STEM 縱向技能發展-設計與實踐

林從敏博士(教育局 小學校本課程發展組) 夏芷惠老師(寶血會嘉靈學校) 黃家玲老師、李銘謙老師(慈雲山天主教小學)

引言

自 2015 年開始,STEM 教育在學校相繼開展,學生有更多機會進行手腦並用的探究活動。在開展了一段時間後,老師開始思考如何更有系統地培養具備 STEM 素養的下一代?當中涉及什麼元素?寶血會嘉靈學校和慈雲山天主教小學參考美國 K-12 的「科學和工程相關技能」縱向能力表,從而訂立校本 STEM 縱向技能架構,作為設計活動時的方向。協作學校利用設計循環的概念,透過兩個年級的活動,闡釋如何有系統地發展學生的科學與工程技能。寶血會嘉靈學校以物料為題材,設計了一年級的「城市中的時裝」和四年級的「口罩設計」;慈雲山天主教小學以水為題材,設計了四年級的「淨水系統」和六年級的「自動澆水器」。

STEM 教育的精神

很多老師在設計 STEM 活動時,都會考慮活動是否具備 STEM 元素,例如活動中涉及什麼的科學知識(S)、科技知識(T)、運用了什麼工程(E)和數學(M)概念,雖然這種思考模式能幫助老師具體地呈現各種學科元素,但過份執著不同學科內容,容易忽略了 STEM 教育的精神,就是讓學生在自然的環境下,有機地揉合不同的知識體,透過解難的過程來解決日常生活所面對的問題。另外,學者 Bybee(2013)清楚指出 STEM 教育的目的是為了培養具備 STEM素養的下一代,當中包括運用相關的學科知識提出及定義問題,建立以證據為本的結論來解答與 STEM 有關的議題;理解不同學科的特徵,包括其知識、探究過程及態度的培養;使到學生樂意參與 STEM 有關的活動及成為一個具備反思能力的公民。這樣看來,STEM 教育不單只在乎學什麼,解決怎樣的問題,更重要的是培養學生怎樣解決問題的思維模式,以致日後能運用相關的技能終生學習和探究事物的態度。

STEM 教育涉及的科學和工程技能

那麼,在解決 STEM 相關難題的過程中,學生需具備什麼技能?美國的 National Research Council(2012)因此提出「科學和工程相關的技能」架構,當中涉及以下五項:

- (1) 提出和定義問題:在提出問題後,科學家或工程師均需要釐清問題的性質和界定成功的 準則;
- (2) 利用模型/設計圖以發展工程概念:模型包括實物、圖像如設計圖、或電腦模擬等;
- (3) 設計及進行測試:過程涉及辨別變數、蒐集怎樣的數據、在公平的條件下測試製成品的效能;
- (4) 分析和數據詮釋:涉及以不同形式展示數據,在有需要時運用電子儀器輔助蒐集大量數據,亦會運用數學概念來有效表達測試或實驗結果;

(5) 結論、傳意及反思:無論是科學家或工程師,均需要提出理據以支持自己的論點或製成品,與其他人分享交流,從不同的角度反思過程及解決方案,這樣才能不斷優化方案及提升後設認知能力。

課程縱向技能設計的理念

誠然,若要學生具備科學和工程相關的技能,並在生活中純熟地運用來解決問題,確實是一件不容易的事情。課程設計者需要就學生的生活經驗、已有知識和課程內容,有計劃地設計不同年級的 STEM 活動,使學生循序漸進地發展科學和工程的技能。有鑑於此,兩所協作學校因應學生的能力,制定了校本小一至小六 STEM 縱向技能架構表(附件一),並應用常識科課程指引的設計循環學與教策略(課程發展議會,2017),分別於一年級、四年級及六年級作為實踐平台。

協作學校的老師先提出生活或社區問題,讓學生綜合應用不同學科的知識及在探究過程中發展科學和工程技能,例如設計循環其中一步驟是「蒐集資料、思考以作出選擇,並組織材料」,學生可蒐集一手實驗數據和二手資料來選擇解難方案。在初小時,讓學生利用五感進行質性觀察,學習運用簡單符號或數字記錄觀察所得的結果,從而找出較佳的解難方案;在高小時,則學習蒐集質性和量性的數據,並使用正確的單位記錄結果,透過比較測試數據,解釋它們之間的關係及從中選擇較佳的解難方案。這過程不但配合學生的心智發展,亦有目的地發展學生「利用數學概念分析和詮釋數據」的技能。因此老師們根據校本的 STEM 縱向技能架構表,在設計循環的各步驟,融入各種科學與工程的技能,從而提升他們的STEM 素養。

協作學校一:寶血會嘉靈學校

配合學校本年度的學習主題「我是小巨人」,學校分別於一年級和四年級,以課題延伸的模式設計活動。一年級的課題是「城市中的時裝」,老師引導學生發現身邊不同職業人士穿著圍裙的目的,探究圍裙物料和設計與其功能的關係,老師繼而提供不同的物料進行測試,讓學生根據老師提出的方法進行測試,包括物料的透明程度、防水性、容易清洗程度及吸油性,學生從測試中學習利用五感觀察的技巧,運用簡單符號記錄觀察所得,歸納及找出不同物料的特性。然後學生需要就指定的職業,嘗試設計及改良由老師提供的半製成品,並加入創新的元素,親子製作一條獨一無二的和具功能性的圍裙,最後老師引導學生運用圍裙的測試結果,提出改善的建議。表一列出了設計循環的步驟,詳細的活動內容及附件一涉及的科學與工程技能。

表一:一年級 STEM 活動設計「城市中的時裝」

設計循環的 教學流程及內容 科學/工程技能發展			
步驟	4分子がに江次111日	11 7-1 121X NL 3X /IX	
辨別需要和 問題	●從生活經驗、觀察圖片和短片, 發現不同職業人士穿著的圍裙在 物料及功能上是不一樣的●老師提出任務,為特定職業的人 士設計及改良圍裙	● 就生活中的發現,利用已建構的概念和知識嘗試解決問題	
蒐集資料、 思考以作出 選擇,並組 織材料	學生學習科學方法,利用常見的物料進行測試歸納各種物料不同的特性,包括透明程度、防水性、容易清洗程度及吸油性	●根據老師提出的科學方法進行 測試●從測試中觀察,學習記錄有用 數據,運用簡單符號或數字記 錄觀察所得的結果●利用五感進行質性觀察,找出 較佳的方法解決問題	
發展解決問 題的方案	●透過了解不同職業的工作環境, 訂定各職業的圍裙物料及設計需 符合特定的功能●老師透過例子說明,讓學生掌握 繪畫設計圖的技巧	 進行質性觀察後,能提出簡單的設計,解釋解決問題的意念 繪畫簡單的設計圖,展示對製作的理解 比較不同設計圖的異同 老師引導學生討論及分享,作出改善建議 	
實踐並管理解決問題的方案(過程中重視測試與改良)	學生透過組內匯報設計圖,闡釋設計理念學生透過評價半製成的圍裙,指出須修正的地方,並掌握製作及改良圍裙時須注意的地方●親子製作並改良半製成品,學生進行圍裙測試	嘗試改良半製成品,並加入創新的元素根據老師提出的科學方法進行測試利用個人的製成品進行公平測試檢視製成品在測試中的成效	
交流解決問 題的方案, 覆核和評鑑 方案的成效	學生匯報測試結果及展示成果在老師引導下,提出改善圍裙的 建議	分享製成品,在老師引導下提出改善建議所有改善建議建基於測試結果和第一手資料	

基於物料這個題材,協作學校在四年級以「口罩設計」作為延伸課題,學生這次的任務是為老師設計一個既舒適又具效能的環保口罩。老師以棄置口罩的數量來帶出設計及製作可

重複使用口罩的重要性,學生先認識市面上各種不同類型的口罩,從生活經驗中思考、討論高效能的口罩需具備什麼條件,與老師一起討論設計口罩的成功準則,如防水、防微粒、透氣效能,每組學生分別蒐集 5 種不同的物料進行測試,過程中老師與學生討論公平測試的準則,如使用定量的粉末來進行透氣及防微粒測試;學生使用檢測空氣質素儀器,量度物料阻隔 10 微米以下懸浮粒子的數據,得出防微粒的效能;在固定的距離噴出水花,以測試物料的防水效能。學生需要綜合比較 5 種物料的測試結果,再選取其中的 3 種作為製作口罩的物料,這樣的過程讓學生有目的地分析數據並進行歸納,從而選出最佳的物料及方案設計口罩。最後學生匯報設計理念,分享製作過程中遇到的困難及解決方法,並反思製成品的不足如不能測試防菌程度、未能在物料上加工等。表二列出了設計循環的步驟,詳細的活動內容及附件一涉及的科學與工程技能。

表二: 四年級 STEM 活動設計「口罩設計」

ベー・四十級の口	CM /白到成中 □早成中]	
設計循環的 步驟	教學流程及內容	科學/工程技能發展
辨別需要和 問題	●老師引導學生發現課室的空氣質素也會受粉筆所影響,請學生為老師設計一個高效能的口罩●認識市面上各種不同類型的口罩,透過討論歸納口罩須具備的條件,包括防微粒、防水及透氣	就生活中的發現,綜合應用已建構的科學概念解決問題建基於生活經驗,與學生共同討論製成品的要求
蒐集資料、 思考以作出 選擇,並組 織材料	 學生搜集五種製作□罩的物料 老師利用市面上的□罩作測試,讓學生學習進行公平測試的步驟及技巧 學生分組利用五種自選的物料進行測試,包括物料的防微粒程度、防水程度及透氣程度 學生記錄測試結果,並透過比較測試結果及數據,選出三種最合適的物料製作□罩 	 ●根據老師提出的科學方法進行測試,學習運用儀器進行多重測試及驗證 ●從量度獲得質性/量性的數據,並使用正確的單位記錄觀察所得的結果 ●透過比較測試結果及數據,歸納實驗獲得的結果,並解釋它們之間的關係
發展解決問題的方案	●老師說明繪畫設計圖的技巧及須 列明的項目,包括物料及選取原 因、尺寸,讓學生討論及完成設 計圖●透過匯報設計圖,闡釋設計理念	●進行質性/量性的觀察後,根據測試的結果和經驗,提出簡單的設計●繪畫平面設計圖,展示尺寸及物料,並要求對製成品有深入理解

實踐並管理解決問題的方案(過程中重視測試與改良)	●透過欣賞及評價其他組別的設計 圖,指出須修正的地方,並掌握 製作口罩須注意的地方●分組縫製口罩●利用小組製成的口罩作測試,並	●提出不同設計圖的功能及局限●利用小組的製成品進行公平測試●以小組形式探究及討論,並提出 改善建議
	記錄結果	
交流解決問 題的方案,	● 檢視製成品在測試中的成效,並 與市面上的產品作比較	● 檢視製成品在測試中的成效,並 與市面上的產品作比較
覆核和評鑑	● 分組討論及匯報以下問題:	● 透過小組匯報,應用科學原理解
方案的成效	a.口罩在哪方面較市面上的口罩 優勝?	釋製成品的功能,並分享製作過 程中的困難及解決方法
	b.怎樣優化你們的設計?	反思製成品的不足,並建議可行
	c.在製作過程中,你們遇到甚麼 困難?如何解決這些困難?	的改善方法

協作學校二:慈雲山天主教小學

協作學校分別就四年級和六年級,配合水的題材,讓學生解決日常生活的問題。在四年級設計解難情境,讓學生綜合應用虹吸和濾水的科學原理來解決山區居民的食水來源問題,老師先簡介山區地勢環境,學生找出如何運用虹吸原理把在高地的湖水運送到偏遠及地勢低的山區。老師繼而帶出湖水需要經過沉澱、過濾後再輸送給居民。過程中不同組別的學生需自行選擇過濾的物料,檢視不同物料擺放次序的效果,量度和觀察濾水的速度和清澈度。最後各組需綜合不同的數據,自行製作模型,模擬將高地的湖水運送至地勢低的山區及進行過濾,最後老師帶領學生反思真實情況與模型的分別,以培養學生科學求真的精神。表三列出了設計循環的步驟,詳細的活動內容及附件一涉及的科學與工程技能。

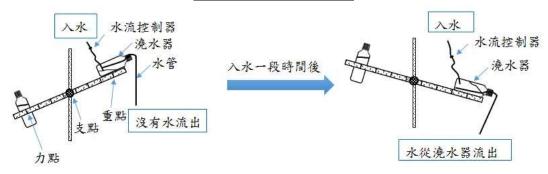
表三: 四年級 STEM 活動設計「淨水系統」

設計循環的		
步驟	教學流程及內容	科學/工程技能發展
辨別需要和問題	● 老師誘發學生思考,帶出「食水的來源」、「成份」及「潔淨的水」對人類的重要,請學生為偏遠山區的居民設計一個	就生活中的發現,綜合應用已建構的科學概念解決問題建基於生活經驗,與學生共同討論製成品的要求
	淨水系統 ●認識虹吸原理及不同淨水的方法(沉澱法、過濾法),透過討論,歸納淨水系統須具備的條件,包括能運送高地的湖水到集水箱、濾水的速度及清澈度	

● 老師利用人工/加工/天然的濾 蒐集資料、思 ● 根據老師提出的科學方法推行測 考以作出撰 材作對照測試,讓學生學習進 試,學習運用儀器進行多重測試 行公平測試的步驟及技巧 擇,並組織材 及驗證 料 ● 學生分組自選三種的濾材進行 ● 從量度獲得質性/量性的數據,並 測試,包括水質清澈度及流速 使用正確的單位記錄觀察所得的 ● 學生記錄測試所得的結果,並 結果 透過比較測試結果,初步設計 ● 透過比較測試結果,歸納實驗獲 及改良濾水器 得的結果,並解釋它們之間的關 係 發展解決問題 ●老師說明繪畫設計圖的技巧及 ● 推行質性/量性的觀察後,根據測 須列明的項目,包括物料及選 試的結果和經驗,提出簡單的設 的方案 取原因、加入圖例說明,並讓 計 ● 繪畫平面設計圖,運用圖例來展 學生商討及完成設計圖 ● 透過匯報設計圖,闡釋設計理 示物料及原因, 並要求對製成品 有深入理解 實踐並管理解 ● 透過欣賞及評價其他組別的設 ● 提出不同設計圖的功能及局限 決問題的方案 計圖,指出須修正的地方,並 ● 利用小組的製成品進行測試 (過程中重視 掌握建立淨水系統時須注意的 ● 以小組形式探究及討論, 並提出 測試與改良) 地方 改善建議 ● 分組按設計圖建立淨水系統 ● 各組利用淨水系統作測試,並 記錄結果 交流解決問題 ● 檢視淨水系統在測試中的成效 ● 檢視製成品在測試中的成效 的方案, 覆核 ● 分組反思及匯報以下問題: ● 诱過小組匯報,應用科學原理解 和評鑑方案的 a. 運送高地湖水到集水箱時 釋製成品的功能,並分享製作過 遇到的問題 程中的困難及解決方法 成效 ● 反思製成品的不足, 並建議可行 b. 濾水器的效能 c. 淨水系統優化建議 的改善方法

老師們於六年級設計有關自動澆水器的 STEM 活動,先透過手腦並用的探究活動,讓學生找出力臂、重臂與省力的關係,然後引入生活情境,思考如何應用槓桿原理來為學校小園 圃設計自動澆水的裝置,過程中學生需探究怎樣令澆水器在固定的時間內自動流出定量的水,因此學生以澆水器作為重點,找出在固定的施力下,不同力點與支點之間的距離如何影響澆水器的出水量;另外當力點與支點之間的距離是固定時,不同的施力又如何影響澆水器的出水量,圖一展示自動澆水器的運作原理。學生在蒐集及記錄數據後,以折線圖顯示當中的關係,並根據圖表的趨勢,設計及改良自動澆水器,以達致在固定的時間內,澆水器自動流出定量的水。表四列出了設計循環的步驟,詳細的活動內容及附件一涉及的科學與工程技能。

圖一:自動澆水器裝置



表四: 六年級 STEM 活動設計「自動澆水器」

衣四: 八平級 SIEW	1 沽動設計「目動澆水器」		
設計循環的 步	教學流程及內容	科學/工程技能發展	
聚		17子/二/主汉尼汉尺	
辨別需要和問	● 老師引導學生為二年級課室中的	● 探討一些社區問題,綜合應用	
題	小園圃製作自動澆水的裝置,以	已建立的科學概念闡釋設計,	
	便協助二年級學生照顧植物	展示解決問題的方法	
	● 共同討論自動澆水器的要求	● 從多個方面與學生共同討論製	
	● 課後延伸:學生進行資料搜集,	成品的要求,使製成品能符合	
	透過認識不同類型的澆水器,了	各項特定的條件	
	解其製作及出水原理,辨識製作		
	一個定時定量的澆水裝置的考慮		
	因素		
蒐集資料、思	● 學生進行公平測試,探究以下因	● 經過小組討論,提出科學方法	
考以作出選	素如何影響澆水器的出水量:	進行公平測試,從而探究不同	
擇,並組織材	a.在固定的施力下,探究不同 的變項		
料	力點與支點之間的距離	● 利用資訊科技輔助收集數據,	
	b.力點與支點之間的距離是固	使用正確的單位記錄	
	定時,探究不同的施力	● 透過圖表,找出當中的趨勢	
	學生利用 Excel 試算表記錄測試		
	結果,並透過折線圖推斷出水量		
	及設計澆水器		
發展解決問題	● 老師說明繪畫設計圖的技巧及須	● 進行質性和量性的觀察後,根	
的方案	列明的項目,包括物料及選取原	據測試的結果和經驗,設計及	
	因、比例、科學原理解說,並讓	改良製成品,並達到最佳的效	
	學生討論及完成設計圖	果	
	● 透過匯報設計圖,闡釋設計理念	● 繪畫不同角度的設計圖,展示	
	● 透過欣賞及評價其他組別的設計	尺寸及物料,並要求對製成品	
	圖,指出須修正的地方,並掌握	的不同部份也有深入理解和設	
	製作澆水器須注意的地方	計	

實踐並管理解決問題的方案(過程中重視測試與改良)

- 分組製作定時定量的自動澆水裝 置
- 各組利用製作好的裝置進行測試 改良,並記錄結果
- 嘗試假設及推測後果,利用小 組的製成品進行測試
- 檢視製成品在測試中的成效, 並與其他組別的製成品作比較
- 以小組形式進行探究,重複改 善以達更佳效果

交流解決問題 的方案,覆核 和評鑑方案的 成效

- 檢視製成品在測試中的成效及限 制
- 分組討論及匯報以下問題: a.怎樣改良現有的裝置設計給低 小使用?
 - b.製作時有哪些注意的地方?
 - c.在製作過程中,你們遇到甚麼 困難?如何解決這些困難?
- 透過小組匯報,舉證描述設計 的優點和缺點,並分享製作過 程中的困難及解決方法
- 學習不同組別的優點及建基於 測試數據,作為改良的藍本, 並建議可行的改善方法
- 反思模型的局限性並提出改良 方法

課程設計的反思

在設計不同年級的 STEM 活動時,協作老師們會思考兩個活動的連繫性,例如題材、科學原理、測試方法和涉及的技能等,這種螺旋式的設計讓學生有機會發展及深化各項的科學、工程技能。在題材考慮方面,協作老師會從學生的生活經驗出發,設計具意義和挑戰性的難題,從而提升學生的內在學習動機。在設計過程中,老師們勇於嘗試,脫離課本的框框,自製校本教材,製作不同的裝置讓學生觀察及量度數據,探究過程中重視讓學生反思設計的優劣和改良的方法,藉以培養學生解決問題的思維。在嘗試新的 STEM 活動時,老師們亦遇到不少的挑戰,如場地安排、教具製作以至如何即時帶領學生思考數據背後的意義,但他們都不斷反思和修正設計,讓活動進行得更暢順。

在學生方面,從觀課時不難發現學生均投入學習,主動提出問題,老師們也反映較過往的活動,學生更積極參與,因為製成品由他們自行設計,搜集不同的物料,以至於製作改良測試,整個過程學生的自主程度也很高,過程中的擁有感及滿足感,令他們的內在學習動機亦有所提升。

在技能發展方面,不同年級的學生均能利用設計圖展示意念,一年級的學生能針對職業的特性來設計圍裙,如他們為魚店店員或理髮師設計圍裙時,會在棉的半製成品上加塑膠作為防水物料,亦能與其他組員簡單解釋設計意念。四年級學生在繪畫設計圖時,開始有意識地運用科學詞彙解釋設計理念,有需要時亦會清晰展示尺寸,這有助他們把設計意念具體地呈現,老師和同學也能在這階段給予建設性的意見,如四年級在設計口罩時,同儕會提出不同的意見改善設計,例如「鞋帶欠缺彈性,用來製作口罩的耳帶是否舒適?」。可見在這過程中學生已能就設計不斷反思及提出改良方案。

在設計及進行測試方面,一年級的學生雖然未能設計測試,但在老師的帶領下,嘗試進行公平測試,而四年級的學生更會在測試後即時檢視數據的準確性,亦會嚴謹地反覆測試,令測試結果更準確可靠。六年級學生在進行澆水器測試時,組員會互相協作,在發現測試結果未如理想時,會觀察裝置並提出不同的方案進行改良,亦會應用槓桿原理,討論力點與支點之間的距離,從而令澆水器發揮最佳的效果。

在數據分析方面,學生在觀察數據後也會主動提出疑問,如四年級學生在測試口罩物料後,提出「為什麼測試結果與預測的不一樣?」。學生反思測試過程中有機會出現的問題。 另外,同儕之間亦會互相學習,如四年級在製作濾水器時,有組別利用開了小孔的膠袋作為 濾材,發現過濾後的水較為清澈,有的組別在改良的時候也應用了這個濾材。從六年級的學 生作品可見,他們能運用折線圖來預測趨勢,找出不同力點、支點之間的距離與出水量的關 係,更應用測試結果來製作出水量較多的自動澆水器。

在傳意技能方面,學生均會展示製成品並反思製作過程,一年級的學生較少機會進行個人匯報,因此老師鼓勵學生在家中對著鏡子練習,在課堂二人一組分享製成品,再進行全班分享,學生在老師引導下,亦能反思圍裙的不足之處,例如圍裙的口袋大小是否合適。四年級學生更能具體地指出如何優化口罩製作,如使用較輕的物料和利用針線縫合口罩;在製作淨水系統的活動,四年級學生能應用密度的原理,反思不同過濾物料的擺放次序,亦提出清洗過濾物料的重要性。這樣的反思過程,除了提升學生後設認知能力,亦讓學生體驗科學家或工程師不屈不撓的精神。

總結

綜合協作學校的實踐經驗,建議其他學校在訂立校本的 STEM 縱向技能架構表時,可因應學生能力而有所調適,如有學校在初小時,已經利用平板應用程式來收集數據,或有學校在小三才開始讓學生繪畫設計圖。因此,學校需要定期檢視縱向技能架構表的內容,讓學生的技能得到全面發展。另外,學校在設計縱向 STEM 活動時,可考慮以下三點,第一,活動題材與課程的連繫,讓學生有機會應用科學知識來進行解難;第二,不同年級活動的相關性與當中涉及的技能,以校本縱向技能架構作為探究的里程碑,讓學生循序漸進地發展科學與工程的技能,建立以證據為本的結論來解答與 STEM 有關的議題;第三,提供機會讓學生進行匯報反思,以培養學生求真及精益求精的態度。我們期望下一代成為具備 STEM 素養的公民,運用各項科學和工程技能來迎接社會未來的挑戰。

參考文獻

- 1 Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities.* Arlington, VA: NSTA Press.
- 2 National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.* Washington, DC: The National Academies Press.
- 3 課程發展議會(2017)。**小學常識科課程指引(小一至小六)**。香港:課程發展議會。取自 http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/cross-kla-studies/gsprimary/Primary_General_Studies_Curr_Guide_Chi_2017.12.7.pdf

附件一: STEM 縱向技能架構表

項目	P.1-P.2	P.3-P.4	P.5-P.6
I. 就生活中的問題,提出解決方案	●就生活中的發現,利用已建構的概念 和知識嘗試解決問題 ●嘗試改良半製成品,並加入創新的元素	●就生活中的發現,綜合應用已建構的 科學概念解決問題●建基於生活經驗,與學生共同討論製 成品的要求	●探討一些社區或環境問題,綜合應用 已建立的科學概念闡釋設計,展示解 決問題的方法●從多個方面與學生共同討論製成品的 要求,使製成品能符合各項特定的條 件
II. 利用模型/設計圖以發展工程概念	●進行質性的觀察後,能提出簡單的設計,解釋解決問題的意念●繪畫簡單的設計圖,展示對製作的理解●比較不同模型/設計圖的異同	●進行質性/量性的觀察後,根據測試的結果和經驗,提出簡單的設計●繪畫平面設計圖,展示尺寸及物料,並要求對製成品有深入理解●提出不同模型/設計圖的功能及局限	●進行質性和量性的觀察後,根據測試的結果和經驗,設計及改良製成品,並達到最佳的效果●繪畫不同角度的設計圖,展示尺寸及物料,並要求對製成品的不同部份也有深入理解和設計●反思模型的局限性並提出改良方法
III. 設計及 進行測試	●根據老師提出的科學方法進行測試●利用個人的製成品進行公平測試●檢視製成品在測試中的成效●老師引導學生討論及分享,作出改善建議	●根據老師提出的科學方法進行測試, 學習運用儀器進行多重測試及驗證●利用個人/小組的製成品進行公平測試●檢視製成品在測試中的成效●以小組形式探究及討論,並提出改善 建議	 經過小組討論,提出科學方法進行公平測試,從而探究不同的變項 嘗試假設及推測後果,利用小組的製成品進行測試 檢視製成品在測試中的成效,並與其他組別的製成品作比較 以小組形式進行探究,重覆改善以達更佳效果

IV. 利用數學概念分析和詮釋數據	從測試中觀察,學習記錄有用數據,運用簡單符號或數字記錄觀察所得的結果利用五感進行質性觀察,找出較佳的方法解決問題	●從量度獲得質性/量性的數據,並使用 正確的單位記錄觀察所得的結果●透過比較測試結果及數據,歸納實驗 獲得的結果,並解釋它們之間的關係	●利用資訊科技/電子儀器輔助收集數據,使用正確的單位記錄 ●透過統計或圖表,檢視數據的信度或 找出當中的趨勢
V. 結論、 傳意及反思	●分享製成品,在老師引導下提出改善 建議●所有改善建議建基於測試結果和第一 手資料	●透過小組匯報,應用科學原理解釋製成品的功能,並分享製作過程中的困難及解決方法●反思製成品的不足,並建議可行的改善方法	●透過小組匯報,舉證描述設計的優點和缺點,並分享製作過程中的困難及解決方法●學習不同組別的優點及建基於測試數據,作為改良的藍本,並建議可行的改善方法