

# 教育部 112 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：設計思考課程的規劃與實踐

—以學生作為設計師的科學桌遊創作

主持人：鐘建坪

電子信箱：hexaphyrins@yahoo.com.tw

共同主持人：張力中、宋文汀

執行單位：新北市立錦和高中

## 一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？☐是 ☒否

2. 執行重點項目：

☐ 環境科學教育推廣活動

☒ 科學課程教材、教法及評量之研究發展

☐ 科學資賦優異學生教育研究及輔導

☐ 鄉土性科學教材之研發及推廣

☐ 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：於校外教師社群研習進行分享

4. 辦理活動或研習會對象：校外教師

5. 參加活動或研習會人數：8 人

6. 參加執行計畫人數：約 80 人，教師與行政人員等共 7 位

7. 辦理/執行成效：

創新的設計與規劃能力是科技進展的動力。設計思考為一種思考模式，藉以訓練學生具備創新的思考技能。設計思考目前已經運用在 STEM 的課程並具成效。本研究嘗試讓 11 年級學生擔任設計師的角色，透過設計思考模式的引導，讓學生自行規劃，並實作出能夠完整運作的科學桌遊。過程中，先讓學生進行桌遊的賞玩，分析相關桌遊的優、缺點，再著手進行設計，透過小組分享、教師與同儕回饋、檢核與修正的歷程，以精緻化產出適合特定年齡層的科學桌遊。經過一學期的實際參與，學生能夠針對特定年齡對象設計出一套適合的科學桌遊，然而設計過程中，學生較易著重遊戲成分而忽略桌遊產品如何與科學概念結合。透過回饋問卷得知課堂的學生對於設計思考能實際產出科學桌遊具有高度的評價。

## 二、研究計畫之背景及目的

## （一）研究計畫的背景與動機

學生的學習往往需要一套思考模式，透過所建立的模式作為將來相似情境類推的基礎。設計思考即是一種以發散與收斂為基礎的創造思考模式實踐歷程(Stanford D School, 2010)。設計者面對問題，針對以人為中心進行問題解決，藉由建構原型與修正的過程，開發出最終產品或是提出良善的解決方案。在設計思考的歷程中牽涉許多學生的相關能力，其中一項重要的項目即屬創造思考能力。

人類文明的進步在於創造力的展現。創造力不僅可以作為個人問題解決，亦是科學創新、開發新產品與服務的基礎。十二年國民基本教育課程總綱的核心素養面向即期待學生在解決問題的過程中能夠展現創造力與行動能力(國家教育研究院，2014)。自然領綱揭露的學習表現，即將「想像創造」作為學生科學學習表現的能力展現，意即在科學學習的脈絡與知識系統中，產生新的觀點與想法。國民中學教育階段著重在探索的歷程中，能夠以創新的思考方法得到新的模型或成果。高級中學教育階段則著重學生能夠根據已知的知識提出各種想法，進而以個人或團體設計創新的方式並獲致成果(國家教育研究院，2018)。

一般桌遊是在桌子或棋盤等平面上進行的遊戲，通常涉及實物棋子或卡片。科學桌遊是以科學概念或主題為主的桌上遊戲，目的除了娛樂性質之外，亦希望透過遊戲的設計與機制讓學生能夠習得其中的科學內容。研究顯示科學桌遊能夠提供學生以不同的方式參與科學學習(Cheng et al., 2019; Ladachart et al., 2022)。然而，先前的研究多著重在探討學生遊玩科學桌遊對於特定科學概念的學習與其動機差異(Cardinot & Fairfield, 2019; Lin et al., 2019)，較少探討學生成為主動設計桌遊的主體。若能提供機會讓學生實際參與科學桌遊的規劃與實作，不僅能培養設計思考的能力，也能夠展現學生的創造力。因此，本研究嘗試探討讓學生成為遊戲設計的主體，自行設計寓教於樂的科學桌遊，讓學生體會解決問題的思考歷程，亦即在設計作品的過程，能夠展現學生的創造能力。

## （二）文獻探討與理論基礎

### 一、設計思考與其相關研究

設計思考是一種以人為中心的問題解決策略，強調發揮同理心、成員與設計者之間的合作、試驗和反覆修正的發展歷程。它包括理解和定義問題，產生想法，製作解決方案的原型，並根據使用者回饋進行測試和改進。目標是開發創新和有效的解決方案，以滿足使用者的需求(Stanford D School, 2010)。

設計思考主要著重藉由發散與收斂的思考過程，逐步建立有效的問題解決策略。許多的學者或機構開發多樣化的策略步驟協助學習者學習設計思考架構，以開發出有價值的創造性解決策略或成品(Sung & Kelly, 2019; Stanford D School, 2010)。Sung 和 Kelly (2019) 發現，設計思考包括分析情境、定義問題、對想法進行建模、設計原型、預測結果、質疑意外結果以及管理設計的過程等步驟。史丹佛大學 D-School 提出設計思考的5步驟，包括：同理對象(Empathize)、界定問題(define)、創新發想(ideate)、製作原型(Prototype)、進行測試(test)等非線性的步驟(Stanford D School, 2010)。內容包含：

同理對象：著重在同理使用者的需求，能藉由問卷、實際訪查，以設身處地著想

界定問題：從同理對象蒐集的的訊息，進行問題的陳述並確認使用者的需求

創新發想：嘗試從不同面向思考創新的解決策略或製作產品

製作原型：根據發想結果，開始著手解決策略，或是製造出原型產品

進行測試：將策略或是產品進行使用者的試驗，以期進行改善與修正

設計思考著重整體性思維的本質，強調合意性(desirability)：能夠替使用者創造合宜的產品、有利性(viability)：產品能夠有所獲益，以及可行性(feasibility)：創新發想能夠在目前科技環境實現。目前設計思考不僅運用在一般商品設計、科學學習(Ladachart et al., 2022)，亦運用在永續發展的策略發想(Shapira et al., 2015)。

## 二、科學桌遊與其相關研究

科學桌遊是指將科學概念或其機制所融入的桌上遊戲，其目的不僅具備娛樂性，並期待遊戲玩家能夠理解運作的相關科學內容(Cheng et al., 2019)。市面上已有販售多種與科學概念相關的桌上遊戲，例如：演化論。研究顯示遊戲玩家可藉由遊戲規則的學習，同時建構演化相關的概念基礎(Eterovic & Santos, 2013)。

科學桌遊的設計與一般桌遊設計相似，主要由背景主題、流程規則、實體配件，以及其次要組成等部分構成。其中主題背景說明遊戲的故事情節，讓玩家容易融入特定情境。流程規則包括：初始裝置、運用物件、回合過程、階段機制、勝利目標等內容。實體配件則是玩家實體接觸的物件，可能是卡牌、遊戲版、機會命運卡或是骰子等(鄭秉漢等, 2019)。

研究顯示學生透過科學桌遊的參與，以遊戲化的方式沉浸互動，不僅能夠促進學生的科學概念學習，亦能提升學生的興趣與動機(Cardinot & Fairfield, 2019; Lin et al., 2019; Jong et al., 2014; Peppler et al., 2013)。Cheng 等人設計一份水資源管理的桌上遊戲，玩家透過遊戲的機制與彼此的互動，對資源管理的態度由初始利益導向轉向公共利益。歷程中玩家不僅增進水資源管理的知識，亦對系統觀點、環境責任與公共價值的想法有所提升(Cheng et al., 2019)。

### 三、理念與研究架構

設計思考階段包括同理對象、界定問題、創新想法、製作原型，以及進行測試等非線性步驟(Stanford D School, 2010)。學生可藉由設計思考步驟，著手規劃解決特定問題。在經歷相關歷程之後，教師們期待學生能夠將這些步驟逐步內化形成思考模式，以形成設計思考的能力。

學者們相信透過鷹架的輔助，學習者能夠獲得設計思考能力(Razzouk & Shute, 2012; Stanford D School, 2010)。然而儘管設計思考能力廣泛使用，但仍缺少專一的定義(Aflatoony et al., 2018; Razzouk & Shute, 2012)。Razzouk 和 Shute (2012)提出設計思考能力模型，以階層的方式呈現設計思考技能，從使用資源(use resources)、反覆繪圖(iterate diagrams)，以及創新設計(innovative design)等面向，來考量設計思考能力。其中細項指標包括：確認需求與目標、確認資源與產生論點、打破系統或創新模型，以及測試、修正與評估模型以做出決策。Stempfle 和 Badke-Schaube(2002)認為設計思考的基本認知元素與處理問題的認知能力相似，包含產生(generate)、探索(explore)、比較(compare)以及選擇(selection)。產生與探索擴大問題空間，產生創新的解決策略，而比較與選擇限縮問題空間，將解決策略進行試驗與修正。綜合而言，設計思考能力需要具備的項目有思考目標設定、考量對象需求、產生創新想法、設計與實作模型，針對模型進行不斷修正與評價等項目。

有鑑於此，本研究參酌史丹佛 D School 設計思考階段(Stanford D School, 2010)，將設計思考能力視為一種思考能力，意旨學習者在設計思考的步驟過程完成有效的創新解決策略的能力，細項包含同理他人、界定問題、創新發想、製作原型，以及進行測試。

學習者在設計解決方案的過程中，如何同理使用者的需求，從廣泛使用者的需求中如何界定設計解決的項目，如何從這項目中進行發散與收斂思考以尋得創新且合適的方案，接著進行原型實作，將想法進行視覺化，最後進行測試，實作成品的效果。而此能力架構亦能作為評量學生設計思考能力的依據(圖1)。



圖1 設計思考架構(修改自 Stanford D School, 2010)

設計思考的創新發想歷程通常會先經歷發散思考以廣泛收集相關想法，接著再加以評估、檢核形成收斂思考，透過不斷想法精煉的歷程得以發想出創新的解決策略。而此發散與收斂思考的過程即是展現創造力的時刻。先前的研究多以教學者為主的教師出發，設計科學桌遊，嘗試將所設計桌遊協助學生學習(i.e. Cheng et al, 2019)。本課程嘗試以學生為主體，藉由教學者的引導讓學生成為設計的主角，體會設計思考的流程與意義，在歷程中不斷地思考、規劃、設計、實作出一份國小或國、高中學生願意投入的科學桌上遊戲。讓學生在經歷體會設計思考的步驟中，培養設計思考的能力，以提升學生的創造能力。

基於上述文獻分析與探討，本研究的研究目的主要發展科學桌遊設計教學模組，強調如何在設計思考的架構內，促進學生學習設計思考的相關元素。以培養學生的設計思考能力。研究問題臚列：

1. 高二學生設計科學桌遊的類型有哪些？
2. 高二學生如何精緻所設計的科學桌遊？

3. 高二學生在教學前、後，設計思考能力的表現差異為何？
4. 在實施「設計思考教學」時，教師如何規劃教學活動與協助學生優化學習內容？
5. 在實施「設計思考教學」時，教師遭遇的困難與其解決的策略為何？
6. 教學之後，學生對於課程內容的收穫與評價為何？

### 三、研究方法、步驟及預定進度：

#### （一）研究對象與情境

研究對象為新北市立某社區高中之學生，以便利取樣方式選擇高中部二年級2個班級學生，共約80人。選擇之2個班級學生皆進行設計思考導向教學模組試驗。該校學生主要來源為新北市中和、永和、萬華、板橋與土城等區之國中畢業學生，家庭經濟情況多屬小康環境，每學年班級約有1位家境清寒學生。

#### （二）教學活動設計

本研究工具主要為前、後測之設計思考能力，以及學生歷程表現內容，包括：設計架構圖、上台發表影片、實體作品等（見圖2）。茲分述如下：

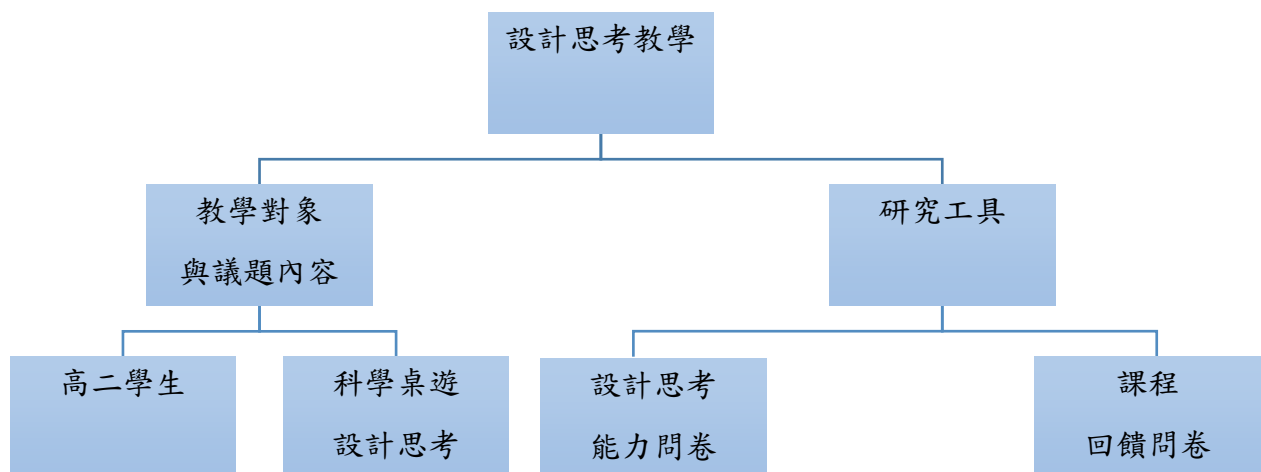


圖2：本研究之組織架構

#### 1.設計思考能力試題與評量規準

設計思考能力問卷參酌設計思考架構，以特定商品或服務為主軸讓學生填寫，測試學生在教學前與後對於思考架構的熟悉程度與能夠達成的相關程度。

##### （1）設計思考能力試題

計畫主持人設計一份設計思考能力問卷，問卷內容以商品或服務開發為主軸，向度包含同理他人、界定問題、創新發想、製作原型，以及反覆修正。問卷已由同屆、不同班級的3位學生進行閱讀，將不理解題意之處進行修正，並由2位具有科學教育博士學位教師進行專家效度，以確保問卷品質。

## (2)設計思考能力試題評量規準

將設計思考問卷依據同理他人、界定問題、創新發想、製作原型、反覆修正等5個向度，設定3個能力階層。以界定問題為例，階層0為未作答或答非所問，階層1表示說明1項如何確認想要解決的問題，以及可能遭遇的困難與挑戰；階層2代表說明2項以上團隊如何確認想要解決的問題，以及可能遭遇的困難與挑戰。設計思考評分規準商請2位具有科教博士學位的專家進行專家效度，並依據建議完成問卷修正。評分者一致性則由計畫主持人與1位具有博士學位之科學教師，先分別評分4份問卷，討論不一致之後，再進行剩餘問卷評分，同意度為0.94(850/900)。

表 1 設計思考評量規準

|      | 階層 0     | 階層 1                                   | 階層 2                                     |
|------|----------|----------------------------------------|------------------------------------------|
| 同理他人 | 未作答或答非所問 | 寫出如何同理並確認對象 1 項與產品相關的需求                | 寫出如何同理並確認對象 2 項以上與產品相關的需求                |
| 界定問題 | 未作答或答非所問 | 說明 1 項如何確認想要解決的問題，以及可能遭遇的困難與挑戰         | 說明 2 項以上如何確認想要解決的問題，以及可能遭遇的困難與挑戰         |
| 創新發想 | 未作答或答非所問 | 說明 1 項協助團隊產生多種解決方案與如何收斂與精緻想法           | 說明 2 項以上協助團隊產生多種解決方案與如何收斂與精緻想法           |
| 製作原型 | 未作答或答非所問 | 能夠繪製圖件，指出 1 項特定功能，以及為何符合使用者需求          | 能夠繪製圖件，指出 2 項以上特定功能，以及為何符合使用者需求          |
| 反覆修正 | 未作答或答非所問 | 能說明如何針對初始產品進行修正，並陳述 1 項使用者可能回饋，並說明如何改進 | 能說明如何針對初始產品進行修正，並陳述 2 項以上使用者可能回饋，並說明如何改進 |

## (三) 設計思考教學設計

教學設計主要依據設計思考流程進行，讓學生在學習歷程進行主題設計，最後完成一份桌上科學遊戲。首先前導階段，教師先在課堂介紹該學期需要完成的學習內容與所需繳交的作業成品。教師在此先介紹設計思考的意義與流程，讓學生體認設計思考的意涵，接著擴展學生的見聞與經驗，實際讓學生遊玩不同種類的科學桌遊，目的在於讓學生能夠從市售的作品中，找尋科學桌遊的相關遊戲機制，再透過小組討論、發想與評估初始的設計規劃。接著在發展時期，小組進行討論科學桌遊的設計方向，並進行第一次的小組報告分享，透過互動讓教師與同儕能夠精進學生的初始設計。接著再進行小組討論與修正，教師此時可以適時協助學生相關的技術問題，並留意不同組別學生的進度，當學生修正初始規劃之後，進行第二次的報告分享，讓教師與同儕再次精煉他組的想法。接著在完成作品時期，當具備精煉的想法之後，開始著手將想法視覺化完成初始作品，並且組內實際試玩，自我評估流程與機制的可行性與需要修正之處，並進行修正。最後，完成小組作品，以世界咖啡館形式，不同組別同學巡邏各組進行實際遊戲給予評分。詳細內容如表2所示。

表2 設計思考教學模組設計

| 周次 | 教學活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 評量                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設計思考概要內容</li> <li>● 科學桌遊與桌遊設計</li> </ul> <p>  介紹設計思考的架構，以及相關細部流程<br/>  以設計科學桌遊為例，說明設計思考的內容 </p>                                                                                                                      |  學生能理解設計思考的架構      |
| 2  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 科學桌上遊戲的架構</li> <li>● 小組討論設計的科學概念</li> <li>● 如何同理對象的需求</li> </ul> <p>  教師說明科學桌上遊戲的架構<br/>  小組討論想要設計的科學概念<br/>  思索如何能夠吸引所設定的對象 </p> |  學生初步討論想要嘗試進行的科學概念 |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3-5   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 實際遊玩不同類型科學桌遊</li> <li>● 分析與評價市售科學桌遊</li> <li>● 小組討論如何搭配自己的作品設計</li> </ul> <p>  教師提供三大類型的科學桌遊讓學生參考<br/>  每週小組遊玩特定種類的科學桌遊，並且分析該種桌遊的優缺點 </p> |  學生完成不同類型桌遊的賞析與評價       |
| 6-7   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設計與規劃科學桌遊</li> <li>● 準備小組上台分享簡報</li> </ul> <p>  學生討論想要製作的桌遊類型與相對應的科學概念，並進行簡報製作。 </p>                                                                                                                                       |  學生完成初步構想規劃與簡報          |
| 8-9   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 第一次桌遊設計分享小組報告</li> </ul> <p>  小組報告，同時進行組間互評<br/>  完成小組組內互評與設計思考問題 </p>                                                                    |  小組完成初步設計分享，同儕間給予回饋     |
| 10-11 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 依據師長與同儕回饋修正作品內容</li> </ul> <p>  同學討論其他組別的回饋，思考如何修正。 </p>                                                                                                                                                                   |  同學觀看同學給予回饋，小組討論與修正初始想法 |
| 12-13 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 修正初始設計</li> <li>● 準備上台小組簡報</li> </ul> <p>  小組同學思索如何修正原先設計。<br/>  思索設計內容與科學概念理解之間的關係。 </p>                                             |  學生修正初始設計，準備修正的簡報     |
| 14-15 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 第二次桌遊設計分享小組報告</li> </ul> <p>  小組合作完成口頭報告 </p>                                                                                                                                                                            |  學生完成小組口頭報告           |
| 16-18 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 產品實作、試玩與修正</li> </ul> <p>  依據同學與師長的回饋，進行實際產品實作<br/>  完成後，先進行組內試玩，並進行修正 </p>                                                           |  學生完成科學桌遊產品           |
| 19    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 組間互玩評分</li> </ul> <p>  以世界咖啡館形式，每組派一位同學留在原組，其餘同學進行跑組，試玩他組完成的科學桌遊作品，並予以評分 </p>                                                                                                                                            |  學生試玩他組科學桌遊產品，並予以評分。  |

#### (四) 資料編碼與分析

本研究所蒐集之資料區分為質性與量化兩個部份，其中質性資料包括學生課堂的設計思考問卷，以及課程回饋問卷。量化資料來源主要是將學生的質性資料依照評量標準進行評比轉化為分數而得，並以單組前、後測相依樣本 t 檢定進行分析。課堂桌遊設計學習單、學生上台分享簡報，課室錄影等內容，作為相關教學的佐證資料。

### 四、研究成果

(一)高二學生設計科學桌遊的類型有哪些？

(二)高二學生如何精緻所設計的科學桌遊？

(三)高二學生在教學前、後，設計思考能力的表現差異為何？

(四)在實施「設計思考教學」時，教師如何規劃教學活動與協助學生優化學習內容？

1. 提供學生桌遊經驗連結，作為主題的題材
2. 依據設計思考歷程設計不同階段的學習活動
3. 搭配學習單，讓學生有所依循並紀錄內容
4. 以學生為中心，讓每位學生在課堂皆能夠積極投入

(五)在實施「設計思考教學」時，教師遭遇的困難與其解決的策略為何？

1. 課室學生不同組別步調不一，教師需要教室巡邏與回饋
2. 學生常以數位遊戲模式思考，教師需要強調桌遊或卡牌設計與數位遊戲差異
3. 學生成品過度著重遊戲體驗，教師需要提醒學生整合遊戲體驗與科學概念

(六)教學之後，學生對於課程內容的收穫與評價為何？

1. 學習收穫

(1)艱辛、有趣，亦有成就感

- (2) 發揮創意與想像力
- (3)設計與反覆修正的能力
- (4)邏輯與實作能力
- (5)團隊合作能力
- (6)溝通能力

## 2.學習評價

## 五、討論

- 1.規劃與實施科學桌遊為載體之設計思考教學模組
- 2.提供學生科學與產品開發的跨領域課程
- 3. 探討設計科學桌遊歷程，學生設計思考能力的表現
- 4. 探討科學桌遊設計的歷程以展現學生的創造力
- 5. 提供設計思考課程的實踐方案，讓學生能夠實際產生科學桌遊產品

## 六、檢討

- (一)如何讓學生在設計科學桌遊時，能夠顧慮科學概念與遊戲的趣味性
- (二)如何讓數位工具納入科學桌遊設計，讓學生能夠如期完成具有質感的科學桌遊作品
- (二)能夠嘗試說明專利設計，以期學生能夠將作品上市發表

## 七、參考文獻

國家教育研究院（2014）。十二年國民基本教育課程綱要總綱。新北市：國家教育研究院。

國家教育研究院（2018）。十二年國民基本教育課程綱要：自然科學領域。新北市：國家教育研究院。

鄭秉漢、李文獻、張俊彥(2019)。模型化科學桌遊。科學教育月刊，419，1-19。

Aflatoony, L., Wakkary, R., & Neustaedter, C. (2018). Becoming a design thinker: Assessing the learning process of students in a secondary level design thinking course. *The International Journal of Art & Design Education*, 37(3), 438-453.

<https://doi.org/10.1111/jade.12139>

- Cardinot, A., & Fairfield, J. A. (2019). Game-based learning to engage students with physics and astronomy using a board game. *International Journal of Game-Based Learning*, 9(1), 42–57. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2019010104>
- Cheng, P. H., Yeh, T. K., Tsai, J. C., Lin, C. R., & Chang, C. Y. (2019). Development of an issue-situation-based board game: A systemic learning environment for water resource adaptation education. *Sustainability*, 11(5), 1341. <https://doi.org/10.3390/su11051341>
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. NY: Harper Collons.
- Eterovic, A., Santos, C. M. D. (2013). Teaching the role of mutation in evolution by means of a board game. *Evolution: Education and Outreach*, 6, 22. <https://doi.org/10.1186/1936-6434-6-22>
- Jong, J. P., Fang, J. J., Wei, C. C., & Lu, Y. T. (2017, July). A novel chemical table game : Devoting students to learn organic compounds. Paper presented at the 7th International Conference of Network for Inter-Asian Chemistry Educators (NICE), July 26-28, Seoul, Korea.
- Ladachart, L., Radchanet, V., & Phothong, W. (2022). Design thinking mindsets facilitating students' learning of scientific concepts in design-based activities. *Journal of Turkey Science Education*, 19(1), 1-16. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.106>
- Lin, Y. L., Huang, S. W., & Chang, C. C. (2019). The impacts of a marine science board game on motivation, interest, and achievement in marine science learning. *Journal of Baltic Science Education*, 18(6), 907-923. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.907>
- Peppler, K.; Danish, J. A.; Phelps, D. (2013). Collaborative gaming: Teaching children about complex systems and collective behavior. *Simulation & Gaming*, 44(5), 683–705. <https://doi.org/10.1177/10468781135014>
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348. <https://doi.org/10.3102/0034654312457429>
- Shapira, H, Ketchie, A., & Nehe, M. (2015). The integration of design thinking and strategic

sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 140(1), 277-287.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.092>

Stanford D School. (2010). An introduction to design thinking—Process guide. In Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University. Retrieved March 10, 2023 from <https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/files/509554.pdf>

Sung, E., & Kelly, T. R. (2019). Identifying design process patterns: A sequential analysis study of design thinking. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 283–302. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9448-1>