

科技教育界應重視如何塑造良好的學習環境

王光復

國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系副教授

壹、前言

馬克思等哲學家說：人是環境的動物，環境是自變數，人是因變數 (MBA 智庫百科(2010)。)。類似的說法：人塑造環境，環境塑造人(李偉文, 2010)。另外的說法：邱吉爾也說：『人建造房屋，房屋塑造人的個性。』(林建山, 1989)。綜合以上說法，可以推論：既然環境會影響人，則優質的學習環境、肯定對學生的學習、會產生積極的助益。

目前一般人對「學習環境(Learning Environment)」的認識，可能有一些偏差誤解或迷思：以為優質的學習環境主要靠完善的設備,尤其是先進的電腦設備;當然教育設施及設備完善是所有從事教育者的共同理想;但是難道有了完善設備就有了優質學習環境了嗎?

這個論點,就好像有些教育較落後的國家的教育者主張,只要有經費(只要有錢),教育就會辦得很好,真的是這樣簡單嗎?

因此本文想針對這個迷思,深入探討哪些因素有助於優質學習環境之建立?換言之,到底設施要如何規劃設計,才能確保優質的學習環境以建立。

文獻探討顯示,目前國中小學科技教育設施並不理想,譬如由下列研究,可以看到:

- 設施不良或使用不當,常妨礙教學之順利進行.□林炎旦(2001)在「國民小學美勞專科教室安全衛生管理現況研究」一文中指出:大部分學校教育設施不夠理想,尤其是在安全衛生、危險物處置、廢棄物處理等方面;部分學校採光照明之安置不佳;且作業空間及通風設施等方面仍有所缺失。
- 陳文慶(2003)在「永續校園」一文中,也指出:學校設施規劃不當,往往造成通風、照明、音響等不良而且耗費能源。

- 黃永泰(2003)於國民中學校舍使用情形調查報告中指出：校舍不足產生原因：1.拆除老舊校舍。2.配合政策，校舍相互挪用。3.原設備與現行教育部規定之標準不同。4.經費不足。5.增班期間，以專科教室充作普通教室使用。
- 宋鴻營(2010)的調查報告也指出部分校舍老舊且校舍不足。因無專科教室無法佈置專用器材。配電線路未能整體規劃，導致管線雜亂，影響觀瞻。
- 黃再鴻等(2007)在對國中生進行「生活科技遠距協同教學」之調查時，發現有：資訊設備不足或不良的現象、網路的阻塞、或常常斷線，或聲音影像不同步的現象。

由文獻探討看出來，國內論文幾乎把設施的理想只侷限於硬體設施，例如空間是否寬敞、設備是否齊全。換言之，就像上述所摘錄的文章所顯示的一樣，全部偏向於從建築功能、空間大小、設備優劣的角度來檢視教育設施。

而對科技教育設施之是否真正有助於學生的學習，兩者關係的探討較少。在科技教育的研究中，教學環境（學習環境）之研究，也一直未曾受到重視（黃志燾、余鑑，2007）。也就是說、科技教育設施能否被學生覺得它是一個良好的學習環境？這類文章似乎只能在外文的文獻裏面去找。因此筆者想要拋磚引玉，嘗試對這個主題：如何把科技教育設施、塑造成為「良好的學習環境」深入進行探究，希望本文能引起國內科技教育學者對這類問題之關切和重視。

筆者認為：教育設施不只要方便實施教學，還要進一步對學習產生促進的功效。進一步說，若僅僅要求教育設施的設置，能提供足夠的軟硬體供教學順利的實施就好了，只能說是很消極的目的。如果要談論：教育設施的設置的積極的目的，應該是：不但要能促進學習的有效進行，還要讓學生覺得它是一個很理想的學習環境（不但滿足他的需求，而且符合他的興趣）。

但是、什麼是理想的(優質的)學習環境呢？有助於學習的「學習環境」的特質為何呢？以下是一些有關於學習環境的文獻：

- 關於學習環境的需求，英國教育部(Crown, 2005)所公佈的主要國家策略(Primary National Strategy)指出：學習環境對學生的好壞，可從下列四個方面來檢視：(1)學生在學習活動時，各種設施是否能滿足其生理需求；(2)師生及友儕互動、互相對待、互相關照的情形；(3)課程教學目標，

教學行政管理的校規學則，對學生的要求情形；以及(4)校內所採用的語言及溝通方式，學生能否適應。

- 美國非營利組織 EDUCAUSE (Warger, EduServe, & Dobbin, 2009)認為：(1)理想的學習環境，應能促進主動的學習，關鍵性思考(critical thinking)，合作式學習，及創生新知識；(2)學習並非侷限於教室及教師，最重要的是學習空間(Learning Spaces)，(3)學習受到人(師生們)、科技(教學設備)、教學資源、教學方法以及文化的影響；
- 美國維基尼亞科技大學(Virginia Tech., 2011)指出要想塑造理想學習環境，教室的設計準則包括：(1)應能方便教職員執行教學及行政工作；(2)應能提供各種不同教學方式之彈性的運用；(3)應能方便互動及合作學習；(4)教學工具及資訊系統應簡單容易使用；(5)應妥善安裝資訊網路以利遠距教學；(6)所設資訊系統價格及維護費用不宜太昂貴；(7)建築應妥為規劃，使採光照明通風冷暖桌椅櫥櫃尺寸及空間運用良好，且能防止噪音等干擾。
- 美國研究 21 世紀應該學習的知識技能及專長能力的機構(Partnership's 21st Century Skills, 2009a) 主張：學習是受到學習空間、科技工具(教學設備)、時間、教學方法策略(policy)、以及文化的影響；並主張：上述知能及專業，應從五類進行研究：(1)能力標準；(2)能力評量；(3)課程及教學；(4)專業成長；(5)學習環境(Partnership's 21st Century Skills, 2009b)。

如果對於理想的學習環境的定義，還是採用上述消極（可進行學習）及積極（可促進學習）兩部分來分類的話，綜合上述文獻之主張，則理想的學習環境的消極定義，可解釋為：(1)建築之採光照明通風冷暖空調狀況良好，而且工作檯桌椅櫥櫃等設備齊全，通道尺寸及空間運用良好，符合環保衛生，且能防止噪音等干擾；(2)教學設備、科技工具、及電腦資訊網路系統，能妥善安裝使用；(3)能方便教職員執行教學及行政工作的建築空間及設施設備。

而理想的學習環境的積極定義，可解釋為：能做到讓學生在使用教育設施，進行學習活動時，感覺得：(1)很方便、很順利、很舒適、安全、衛生、乾淨、寬敞的學習空間、可彈性運用的教學場地以便實施合宜的教學法、齊全的教學設備及科技工具、容易進行主動的學習；(2)有良好的資訊溝通設施、很容易進

行師生及友儕互動、容易進行合作式的學習；(3)課程教學以及評量的要求、實習工場的運作管理措施、以及教學行政管理的校規學則，覺得很人性化。

因此、本文擬就理想的學習環境的積極定義所描述的三點，分成貳、參、肆、三章，進行探討。各章標題為：貳、如何將科技教育設施塑造為方便及舒適的學習環境；參、如何將科技教育設施塑造為容易互動及溝通的學習環境；肆、如何將科技教育設施塑造為人性化管理的學習環境。

希望透過探討上述三大問題，能充分解答：「如何將教育設施，塑造成優質的學習環境」。□

貳、 如何將科技教育設施塑造為方便及舒適的學習環境

前已述及，理想的學習環境，應能做到讓學生在使用教育設施，進行學習活動時，感覺得：(1)很方便,很順利,很舒適；(2)很容易進行師生及友儕互動；(3)課程教學的要求,以及教學行政管理的校規學則，覺得很人性化。本章就是針對第一點：如何使科技教育設施室使用時，讓學生覺得很方便,很順利,很舒適，進行探討。

若要能夠讓學生在教育設施裏面安心快樂的學習，最基本的起碼要滿足其生理的和安全的需求，這是依照馬士洛的需求理論(Maslow's hierarchy of needs)。該理論是說：人類最基本最需要滿足的就是生理及生存的需求，其次是安全的需求，其次是被愛被關懷及有歸屬感，再其次是得到尊重、而得以自尊自重，最後是個人的潛能得以發揮理想得以實現(Crown, 2005)。本章就是先討論如何先滿足前兩個需求(生理和安全)。

Bryan (2007). 在 *Managing Facilities for Results* 一書中指出：教育設施可以簡單分為建築設施(Physical Plant)，教學活動空間，教學所需設備，桌椅工作檯櫥櫃等儲藏設備，及通道指示 (Signage) 四大類。

建築設施是教育設施的主要結構體部分。它是指營建施工完成的房屋及場地，主要組成部分包括：進口及出口，牆壁，地板，天花板，窗戶，照明，溫濕控制，資訊 (電傳, Telecommunications)，進排水管路，配電，樓梯通道，電梯，昇降機，保全設施，儲藏設備等(Bryan, 2007)。這些部分應責成建築師審慎設計及監督，以確保整體工程之高品質。

一、如何做好安全衛生

如上所述，學校應要求營建廠商建構安全衛生節能環保的建築設施。教育部的國民中小學設備基準(教育部,2002)指出：校園各項設施必須確保使用者之安全與健康，建立舒適性、功能性、多樣性、創造性與教育性的校園環境。

建構完成後，仍應妥善規劃教育設施的使用管理，務期使學生能夠得到安全、衛生、整潔的學習活動空間，以及便利、舒適的學習環境，這是科技教育規劃者的重要責任。

若要想使科技教育能夠順暢的實施，則科技教室除了要有完善的設施，充實的教學設備，還要有符合實際需要的佈置，以及合理的管理制度。

有關於教育設施之安全衛生，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、唯有創造一個安全衛生的校園環境，才能讓學生安心的學習，並發揮潛力使學識能力加速的進步。因此，不但教育設施及設備要符合環保安全衛生有關標準及法令規章之外，更要設法防範或降低在教學、實習、製作、評量、管理等教學活動流程所導致的安全衛生風險。

(二)、實習工場應注重安全衛生、消防、逃生、噪音及環境污染之防治等。

(三)、安全設備措施應需加強檢視,定期檢查,以確保安全；應實施環保及安全衛生管理相關教育訓練活動，建立各項緊急應變機制並進行演練，並做好節能減廢、污染防治、及廢棄物回收處理等工作(仁寶電腦, 2010)。良好的維護策略及管理措施，不但能確保設施維持於最佳狀態，也可塑造安全的使用環境，並使學生對教學環境及學校有更好的正面印象 (Mull, Beggs, & Renneisen, 2009)。

(四)、造成工作不安全的主要理由,是機械設備之設計不良,譬如人機界面設計不當,或設計得不夠人性化,不夠安全(劉國青, 2008), 造成操作者容易疲勞或需要極度緊張，所以在選擇及採購置機械設備時,要非常留意這一點。

(五)、要避免不安全的環境，不安全的因素包括：防護設施不足，工具陳舊及未妥善保養；工具或機械設備設備不良,機械之設置(位置或空間等)不當；光線不良,通風不良,空氣不清潔,欠缺安全眼罩,衣帽手套等安全裝置或安全護具。(劉金玉, 2008)

(六)、為確保學校人員及財物之安全，進行校園整體規劃時，應考量在重要處所設置安全維護監控系統。(教育部, 2002)

(七)、化學藥品及易燃易爆物儲放場所，應顧及搬運方便及人員安全。(教育部, 2002)。對於實驗室中有毒化學藥劑及廢液之儲存，以及有毒氣體之抽排氣設備，宜加強檢查，使能有效防範化學品危害及確保作業環境空氣品質無虞。(逢甲大學, 2010)。

(八)、應配合多媒體教學及一般教學之電力功率需求，設置專用安全插座。(教育部, 2002)

(九)、如情況許可,可於實習工場, 設置舒適的衛浴設施，並提供熱水，使實習中若有淋浴需要,可用以滿足清潔需求。

二、如何做好通風照明

有關於教育設施之通風照明，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、教育設施應注重通風、採光、安全、格局、色彩等，要能使學生感到愉悅舒適。

(二)、應考量通風及採光，來決定科技專業教室之設置位置及座向。

(三)、動手做的製作區和重思考的設計區之間,要能隔離噪音震動及強光;設計區要能上網,及供討論; 教學或設計區要能展示學生的優良作品。有足夠的輔助區及儲存設備(隔間,箱櫃等)，供學生放置學習活動所需工具,材料,物品等。

(四)、若能做好建築物管理維護，且隨時注意建築物的更新需求，提昇經濟效益,符合節能環保考量，則建築物的使用壽命及價值將可增加。

(五)、門窗及窗簾宜採自動化控制系統，有助於提供室內恰當的溫度、舒適的視覺，並能使人自主地掌控個人的生活環境，而提高生活品質與樂趣(向陽節能捲窗,2010)。

(六)、實習工場因為加工的噪音,震動,及空氣污染等問題,應與需要安靜的普通教室隔離。□□

三、如何做好節能環保

要做好教育設施之節能環保，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、學校應設置節能環保設備：如屋頂的太陽能光熱設備、污(廢)水處理設備、實驗室廢氣處理系統、馬桶和水龍頭的節水裝置、資源回收、垃圾壓縮機等。

(二)、環保設備之採購、裝配、安裝、調整、操縱、控制、檢修維護等，各環節都要做好。

(三)、節能環保工作之推動及貫徹必須做好下列工作：組織與責任，訓練，體認，與能力，溝通，環保建檔及文件管理，作業之監控，及意外之預防及反應處置(Eco-Management and Audit Scheme, 2004)。

(四)、學校及教室所用之電機電器包括印表機所用油墨等，都應該符合節能環保的標準。

(五)、為了永續經營及維護學生健康富裕(well-being),現代教育設施設計之新趨勢是採用各類節能減碳及環保的設備及器材(Whole Building Design Guide, 2010),如多採用自然光照、改採省電照明設備、多用再生能源、採用無毒建材、設置健康的體能活動設施、採購環保(綠色)產品、採用節水設備等。□

四、 如何做好空間規劃及方便通行兼照顧身心障礙者

為了方便通行及協助身心障礙者，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、學校教學場所之空間，可依實際活動及作業需求，而規劃成不同的房間或工作區域，並分別設置不同的桌椅櫥櫃機具等設備，譬如：普通教室，專科教室 (Specialty classroom)，圖書資料閱讀及資料庫檢索區，行政管理辦公區，學生聚會活動討論區，儲藏區等 (U.S. Department of Education, 2003)

(二)、教室工場通道之設計，以及教學設備之佈置，應能方便教學活動之進行，以及方便上下課時人員之進出。

(三)、要設置完善的通道指示 (Signage)，用以指示遵行方向、場所用途、逃生門、使用注意事項等。包括固定裝設於牆面、門、門框、櫃台等上面的，及準備好可移動放置的通道告示牌 (Bryan, 2007)。

(四)、學校應力求每位學生都能獲得公平的機會，趨近及使用各項教育設施(Warger, EduServe, & Dobbin, 2009)。為了塑造公平的、良性競爭的學習環境，校園各項設施之規劃與設計及使用權利，應確保無性別、族群、階級、宗教、政治黨派偏見原則(教育部,2002)。

(五)、學校應依身心障礙者保護法及建築相關法規設置無障礙環境設施與設備，校園內各類空間之規劃設計應方便身心障礙者使用，達成「安全、可到

達、可進入、可使用、」的無障礙環境目標。為視覺障礙、聽覺障礙、肢體障礙者、及必須坐輪椅者，提供通行,上課,溝通,及學習上的各種科技輔助設施。對寫字有困難的肢障學生，可允許他以電腦取代紙筆來交作業或參加考試。加強普通班師生對身心障礙學生的接納態度。(教育部, 2002)

五、 如何做好舒適的學習活動空間

若要創造一舒適的學習活動空間，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、學習活動空間(Learning Spaces)，包括實體的如工作檯、實驗桌、椅子、櫥櫃、電腦設備等，以及虛擬的學習科技軟體，直接影響了學生的學習。這個學習活動空間是否能滿足學生的期望,能否讓學生學習的很順利很愉快，取決於教育設施之規劃、教育科技設備之建置、教師、學習科技家(learning technologists)、圖書館專家、及教育主管(EDUCAUSE, 2006)。

(二)、學習空間設計之最新走向以人為本 (human-centered design)，也就是說、不以提供學習所需設備為滿足，還要提供支援及輔導，以助其完成學習 (Brown and Long, 2006)。

(三)、每位學習者的座位隔間、桌子、椅子、和公共走道旁的家具，應該符合舒適的要求，另外，可安排一輕鬆,愉悅,快樂的音樂休憩區,供學生鬆弛緊張忙碌的身心。

(四)、教育設施在教室間及大廳旁廊道等適當的地方，應設置桌子及座椅，供學生們做非正式的互動，牆邊可設展示櫥窗，展覽學生優良作品或科技新知等，另外可設一小型工作室（設計製作用），提供給學行俱佳及資賦優異學生，供其進行個別研究之用，以做公開獎勵（The National Science Foundation, 2011）。

(五)、如果教學空間不夠大，要使用的學生人數太多，則應採取預約 (reserving) 及排程 (scheduling) 的措施，以期使用者獲得足夠的學習活動空間，及使設施設備得到更充分的運用(Mull, Beggs, & Renneisen, 2009)。記得民國 57 年筆者執教國中工藝時，適逢九年國教剛開始實施，當時採用的方法，是把全班 50 位學生分成兩半，25 人在工藝工場的制作區進行操作活動，另一半則在工藝工場的設計區繪圖，第二週再兩組對調過來。

六、如何做好彈性運用的教學場地

為了營造可彈性運用的教學場地，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、學校建築的生命週期中，由規劃階段開始，到設計、營建、使用與維護階段，整個過程都會決定了建築之服務品質及建造使用之成本。若在建築設計時即已考慮到彈性使用，將可使場地設施發揮更大的使用功效。

(二)、教育設施（教室及實習場所）空間及型態，應能配合教育目標、教育理念、教育方法、課程安排、教學活動等，機動調整以符合其需求之改變。

(三)、用於講課的教室與用於實習的場所（設計製作或動手做的場地），應該緊密相連，以方便隨時集合操作中的學生，進行教學講解、示範、或討論。

(四)、學校建築與教學設備，應該建置好詳細正確的管理資料系統，才能確實掌握學校教育設施的使用狀況；且能充分支援校舍及設備之維護及更新。

(五)、儲藏室之設置處所、空間大小應視儲藏物品性質、數量而定，並依建築技術規則作好防火措施，並顧及出入動線之方便性。(教育部, 2002)

七、如何設置齊全的教學設備及科技工具

要備妥教學設備及科技工具，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、教育設施及設備之規劃設計、營建購置、使用管理，需講求的目標：
1.教育設施需種類新穎、高品質、高效能， 2.針對教育之需求、且能提昇教學績效，3. 提供更好的教育服務， 4. 所採用設施效能要好,而建置耗費不昂貴,且維護費用不高(Norphonic, 2010).

(二)、理想的教具、科技工具、教學設備、或訓練設備，應該符合下列的品質要求：1. 有教學功效,能讓教師很樂於使用於日常教學之中；2. 應能讓學生覺得很有興趣,有吸引力,能引起好奇；3. 應內容充實完整,有助於了解教材主題；4. 應內容深淺合適,適合學生程度去學；5. 應容易使用,容易下手,不複雜,不會讓學生迷失；6. 其文字用語及圖表明顯易懂, 應能讓學生很容易自學；7. 應設計得有彈性,易操縱,學生隨時可暫停及改跳往別處；8. 應有詳細說明,能讓學生很容易學習；9. 應能方便運用,貯存,管理,維護；10. 內容應附有測驗題,能讓學生自行評量學習心得（王光復, 2007）。

(三)、備妥各項教學所需設備,教具,及媒體, 以便教學時能靈活運用, 以

提升學習興趣及促進教學效果。

(四)、為提升設備之使用率及資源之使用效益，各類教室及教學設備，應儘可能開放為全校提供教學服務，充分利用。

(五)、學校建築與教學設備，應該建置好詳細正確的管理資料系統，譬如學校設施資訊系統（School Facilities Data System），才能確實掌握學校教育設施的使用狀況；且能充分支援校舍及設備之維護及更新（U.S. Department of Education, 2003）。

(六)、教育設施及設備之管理，可以採行「管理專案研究」並提出研究報告，以做為維護及更新之參考依據。管理專案研究之主要流程為：成立專責小組，進行調查研究，確認理想與現況之差距，最後研擬出最佳的改良策略（Bryan, 2007）。

參、如何將科技教育設施塑造為容易互動及溝通的學習環境

前已述及，理想的學習環境，應能做到讓學生在使用教育設施，進行學習活動時，感覺得：(1)很方便，很順利，很舒適；(2)很容易進行師生及友儕互動；(3)課程教學以及評量的要求，以及教學行政管理的校規學則，覺得很人性化。本章就是針對第二點：如何使科技教育設施室使用時，很容易進行師生及友儕互動，進行探討。

師生及友儕互動屬於五種影響學習的因素（Whitehead, 2010）之中的社會因素（sociological elemnt），其他四種因素為：環境因素(如聲光溫度通風),生理因素(如疲勞,官感),心理因素(如：理解思考),情緒因素(如：奮發,堅持)。

人是社會的動物，需要與別人尤其友儕互動，經由互動才能體驗及獲得關懷及歸屬感。同時經由和老師和同學的互動，才能把學習的困難向老師求教，把學習的經驗和同學分享，何況互動是合作的基礎。以下即進行探討，如何塑造為容易互動及溝通的學習環境。

一、如何建置良好資訊系統以方便溝通、

要建置良好的資訊系統，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、美國教育科技的網頁（ISTE, 2011）指出：教育科技之進步，使學習不再局限於教室，也使學生得以進入有無限機會的世界（a world of endless

opportunities)。為了確保學生能夠很容易的享用教育科技，則各類教育科技之資訊系統及設備之選用、購置、包括對殘障學生之輔助科技(assistive technology)之提供，一定要及時、有效、完整、正確。(Illinois Department of Human Services, 2007)

(二)、宜多設置互動性功能強大可雙向回饋與溝通功能的媒体設備；譬如互動式有線電視、網路通訊、視訊會議、電子佈告欄等。

(三)、學校應設置的資訊設備：如校務行政電腦化、電腦教室、資訊網路系統、教室內設置電腦等。

(四)、學校應設置的傳播系統：如廣播電台、視訊傳播或製作系統，閉路電視教學系統、電腦看板、錄影與剪輯設備等。

(五)、學校應另設置自動化管理設備如：如擴音系統、教室麥克風、教室對講機、圖書館借還書自動化管理系統、電動板擦、庭園自動化灑水系統、自動感應照明設備、電動門障礙感知器、自動化消防系統、廁所便斗紅外線感應器等等。

(六)、教室裏應設置教學媒體和資訊設施，以提升教學效率，儘可能充實各類視聽設備：如電視機、教材提示機、投影機、錄放影機、錄音機、電(手)動螢幕、輔助教學電腦、遮光簾幕、麥克風及視聽媒體等。

(七)、教室內的資訊及視聽設備，其設置應考慮到：操作簡單、使用方便、安全管理無虞、功能完整等因素，以妥善設置。

(八)、教學用的電腦軟體，其選用之取捨準則為：內容正確、新穎、而且有一致性 (content accuracy)，符合教學原理有良好回饋能激勵學習，能有效達成教學目標，能評量學習進度、符合學生程度、有詳細說明、容易使用，而且受到市場高度評價，且有明顯的教學功效(Morrison & Lowther, 2010)。

(九)、學校也可設置教育媒体資源中心，提供製作媒体之技術服務，並教導有效運用各類教育科技，以利推廣教育或支援協助教學。

二、如何促進師生及友儕以及外界專家人士之互動、

師生的互動型式包括：問答、討論、辯論、團隊合作 (team work)、找老師討論求助、或找外界專家技術指導等。在課堂上以及在教學活動之中，若有良好的設施及氣氛，方便教師和學生互動(包括問答、討論、辯論、團隊合作 team work、)，學生能容易的提出問題，由教師解答，則學生可經由問和答，刺激思

考及解答疑惑，有助於學生之主動學習（active learning），教師也得以瞭解學生之學習狀況，給予適時的輔導。(Glasgow City Council Education Services, 2009)。另外，學生也可以透過資訊設備與外界人士或專家溝通取得技術支援。

Produced b 有關於促進師生及友儕互動，在設施的規劃、建置、及使用上，宜注意下列事項：

(一)、科技教室及科技專業實習工場之設備、佈置、及空間安排、及工作桌坐位設計，應能方便師生及友儕互動及分組討論。儘可能把很多小部門，容納於一個大的開放空間裏，也不要將隔間牆壁設得太高，更不要使各部門都個別形成單獨的一間房間，以免增加人員互訪互動之障礙。

(二)、科技教室及實習工場應有良好資訊設備，以利溝通及示範發表。同時支援學生透過各類資訊網路設備，與家人、親友、同學等，能保持密切連繫(Warger, EduServe, & Dobbin, 2009)。

(三)、師生之間及學生友儕之間之互動可以透過面對面溝通，使更容易建立夥伴關係，協商感敏議題，進行更深度的討論(Cennamo & Kalk, 2005)。此外，也可以透過電傳設備及網路進行。為了促進互動，應加強教導學生熟悉使用各類電傳設備及網路之溝通技術方法(Cavanaugh, 2006)。

(四)、開放式教室空間，加上妥善的資訊傳播設備，可做多元與彈性的運用，也有利於各種教學活動的實施。另外，教師們也可以隨時機動設置團體研究討論的空間，也有助於促進教師們的合作與交流。

(五)、教室或實習工場教學空間及桌椅隔間設備，應能夠彈性調整，以便在需要時，改變布置形成一個小組討論區或專題研究區。

(六)、教學時要以學生為中心，協助學生獨立學習，要學生扮演研究者的角色，教師密切支援學生之研究，提供指引及協助尋找解答，並鼓勵學生把資訊、困難問題、及研究心得經驗，對全班分享(Morrison & Lowther, 2010)。

(七)、為了提昇科技對用戶之親和程度及改善科技支援的功能，則科技工具設備之選用，應考量：(1)「介面的友善性」、(2)「科技的可親近性」、(3)「性能展示及選用之教導機制」、(4)「科技產品設備操作運用之教導機制」、及(5)「產品設備廢棄回收處理機制」。

(八)、可設置虛擬實境教學設備，以方便學習者以自己的喜好及步調來學習，鼓勵主動學習，發掘新知，汲取經驗，並可透過網路之與遠方的學習者

互動討論、交換心得經驗。

三、如何促進合作式的學習

要想做到方便進行合作學習，在設施的規劃及建置上，宜注意下列事項：

(一)、由於科技產品及服務日益趨向複雜，所有與科技有關的學習，都已經進入跨越學科領域的學習，亦即必須仰賴不同專長的參與研究，學生必須採用合作式學習才能學習如何與他人互動、及互助、以及進行團隊合作 (Rogers and Geisler, 1995)。

(二)、理想的學習情境有賴：設施空間 (space)、教育科技、教法 (pedagogy) 三者的配合 (Sala-Oviedo, Fisher, & Marshall, 2010)。要能使學生受到激勵向學，能使感受及體驗到現實社會將面臨的實際問題，能提供充分的教學資源 (教師輔導及友儕互動) 供其用於解決問題，能提供互動式科技工具 (collaborative tools) 供學生獨力進行實驗分析及研究並向專家請教，教師的角色由提供知識變成指導學生合作學習。

(三)、為了使教學環境更有利於合作式學習，教育設施之規劃設計，應採用七項策略 (Villano, 2010)：(1) 要讓教師、職員們參與學校之建設計劃；(2) 要調查學生的需求和喜好；(3) 採用能彈性佈置的課桌椅櫥櫃；(4) 採取充裕的教育科技設備；(5) 評估音響效果及防範噪音；(6) 一般設備仍可使用低廉的科技產品；(7) 要能規劃安排教師們的在職訓練，使能充分有效的使用教育設施。

(四)、教育設施若要做到使學習的進行達到協合共進 (collaboration) 的理想，則應該設施之規劃及家具桌椅的設計，都要讓學生能主動進行學習，容易與人接觸，建立夥伴關係 (Hue and Li, 2008)，亦即設施之規劃應該採行主動學習 (active learning) 的教育模式，儘可能讓學生能很容易與人面對面的溝通，或容易參與進行分組討論等互動式的學習活動 (Whitemyer, 2007)。

(五)、良好的教育設施，設置豐富的圖書資訊，甚至於可以像類似圖書館及博物館一樣，對學生們將具有提供資訊、查資料做作業、做設計製作或實驗研發、學習而增長能力、甚至於休閒娛樂及結交朋友的功能。

(六)、應儘可能把電腦科技融入一般教學，取代傳統的講課。上之前要準備好：(1) 教學資源指引；(2) 技術工作步驟 (Technical Guides)；(3) 評量工具。並且在電腦上，設置檔案夾，設計模式 (Design Templates)，把要用的

教學軟體安裝上去，把要學生參考的網址打入我的最愛，以供其閱讀 (Morrison & Lowther, 2010)。

(七)、教師可精選科技類新書，採讀書會的形式，指導學生個人或分組進行閱讀及心得分享，可採用文獻圈的模式 (Literature Circle Model)，先進行對該書之知識概念圖分析 (Know-Want-Learned Concept Map) 並分配合作閱讀之角色和任務，最好訂有每日進度，然後定期聚會分享，讀完後輔以個人及團隊之評量 (Cavanaugh, 2006)。

肆、如何將科技教育設施塑造為管理人性化的學習環境

前已述及，理想的學習環境，應能做到讓學生在使用教育設施，進行學習活動時，感覺得：(1)很方便，很順利，很舒適；(2)很容易進行師生及友儕互動；(3)課程教學以及評量的要求，以及教學行政管理的校規學則，覺得很人性化。

本章就是針對第三點：如何使科技教育設施室使用時，讓學生們覺得：課程教學以及評量的要求，以及教學行政管理的校規學則，覺得很人性化，進行探討。

社會及科技變遷，造成學生文化背景、學習能力、及學習需求之嚴重異質化。學生是有個別差異的，而任何管理規則，往往是針對大多數一般人所擬訂，而可能忽略了少數人，對他們而言，其實並不見得合理。因此理想的學習情境，應該也能照顧到學生的不同學習習慣方法(風格)和習性，而讓學生在那個學習環境中，能夠得到合理的對待、得到尊重、學習潛能得以發揮、學習的理想得以實現，讓他覺得管理蠻人性化的。如何做到呢？正是本章所要探討的。

一、關心學生、尊重學生、及隱私之保護

為了關心學生、尊重學生及保護其隱私，在設施的使用管理上，宜注意下列事項：

(一)、除了提昇科技能力之首要目標之外，也將學生滿意作為教學設計的重要目標，這兩個目標將引導教學活動的計劃，實施，和評量改進。

(二)、要以人為本，要尊重我們的學生，要公平對待，開誠布公。良好的實習工場組織結構能促進學生們相互溝通及互助，同時也給予他們適當的權利有效的運用工場實習設備，使其能夠創造最佳的學習績效。

(三)、強調學生在科技教室裏實習工作時，他不是技工、不是徒弟，要體認他是來學習的、對未來社會具有重要價值的人、他有權對學習的進行表達意見、要能貼心的傾聽他對學習的感受和意見並給予適時的協助。

(四)、要注重維護學生的隱私，科技教室內，若採用佈告欄公佈學生作業優缺點，要小心不要傷害學生的隱私及尊嚴。

二、 學生參與、自主、以及充分告知

為了提高學生參與、自主、及充分告知，在設施的使用管理上，宜注意下列事項：

(一)、要能接納學生，增強互動。若有學生要求能夠和教師討論全期的教學活動計畫，或表達對學習程序的意見，宜採正面態度回應。

(二)、讓學生在科技教室實習工作時有參與和自主權，宜避免不必要的學校行政規定及教室管理措施。讓學生能在更輕鬆、自然、愉悅的環境中工作，才較符合人性化。譬如有些學校及科技教室，規定要穿特定服裝，攜帶特定工具器具及護具，也不考量是否有必要。

(三)、學期開始，學生初到科技教室上課時，教師要能詳細講解教學計劃，及充分介紹科技教室設施及設備之使用方法及注意事項，要能讓每位學生提出問題以及有和教師溝通的機會。

(四)、縱使是安全圍籬之設立，也要通告周知受到影響的人，學生對校園之施工有知的權力，就好像居民於道路施工及施工圍籬設置有知的權力一樣。施工設置要符合安全標準，而且還要講求：人性化、便利舒適、實用、而且要能公告資料圖片告知大眾及說明使用相關事宜。(臺北市政府工務局, 2011).

三、 注重學生學習習性之差異，以及力求教學及評量的合理要求

科技社會講求競爭及淘汰機制，造成升學主義及能力分班，評量方式(如紙筆測驗)過度偏向記憶，學業成績評量及成績(分數)之公開公佈，往往造成偏狹的「社會比較」的結果。這個結果導致班級中有權利和地位階級之不同，不但妨礙平等互助互動，成績較低者也往往受到不平等(不公平)的對待。譬如在討論時、在分組時、在實驗指派分工時、在受評量時、甚至於連發問及發表的機會，都往往受到不平等對待。為了重視學生學習習性之差異，及使課程教學以

及評量的要求能較人性化，在設施的使用管理上，宜注意下列事項：

(一)、要因材施教，重視個別差異。給予不同程度的課程、教學活動、教案、教學活動單元。應配合學生不同的學習特性，可將教案、教學活動設計出幾個不同的版本，並測試出到底那一個版本，比較適合所教不同班級或組別的學生。而不宜忽略學習偏好及感受，固持單一版本。(Blackwell, Licciardi, & Trinh, 2002)

(二)、理想的學習情境，應能：採用開放式的學習評量，允許不同的標準解答，重視形成式評量，少依賴紙筆測驗及總結式評量。

(三)、不要過度講求競爭與競賽，不要過度要求成品之困難度及完工期限，在學習過程應以增長知能為目標，而不宜採用「除了第一名都是輸家」的政策(聯合報, 2011)，以免給學生帶來太大的壓力。

(四)、對於學期成績、教學活動表現、及作業成績等之評量方式及標準，應容許學生參與擬訂或對其表達意見。

(五)、對於有學習困難的學生，宜主動積極給予輔導，而非訂定嚴苛的評量標準，不問情況的將不及格的予以淘汰，而是在整個學習過程中，要給予協助、支持、鼓勵、給予以力量。

(六)、對學生的激勵管理，可以參考及仿照美國的人事制度及激勵員工士氣方法(許南雄, 2010);在科技教室中，選拔優秀同學擔任小組長，促進師生意見交流，調查學生意見，教師主動與學生晤談，公平處理訴怨，重視學生權益及地位。

(七)、可考慮舉辦校外參觀活動，譬如參觀工廠、航站、科學館、科技展、工程展，或資訊展、博物館等，應設法克服下列困難：門票費用、交通費、監護人員人事費、事先之講習、參觀時之講解、事後之討論及評量，以及要能說服外界，使同意這段時間不上課去校外參觀是值得的。

四、講求人性化管理的教育設施設計原則

為了建構人性化措施，在設施的使用管理上，宜注意下列原則：

(一)、教育設施之規劃設置及使用管理，除了注重方便及舒適，以促進學習效率之外，更要注重管理制度合理化及管理措施人性化。所謂人性化就是強調要照顧及人的感情和尊重人的感受，能容許人參與管理，以營造價值認同的人性化管理制度(段蔚, 2007)

(二)、美國教育部(The U.S. Department of Education, 1998) 曾研訂了學習環

境之六大設計原理：(1)教育設施的設計必須能符合學習者的需求,及促進教與學之實施；(2)所設計的教育設施必須能成為社區的中心；(3) 所規劃設計的,要能關照到社區之各種利益；(4)能做好：衛生(健康),安全,及保全；(5) 能有效的充分運用所有資源；(6)所設計的教育設施能具有彈性可適應各種不同新的需求。

(三)、以往教育界由於體制僵化及缺乏競爭，較不重視人力資源管理，然隨著教育改革、教育績效評鑑制度化等的衝擊，學校行政管理措施，必須改採策略性的規劃及人性化的管理(陳進吉, 2005)。

(四)、應經常檢討修改教學行政管理的校規學則，使日趨合理及人性化。

(五)、教師應該諄諄善誘的勸導學生，使建立起自律自重的觀念與習慣，塑造科技教室中尊重校規及教室紀律的良好的學習風尚，且能維持教室及工場之良好秩序。

伍、 結論

為了敦請科技教育同仁重視：「如何塑造良好的學習環境」，筆者想拋磚引玉，先做一個初步的文獻探討工作。試著從教育設施之規劃設置及使用管理的角度著手，探討有哪些原則方法或注意事項，有助於塑造良好的學習環境，以期提昇學生的學習效果(effectiveness)及學習效率(efficiency)。

要想使教育設施真正發揮促進學習之功效，則應該要把教育設施(含教學設備)當成一個系統，從系統之整體功能來深入進行研究，這個系統的每個環節或流程，諸如：教育設施之規劃設計、設置、購置、佈置、經營運作、管理、維修、更新、報廢等流程都要做好。

規劃時，宜從使用者之需求、學習習性、和學習活動需求等層面來思考，務期學校教育設施能夠能讓學生覺得使用上很方便,很順利,很舒適；很容易進行師生及友儕互動；課程教學以及評量的要求,以及教學行政管理的校規學則，覺得很人性化。期望本文之探討，能引起廣大的科技教育教師學者，對教育設施及學習環境之重視，並積極進行對國內科技教育之實際情況，進行更深入的研究。

參考文獻：

- MBA 智庫百科(2010).《西方管理思想史》wiki.mbalib.com/zh-tw/《西方管理思想史》.
- 仁寶電腦(2010). 環境與安全衛生管理系統. 民國 100 年 4 月 14 日,取自: http://www.compal.com/?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=1359&lang=zh
- 王光復(2007).教育設施, 教學設備, 應考慮的問題。民國 100 年 2 月 8 日,取自: www.ite.ntnu.edu.tw/teacher/htm_wang/teach/a15.pdf
- 王光復(2008).生活科技應重視研究發展能力之培育. 生活科技教育月刊 2008 年 41 卷 第 4 期.
- 王光復(2011). 講義_對第一章(前言)_撰寫方法的建議. 發表於師大 MOODLE 教學平台. 民國 100 年 4 月 4 日,取自: <http://moodle.ntnu.edu.tw/mod/resource/view.php?id=118817>
- 王光復(民 95). 發展科技教育--從建立我國科技能力標準做起. 生活科技教育, (39 : 4), 1-3 .
- 王光復(民 96). 科技之控制, 理應列為當前科技教育之重心. 生活科技教育, (40 : 4), 5-13.
- 王光復(民 97). 生活科技應重視研究發展能力之培育. 生活科技教育, (41 : 4), 1-2
- 王光復(民 97). 如何實施教學活動以增強研究發展能力. 生活科技教育, (41 : 4), 3-10.
- 王光復(民 98). 科技教師們宜多教「科技的使用及研發」以提昇專業形象. 生活科技教育, (42 : 4), 1-8 .
- 王光復(民 99). 欲使科技能夠有效應用, 應加強其關鍵因素之探討. 生活科技教育月刊,2010 年 5 月 25. 第 43 卷 第 4 期第 1-12 頁
- 向陽節能捲窗(2010). 現代家居新趨勢, 環保綠建築-向陽捲窗. 民國 100 年 4 月 14 日,取自: <http://www.sunev.com.tw/>
- 宋鴻營 (2010). 桃園縣楊梅鎮富岡國民小學, 99 學年度學校課程計畫.
- 李偉文(2010). 人塑造環境, 環境塑造人—「環境生態學」推薦序.民國 100 年 4 月 4 日,取自: <http://share.youthwant.com.tw/reader/article.php?idx=003170325>
- 林炎旦(2001). 國民小學美勞專科教室安全衛生管理現況研究. 國立台北師範學院學報, 第十四期(九十年九月) 705~736.
- 林建山(1989). 建築及景觀設計服務業. 民國 100 年 4 月 4 日,取自: <http://w3.tpsh.tp.edu.tw/organization/shcool/intro1/workinrto/001/008/a022/11.htm>
- 林欽榮(2000). 企業心理學.出版者:揚智文化. www.ycrc.com.tw/yangchih/A6112.html
- 林錫昭、王光復(民 96). 透過分析科技系統的學習活動來學習對科技之控制. 生活科技教育, (40 : 4), 14-19.
- 林錫昭、顏晴榮、王光復(民 98). 科技應用研發之教學活動主題之選訂. 生活科技教育, (39 : 4), 9-20 ..
- 段蔚, (2007). 什麼是人性化管理. 工商時報 2007/11/17/D2 版.
- 教育部(2000).無障礙校園環境.教育部研訂發展與改進特殊教育 5 年計畫; 民國 100

- 年4月14日,取自：163.20.58.1/~hs0042/hs004110/www/pen/9.DOC.
- 教育部(2002).國民中小學設備基準. 民國100年4月14日,取自：www.cpjh.tpc.edu.tw/.../輔導相關設備/國民中小學設備基準.doc.
 - 許南雄(2010). 各國人事制度—比較人事制度.出版者：商鼎文化. 民國100年4月14日,取自：<http://mail.knu.edu.tw/~tim0107/data/LectureNotes/FPS6.ppt>；第六章 美國人事制度.第五節 激勵管理制度：三、員工士氣及人事制度；
 - 逢甲大學(2010).逢甲週報101-200期. 提升環保安全設施計畫. 民國100年4月14日, 取自：<http://140.134.4.7/wSite/ct?xItem=105002&ctNode=21511&mp=403101>
 - 陳文慶(2003). 永續校園. 民國100年4月4日,取自：http://fileserv.thes.tp.edu.tw/tmtc//教育行政與評鑑/.../M949113_陳文慶_永續校園.doc
 - 陳進吉(2005). 高雄市國民小學教育人員對教師分級制度問題探討之研究. 國立屏東教育大學教育行政研究所碩士論文.
 - 黃永泰(2003).國民中學校舍使用情形調查報告. .民國100年4月4日,取自：http://www.general.nsysu.edu.tw/tai/11-Public_Course_Materials/07-high_school_dorm.PDF
 - 黃志燻、余鑑(2007)。科技教育的研究與展望—從教學環境的角度探討。生活科技教育 40(8)。民國100年4月15日,取自：[http://www.ite.ntnu.edu.tw/06/jj/book/doc/40\(8\)%E6%9C%AC2.pdf](http://www.ite.ntnu.edu.tw/06/jj/book/doc/40(8)%E6%9C%AC2.pdf)
 - 黃再鴻、羅希哲、陳文進、溫敬和(2007).生活科技遠距協同教學之實錄探討. 生活科技教育月刊 二〇〇七年 四十卷 第一期, 70-94.
 - 臺北市政府工務局衛生下水道工程處.(2011). 施工圍籬及其四周環境設置與管理「指標與評分」標準說明. 民國100年4月14日,取自：<http://www.sso.taipei.gov.tw/public/MMO/SEW/建立圍籬設置人性化管理措施.pdf>
 - 劉金玉(2008). 台中市高中職汽車科學生對實習工場之安全危害認知. 朝陽科技大學環境工程與管理學系碩士論文.
 - 劉國青.(2008). 造紙業安全衛生技術研究, 行政院勞工委員會,勞工安全衛生研究所. 民國100年4月14日,取自：www.iosh.gov.tw/Book/Report_Publish.aspx?PID=1106&UID=F1855
 - 聯合報(2011). 名校壓力大,韓爆自殺潮. 聯合報,國際A20版. 民國100年4月16日.
 - 謝佩璇(2002).臺北市國民中學知識管理空間規畫之研究問卷調查表. 民國100年4月4日,取自：<http://nccur.lib.nccu.edu.tw/bitstream/140.119/32955/11/15200811.pdf>
 -
 - Blackwell, H., Licciardi, B., & Trinh, A. (2002). Creating an Engineering Learning Module for the Technology Learning Center. Retrieved April 9, 2011, from www.wpi.edu/Academics/Depts/IGSD/Projects/.../D02_Report-MOS.pdf
 - Brown, M., and Long, P. D. (2006). Chapter 9. Trends in Learning Space Design. Learning Spaces. Retrieved April 16, 2011, from <http://www.educause.edu/learningspacesch9>
 - Bryan, C. (2007). Managing Facilities for Results: Optimizing spaces for services. Chicago, IL: Public Library Association, American Library Association.

- Crown (2005). Primary National Strategy. Positive Behaviour and the Learning Environment. Retrieved April 6, 2011, from www.sgfl.org.uk/SEAL/File/ba_cpdc173805modg.pdf.
- Daniels, S. H. (2003). School Construction : Technology Is Changing the Way Kids Learn. . . and the Classrooms in which They Do It. Retrieved April 6, 2011, from [http : //archrecord.construction.com/resources/conteduc/](http://archrecord.construction.com/resources/conteduc/)
- Eco-Management and Audit Scheme (2004). EMAS Toolkit for small organizations, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM., Implementing an environmental management system. Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://ec.europa.eu/environment/emas/toolkit/toolkit_8_a.htm)
[//ec.europa.eu/environment/emas/toolkit/toolkit_8_a.htm](http://ec.europa.eu/environment/emas/toolkit/toolkit_8_a.htm)
- EDUCAUSE (2006). Learning Spaces, A New EDUCAUSE e-Book. Retrieved April 16, 2011, from [http : //www.educause.edu/LearningSpaces](http://www.educause.edu/LearningSpaces)
- Educause Learning Initiative Advisory Board (2009). Opening Up Learning : from Spaces to Environments. Retrieved April 6, 2011, from [http :](http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERM09311.pdf)
[//net.educause.edu/ir/library/pdf/ERM09311.pdf](http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERM09311.pdf)
- Glasgow City Council Education Services. (2009) . Learning and Teaching Strategy. Curriculum for Excellence. Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://www.glasgow.gov.uk/NR/rdonlyres/4F25EB3C-A2EF-44FC-A048-8A0E7FE09119/0/Learning_and_Teaching_Strategy.pdf)
[//www.glasgow.gov.uk/NR/rdonlyres/4F25EB3C-A2EF-44FC-A048-8A0E7FE09119/0/Learning_and_Teaching_Strategy.pdf](http://www.glasgow.gov.uk/NR/rdonlyres/4F25EB3C-A2EF-44FC-A048-8A0E7FE09119/0/Learning_and_Teaching_Strategy.pdf)
- Hannafin, M., Land, S., & Oliver, K. (1999). Open learning environments : Foundations, methods, and models. Retrieved April 6, 2011, from www.edtech.vt.edu/edtech/id/models/powerpoint/environs.pdf
- Illinois Department of Human Services (2007). Illinois Information Technology Accessibility Act. Standards 1.0 ; Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://www.dhs.state.il.us/IITAA/IITAAStandards.html)
[//www.dhs.state.il.us/IITAA/IITAAStandards.html](http://www.dhs.state.il.us/IITAA/IITAAStandards.html)
- ISTE. (2011). Standards for Global Learning in the Digital Age. International Society for Technology in Education. Retrieved April 17, 2011, from <http://www.iste.org/standards.aspx>
- ISTE.NRTS*S. (2011). NETS for Students 2007.. International Society for Technology in Education, Advancing Digital Age Learning. Retrieved April 17, 2011, from <http://www.iste.org/standards/nets-for-students/nets-student-standards-2007.aspx>
- ITEEA. (2000). ITEEA - Presentation Transcript. Retrieved April 6, 2011, from [http :](http://www.slideshare.net/kdelapaz/iteea)
[//www.slideshare.net/kdelapaz/iteea](http://www.slideshare.net/kdelapaz/iteea).
- Mitchell, G., & White, B.(2010). Retrofitting University Learning Spaces PP8-921, Final report., Retrieved April 6, 2011, from nline.cdu.edu.au/.../ALTC%20final%20report%20-%20Retrofitting%20Part%20A.pdf
- Morrison, G. R., & Lowther, D. L. (2010). Integrating Computer Technology into the Classroom. Upper Saddle River: Pearson Education Inc.
- Norphonic. (2010). Application Guide : Educational Facilities. Retrieved April 12, 2010, from [http :](http://)

- [//www.norphonic.no/web/images/stories/library/emergency_telephone_education.pdf](http://www.norphonic.no/web/images/stories/library/emergency_telephone_education.pdf)
- Pantano, P. (1999). Flexible Spaces that Work : Renovating Today for Tomorrow's Needs. *School Planning and Management*; v38 n1 , p74-75 ; Jan 1999
 - Partnership"s21st Century Skills.(2009a). 21st Century Learning Environments. Retrieved April 6, 2011, from [http : //www.21stcenturyskills.org/documents/le_white_paper-1.pdf](http://www.21stcenturyskills.org/documents/le_white_paper-1.pdf)
 - Partnership"s 21st Century Skills(2009b). Framework for 21st Century Learning, Retrieved April 6, 2011, from [http :](http://www.p21.org/route21/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=2)
 - Rogers, E. H., and Geisler. C. (1995). A Collaborative Learning Environment for Intellectual Teamwork Across the Curriculum. Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://fie-conference.org/fie97/papers/1491.pdf)
 - Sala-Oviedo, A., Fisher,K., & Marshall, E. (2010). THE IMPORTANCE OF LINKING PEDAGOGY, SPACE AND TECHNOLOGY TO ACHIEVE AN EFFECTIVE LEARNING ENVIRONMENT FOR THE 21ST CENTURY LEARNER. Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://library.iated.org/view/SALAOVIEDO2010THE)
 - Smith, M. (2000). Computer Labs : A Sensible Solution for the Foreseeable Future. *School Planning and Management*; v39 n6 , p24-25 ; Jun 2000.
 - The National Science Foundation (2011). Labplan. Provide flexibility through varied learning environments. In the Niles West High School., Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://www.labplan.org/)
 - The U.S. Department of Education.(1998). Six principles for designing better learning environments. affirmed at the Department of Education' s National Symposium on School Design. Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://www.ncef.org/pubs/scc_Six_Design_Principles.pdf)
 - U.S. Department of Education (2003). Facilities Information Management: A Guide for State and Local Education Agencies, National Center for Education Statistics, National Forum on Education Statistics.NCES 2003-400. Retrieved April 18, 2011, from <http://nces.ed.gov/pubs2003/2003400.pdf>
 - Villano, M. (2010). Seven Tips for Building Collaborative Learning Spaces. *Campus Technology*; v23 n10 , p30-32,34,36 ; Jun 2010. Retrieved April 16, 2011, from [http :](http://campustechnology.com/articles/2010/06/01/7-tips-for-building-collaborative-learning-spaces.aspx?sc_lang=en)
 - Virginia Tech. (2011). Facilities Services; Design Standards for Learning Environments. Retrieved April 6, 2011, from [http :](http://www.facilities.vt.edu/pdc/classroom/)
 - Warger, T., EduServe, and Dobbin, G.(2009). Learning Environments : Where Space, Technology, and Culture Converge. Retrieved April 12, 2011, from [http :](http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI3021.pdf)
 - Whitehead, C. (2010). The Effects of Environmental Elements on Learning Style. Retrieved

April 16, 2011, from [http :](http://www.ehow.com/list_7533683_effects-environmental-elements-learning-style.html)

[//www.ehow.com/list_7533683_effects-environmental-elements-learning-style.html](http://www.ehow.com/list_7533683_effects-environmental-elements-learning-style.html)

- Whitemyer, D. (2007). The Power to COLLABORATE. Retrieved April 16, 2011, from <http://www.iida.org/resources/category/3/0/7/documents/collaborate.pdf>
- Whole Building Design Guide. (2010). Educational Facilities. WBDG., Retrieved April 16, 2011, from [http : //www.wbdg.org/design/educational.php](http://www.wbdg.org/design/educational.php)