邏輯的方法能導致這些基本定律的發現。有的只是直覺的方法，輔之以對現象背後規律的一種愛好。』

喬治 (W.H. George) 說，當觀察者看到他視野內的物體所構成的圖案有一個空缺時，他產生了一種緊張的感覺。等到填補了空缺，圖案的各部分各適其位時，觀察者感到輕鬆、滿意。普遍性的結論在完成任何一項任務時所體驗到的滿足心情，是另一種可以用此種概念解釋的現象。這種心情也許與任何有關報酬的事物毫無聯繫，因為它也同樣適用於那些不重要的事務，如填字遊戲、爬山或讀書。當有人不同意我們的觀點，或是出現違反我們信念的事實時，我們感到一種本能的氣惱，其原因也許就是由於他們破壞了我們已經形成的圖案。

人的頭腦在事物中有追求條理性的傾向，這一點並未逃過培根明察秋毫的慧眼。他警告我們要謹防這種傾向把我們引入歧途，使我們誤信自己看到了一種高度的條理性與均衡性，而實際上卻沒有這麼高的程度。

當人們正作出新想法以後，就要予以判斷。以知識為根據的推理，對日常生活和科學上的簡單問題，通常足以敷用；不過，在研究工作中，要作出有效的推理，可用的知識往往不足。這裏，人們只能仰仗『感覺』或『鑒賞力』。哈定說：『如果科學家一生注意細緻的觀察，訓練自己注意尋求類比，使自己具備有關的知識，那麼，這個『感覺工具』... 就將成為神通廣大的仙杖 ... 在創造性的科學上，感覺起了主導的作用。』

寫到想像力在科學上的重要性時，廷德爾 (Tyndall) 說：『牛頓從落下的蘋果想到引力的問題，這是有準備的想像力的一種行動。根據化學實驗，道爾頓 (John Dalton) 富於建設性的想像力形成了原子理論。戴維 (Humphrey Davy) 特別富有想像力；而對於法拉第來說，他在全部實驗之前和實驗之中，想像力都不斷作用和指導著他的全部實驗。作為一個發明家，他的力量和成就，大都應歸功於想像力給他的激勵。』

想像力之所以重要，不僅在於引導我們發現新的事實，而且激發我們作出新的研究，因為它使我們看到可能產生結果的事物。事實和想法本身是死的東西，是想像力賦予它們生命。但夢想和猜測若無推理使它們作有教的運用，也只是胡思亂想而已。在奔放的想像力中捕捉到的模糊概念必須化為具體的命題和假設。

虛假的線索 *False trails*

在探索新知識的過程中，想像力雖是靈感的源泉，但如不受到訓練，也可能釀成危險：

豐富的想像力須用批評的精神與判斷來加以平衡。當然，這決不等於說要把它加以壓制或扼殺。想像僅能使我們步入未知的黑暗世界，在那裏憑借我們攜帶的知識之微光，可能瞥見某種似乎有趣的事。但是，當我們把它帶出來細加端詳的時候，往往發現它只不過是塊廢料，一時閃爍引起人們注意罷了。看不清楚的東西常常具有古怪的形狀。想像既是一切希望和靈感的源泉，而且同時也是沮喪失望的緣由。忘記這點就會招致悲觀絕望。

不管其起源如何，多數假設被證明是錯誤的。法拉第寫道：『世人何嘗知道：在那些通過科學研究工作者頭腦的思想和構建理論當中，有多少被他自己嚴格的批判、非難的考察，而默默地、隱蔽地扼殺了。就是最有成就的科學家，他們得以實現的建議、希望、願望以及初步結論，跟原先出現在腦中的思想比起來還不到十分之一。』任何有經驗的研究人員都能證明這些話。達爾文甚至走得更遠，他說：『我一貫力求保持思想不受拘束，一旦某一假設被事實證明錯誤時，不論我自己對該假設如何偏愛（在每一課題上我都禁不住要形成一個假設），我都放棄它。』我想不起有那一個最初形成的假設，不是在一段時間過後就被放棄，或被大加修改的。

赫胥黎說：『用醜惡的事實屠殺美麗的假設，是科學的最大悲劇。』伯內特告訴我，他想出來的『巧主意』絕大多數都被證明是錯誤的。

犯錯誤是無可非議的，但要能及時覺察並糾正。謹慎小心的科學家既犯不了錯誤，也不會有所發現。懷德海(Whitehead)這點說得好：『畏懼錯誤就是毀滅進步。』戴維說：『我的那些最重要的發現是受到失敗的啟示而作出的。』在發現想法有錯誤並作出適當的反應，一個訓練有素的思想家，比起沒有受過訓練的人，有極大的有利條件。前者不但從成功中得益，而且也從錯誤中吸取教訓。杜威說：『使一個不慣於思考的人感到沮喪煩惱的事，... 對於訓練有素的探究者來說，是動力和指針...。它或是能披露新問題，或是有助於解釋和闡明新問題。』

一個有創造性的研究工作者，往往不怕擔風險犯錯誤，而且，在報告自己的發現前，進行嚴格的試驗，尋找錯誤。不僅在生物科學中是這樣，而且在數學上也是如此。哈達馬(Jacques Salomon Hadamard)說，優秀的數學家經常犯錯誤，但能很快發現並糾正，還說他本人就比他的學生犯更多的錯誤。劍橋大學心理學教授巴特利特(Frederic Bartlett)爵士在評論這一說法時提出：『測定智力技能的唯一最佳標準，可能是檢測其摒棄謬誤的速度。』利斯特曾說：『我能想像到的人之最高尚行為，除了傳播真理外，就是公開放棄錯誤。』

喬治指出，即使是天資出眾的人，他們的『假設』之出生率雖很高，但也僅能超過其死亡率而已。

很多人認為普朗克的量子論，甚至比愛因斯坦的相對論對科學的貢獻更大。普朗克獲得諾貝爾獎時說：『回顧 ... 最後通向發現(量子論)的漫長曲折的道路時，我對歌德(Goethe)的話記憶猶新，他說，人們若要有所追求就不能不犯錯誤。』

愛因斯坦在談到他的廣義相對論的起源時說：『這些都是思想上的謬誤，使我艱

苦工作了整整兩年，直到一九一五年我才終於認清它們確實是謬誤。... 最後的結果看來近乎簡單；而且任何一個聰明的大學生不會碰到太大的困難就能理解它。但是，在最後突破、豁然開朗之前，那種在黑暗中對感覺到了、卻又不能表達出來的真理進行探索的日子；那強烈的願望，以及時而充滿信心、時而擔憂疑慮的心情 ... 所有這一切，只有親身經歷過的人才能體會。』

也許賀姆霍茲 (Hermann von Helmholtz) 所寫的，是關於這些事最有趣、最能說明問題的故事：『一八九一年我解決了幾個數學和物理學上的問題，其中有幾個是奧伊勒 (Euler) 以來所有大數學家都為之絞盡腦汁的。... 但是，我知道，所有這些難題的解決，幾乎都是在無數次謬誤以後，由於一系列僥倖的猜測，才構成順利的例子，再逐步概括而被我發現。這就大大削減了我為自己的推斷所可能感到的自豪。我欣然把自己比做山間的漫遊者，不諳山路，緩慢吃力地攀登，不時要止步回身，因為前面已是絕境。突然，或是由於念頭一閃，或是由於幸運，他發現一條通向前方的新蹊徑。等到他最後登上頂峰時，他羞愧地發現，如果當初他具有找到正確進路的智慧，本有一條陽關大道可以直達頂巔。在我的著作中，我對讀者自然隻字未提我的錯誤，而只是描述了讀者可以不費氣力攀上同樣高峰的路徑。』

好奇心激發思考 *Curiosity as an incentive to thinking*

同其它動物一樣，我們與生俱有好奇的本能。好奇心激發青少年去發現我們生活的世界：那些堅硬、那些柔軟、那些可動、那些固定，發現東西向下墜落，水具有稱之為液體的特性，以及其它一切我們適應環境所必需的知識。據說，尚未具備精神反射的嬰兒，不像成年人那樣表現出『攻擊-逃避』的反應，他們的行為反倒截然相反。到入學年齡時，我們通常已經過了這個發展階段，那時，大部分的新知識是通過向別人學習，亦即：或是觀察別人，或是別人告訴我們，或是閱讀，而積累而得的。我們已經具備了有關我們生活環境的實用知識，我們的好奇心若不是成功地轉移到智力方面的興趣上，那麼它會開始減弱。

科學家的好奇心，通常表現在探索他所注意到的事物，但尚無令人滿意的解釋出現或其相互關係的認識。所謂『解釋』，通常在於把新觀察或新想法跟已被接受的事實或想法聯繫起來。一種解釋可能只是一種概括，它把一大堆資料連結在一起，成為一個有規則的整體，可以和現存的知識與信念聯繫起來。科學家通常具有一種強烈的願望，要去尋求其間並無明顯聯繫的大量資料背後的原理。這種強烈願望可被視為成人型的或昇華了的好奇心。熱衷於研究工作的學生往往是一個具有超乎常人好奇心的人。

我們已經看到，認識到困難或難題的存在，可能就是認識到知識上令人不滿意的現狀，它能夠激勵新想法的產生。不具好奇心的人很少受到這種激勵，因為人們通常是通過質疑其過程為什麼如此，如何作用，某物體為什麼採取現在的形式，如何採取，從而發覺難題的存在。當有人提出問題時，我們要努力自我克制不去回答這個問題。這一事實證明，問題就是激勵的泉源。

某些純粹主義者主張科學家只應知其然而不應知其所以然。他們認為：欲知其所以然就意味著，在事物的背後有著理智的目的；各種活動受著超自然力量的支配而達到一定的目標。這是『目的論』[譯註：一種唯心哲學理論，認為任何事物均為其自身的目的或某種外在的目的所支配和決定]的觀點，已為現代科學所鄙棄。現代科學力求認識一切自然現象的發展過程。馮·布呂克(von Bruecke)曾說：『目的論是一位任何生物學家缺之不能生存的女郎；然而生物學家卻羞恥在公共場合與她為伴。』

在生物學上，完全有理由問其所以然，因為一切事件都有其緣由，因為生物體的結構和反應通常都履行其生存價值的功能，在這個意義上，他們是有目的。提出『為什麼』能有效地激發對其可能的緣由或目的之想像。『怎麼樣』也是有用的問題，可引起對其發展過程的思考。

科學家的好奇心是永遠滿足不了的，因為隨著每一個進展，正如巴伐洛夫(Pavlov)所說：『我們達到了更高的水準，看到了更廣闊的天地，見到了原先在視野之外的東西。』這裏我們可以舉一個例子，看看好奇心怎樣促使亨特進行實驗從而導致了一項重要的發現。

一天，亨特在倫敦郊外的里士滿公園看見一隻鹿的鹿角仍在生長。亨特好奇的想知道如果切斷頭部一側的血液供給將會發生什麼情況。他做了一個實驗，繫緊一側的外頸動脈，頓時，相應的鹿角冷了下來，不再生長。但是過了一會兒，鹿角又暖了過來，繼續生長。亨特查明，繫帶並未鬆，而是鄰近的血管擴張了，輸送了充足的血液。側支循環的存在及其擴張的可能就是這樣發現的。在這以前無人敢用結紮法治療動脈瘤，怕引起壞疽，而現在亨特看到了治療的可能性，他用結紮處理動脈瘤。就這樣確立了今天外科上稱為亨特氏法的手術。強烈的好奇心似乎是亨特背後的推動力，奠定了現代外科學的基礎。他甚至出錢讓一個外科醫生到格陵蘭漁場去替他觀察鯨魚。

討論能激勵思想 *Discussion as a stimulus to the mind*

學術討論常有助於創造性的思維活動。與同事或與外行們討論問題。可能在下列某一方面有所幫助。

(1) 別人可能提出有益的建議

別人很難直接指出擺脫困境的解決方法，因為他不可能比研究該問題的科學家擁有更多的專門知識。但由於有著不同的知識背景，他可能從不同的角度觀察問題，提出新方法。甚至外行人有時也能提出有益的建議。例如，採用瓊脂作細菌學中的固體培養基就是柯赫(Robert Koch)的同事赫西(Hesse)的妻子建議的。

(2) 一個新想法可能由兩三個人集中他們的知識或想法而產生

也許其中任何一個科學家單獨都不具備必要的知識，可以得出將他們大家的知識結合起來所能得到的結論。

(3) 討論是披露謬誤的寶貴方法

以錯誤知識或不正確推理為基礎的想法，可以通過討論而得到糾正：同樣，盲目的狂熱可以被遏制，並及時受到制止。一個無法與同事談論自己的工作或與世隔絕的科學家，常因追蹤錯誤線索而浪費時間。

(4) 討論和溝通觀點往往使人振作，給人激勵和鼓舞，特別在人們遇到困難，感到煩惱的時候。

(5) 討論的最寶貴作用在於幫助人們擺脫那些已經形成、但事實證明是無成效的思想習慣；也就是說，擺脫受條件限制的思考。受條件限制的思考現象將在下一節討論。

討論必須在互相幫助，互相信信的氣氛中進行，人們必須作自覺的努力，以保持開放的、善於接受他人意見的頭腦。參加討論的人數通常以不超過六人為宜。在這樣規模的小組中，沒有人會怯於承認對某些事物的無知，並從而糾正自己的錯誤，因為在知識高度專門化的今天，每個人的知識都是有限的。自覺無知和學術上的誠實，對研究人員來說，是兩個重要的品德。自由討論需要一種絕不因為是權威，或甚至受尊重的意見，而有所拘束的氣氛。羅伯遜 (Brailsford Robertson) 講過大生化學家洛布 (Jacques Loeb) 的故事。當課後一個學生問洛布問題時，他作了很特別的回答：『我回答不出你的問題，因為我自己還沒有看過教科書的那一章。不過你明天來的時候我已經看過了，也許能夠回答你。』

學生常常錯誤地認為自己的老師無所不知，他們不知道教員要花很多時間準備功課，除了講課講到的那個題目外，他們的知識往往就不給人那麼深刻的印象了。不僅一個教科書的作者不能把書中的全部知識裝入腦中，而且，一篇研究論文的作者也要不時參看自己的論文，來回憶他自己所做的研究細節。

在實驗室三五成群共進午餐，或共用午後茶點是個好習慣，可提供大量機會進行一些非正式的討論。此外，舉行略微正式的討論會或午茶會，在會上研究工作人員可提出在研究之前、研究之中以及研究結束後，他們各自發現的問題，也是有益的做法。同一機構或部門的研究工作人員交流各自的興趣和問題，對於促成一種激勵思想的工作氣氛大有好處。熱情是具有感染力的，並且又是防止意志消沉的最好保障。

受條件限制的思考 *Conditioned thinking*

心理學家注意到，我們一旦犯了錯誤，比如把一大串數字加錯了，往往有一再重複這個錯誤的傾向。這種現象被稱為 固執性錯誤。思考問題時情況也一樣，我們的思想每採取某種特定的思路，下一次採取同樣思路的可能也就越大。在一連串的思想中，一個個觀念之間形成了聯繫，這種聯繫每利用一次就變得越加牢固，直至最後，這種聯繫緊緊地建立起來，以致它們的連結很難破壞。正像形成條件反射一樣，思考受到條件的限制。我們很可能具備足夠的資料來解決問題，然而，一旦採用了一種不利的思路，問題考慮得越多，採取有利思路的可能就越小。正如尼科爾所說：『面臨困難的時間越長，解決困難的希望越小。』

思考還因向別人學習而受到條件的限制，這種學習可以是通過別人的口授，也

可以是閱讀別人的著作。在第一章裏我們討論了不加批判的閱讀對創造性的不利影響。確實，一切學習都使思想受到限制。然而，我們這裏所關切的條件限制的影響，是不利於我們達成獨創思想的那些因素。這就不僅僅牽涉到學習錯誤的觀點，或受錯誤觀點所限制，因為，正如我們在第一章中所看到的：閱讀，即便是閱讀真理，對於獨創精神也可能有不利的作用。

使我們的思想擺脫條件限制的兩個主要方法是(1)暫時的擺在一旁，以及(2)討論它。如果把問題擱置數天或數週再回到問題上來，這時，舊有的聯想或部分地被遺忘，或變得淡薄。而且，我們常常得以從新的角度來看這個問題，從而產生了新的想法。把寫好的論文擱置一旁數週的做法，很能說明暫時擺在一旁的好處。等到回過頭再來看的時候，先前被疏忽的缺陷暴露得十分明顯，恰當的新見解也可能躍入腦際。

討論對於突破固定的陳舊思路有很大的幫助，在向別人，特別給一個不熟知本學科的人解釋問題的時候，必須闡明並詳述那些過去被接受的方法，這樣就不能再採用熟悉的思路。常有這樣的情況：在講解的時候，對方未發一語自己就想到了一個新念頭；講課時也有這樣的情況，因為當教師在作講解的時候，他自己比以前『看』得更清楚了。對方的問題，那怕是無知的問題，也可能使講述者打破已形成的思想聯繫，即使只是為了釐清這一建議的不具效用，也可能使得講述者看到解決問題的新方法，或是看到先前未曾注意到的某些現象或想法之間的聯繫。提問題對思想產生的影響可比喻為撥火助燃，它擾亂了原有固定的安排，帶來了新的配合。由於擾亂了固定的思路，與不熟悉本學科的人進行討論可能幫助更大，因為親近的同事之間很多思想習慣都是共同的。撰寫評論問題可能與講課一樣有幫助。

受條件限制的思考這一概念還有一個有益的應用，即在無法解決某一問題時，最好從頭開始，若有可能，採用新的方法。例如我曾企圖尋找引起羊腐蹄病的微生物，研究數年而無所得。我一再失敗，但每一次我都用同樣的方法重新開頭，也就是說，試圖使用顯微鏡來選擇有機體病原，然後在培養物中分離出來。這個方法似乎是最合理的方法。但是，僅在嘗試了一切可能方法而不得不予以放棄時，我才想到了一個解決該問題的根本不同方法，即用各種培養基試驗混合培養物，以便找到一種能致病者。按照這個方法，我很快就解決了這個問題。

提要 *Summary*

創造性思考源自對困難的認識，解決問題的想法躍入腦海或被摒棄。思想中新的組合來自合理的聯想、幻想，或有時來自偶然的遭遇，想像力豐富的頭腦產生多種且多樣的配合。在證據不足的時候，科學的思想家不急於做出判斷，而是繼續保持懷疑的態度。想像力很少使人得出正確的答案，大多數的想法必會被丟棄。研究工作者不應害怕犯錯誤，只要錯誤能及時得到糾正就行。

好奇心如不轉到智力方面，則在童年之後就會衰退。作為研究工作者，他的好奇心通常用於尋求對那些尚未理解現象的解釋。

進行討論常常有助於創造性思考，研究機構中每天進行三五成群的非正式討論，很有好處。

一旦我們對一組資料進行了思考，則往往每次都會採用同樣的思路，這樣，就容易重複不利的思路。有兩種辦法可以幫助我們思想擺脫這種條件的限制；一是把問題暫時擱置起來；一是同別人討論問題，最好同不熟悉我們工作領域的人進行討論。