

POE 鷹架教學策略對國小程式設計學習之影響

The Effects of POE Scaffolding Instructional Strategies on Elementary School Students' Programming Learning

陳彥綸

CHEN, YEN LUN

國立臺北教育大學 數學暨資訊教育研究所 研究生

¹National Taipei University of Education, Graduate School of Mathematic and Information Education, Student
E-mail : iop60566@gmail.com

摘要

本研究旨在探討運用 POE 鷹架教學策略，對學習者程式設計學習動機、學習態度與學習成就之影響。本研究採準實驗研究設計，對象為北部某國小五年級兩班共 58 位學生參與，隨機分派至不同教學策略之 POE 鷹架教學策略組及範例演練教學策略組，依變項則為程式設計學習動機、學習態度及學習成就。經相依樣本 t 檢定、獨立樣本 t 檢定、ANCOVA 及 MANOVA 分析後結果顯示：學習動機方面，POE 鷹架教學策略之教學設計，學習者的 ARCS 四向度動機表現都比範例演練組佳。學習態度方面，POE 鷹架教學策略之教學設計，學習者的實用向度表現交佳，顯示學習者較能將課程知識與自身連結。學習動機方面，經 POE 鷹架教學策略，學習者在學習成就有較佳的表現。

關鍵字：POE、鷹架教學、學習動機、學習態度、學習成就

Abstract

The purpose of this study was to explore the effects of POE scaffolding teaching strategy on learners' programming learning motivation, learning attitude, and learning achievement. A quasi-experimental method was adopted and the subjects were 58 fifth grade students randomly assigned to three different teaching strategies group. The results showed that (1) for learning motivation, POE scaffolding teaching strategy can promote students' learning motivation, (2) for learning attitude, Using POE scaffolding teaching strategy, learners were better able to connect course knowledge with themselves. (3) for learning achievement, POE scaffolding teaching strategy can promote students' learning achievement.

壹、前言

程式設計作為邏輯思考的核心，被視為資訊教育的重要能力。學習程式設計可培養批判思考、運算思維及問題解決的能力 (Ball & Zorn, 2015)。台灣於 2019 年正式實施十二年國教，將程式設計納入國、高中科技領域的課程，期望透過設計與實作培養學生的邏輯、系統思考等運算思維，提升應用、問題解決、溝通合作及創新思考等能力 (國家教育研究院，2016)。

然而，對於國小學童而言，程式設計概念相尚較為抽象，抽象思考能力尚未成熟 (Topalli & Cagiltay, 2018)。研究者在資訊教學中觀察到，傳統的步驟示範模式雖能讓學生依循完成程式，但再次遇到相同概念時，多數學生仍需重複依賴示範才能完成。為提升學習效果，研究者採用 POE 教學策略，結合程式模組引導，期望提高學習者的動機、態度與成就 (劉宏文，2001；Chase & Gibson, 2002；Windschitl, 2003)。在使用 POE 的教學模式下，學生能在探究過程中自行解決問題，從中獲得成就感。但仍有部分學生因為失去教師示範引導，所以只能等待同學或教師解答。為幫助學生在探究中學習程式設計，研究者以 POE 教學策略為基礎，結合程式模組引導策略，提供學習者程式設計的鷹架，期望能提高學習者的學習動機、態度與成就。本研究之目的有三：

1. POE 鷹架教學策略對國小學生學習程式設計的學習動機有何影響。
2. POE 鷹架教學策略對國小學生學習程式設計的學習態度有何影響。
3. POE 鷹架教學策略對國小學生學習程式設計的學習成就有何影響。

貳、文獻探討

一、探究式教學的理念與實施方式

(一) 探究式教學的定義與內涵

探究式教學為引導學生積極參與發現問題至解決問題的學習過程，同時培養其過程技能、判斷力、創意思考及解決問題的能力 (許雅婷，2008)。探究式教學被定義為一種協助學習者尋找和解決問題方法的教學方法 (張靜儀，1995)。這種教學法最貼近科學活動的模式，特別強調問題解決、合作學習和高層次思考。

主題探究式教學則主要以學生原有的知識為基礎，進行以探究為主的學習活動 (Looi, 1998)。探究導向教學強調整體觀點，以學習者為出發點。在教學的過程中，教師以提出問題或提供相關資料的方式引導學生，激發學生主動學習的欲望，進行假設、探究、驗證、歸納、討論和解釋問題。

實施探究式教學法的初期可能需要花費較長時間讓學生習慣這種教學模式，教師的教學觀念也需轉變，重心集中在培養學生的思考能力上，鼓勵他們自主發現問題，接著蒐集資料進行分析，最後歸納結論。最終目標是培養學生的高階思考和主種求知的能力，以發展出探究精神，使其成為自導式的學習者。總言之，在學習上，探究式教學法既是一種態度，也是一種教學哲學 (Suchman, 1968)。

(二) 探究式教學模式

在實施探究式教學的過程中，教師作為引導者，需布置一個輕鬆、安定、歡樂的學習環境。這種教學方法要求教師首先引導學生思考問題，然後進行一層一層的反問，鼓勵學生進行更深度的思考。探究式教學沒有固定的教學模式，並且應根據各科教材的不同結構選擇適合的策略，以實現不同思考和探究方法的應用（歐用生，1989）。以下針對探究式教學中常見的 POE 及 5E 兩種模式詳細討論。

表 1 探究式教學模式比較

步驟	任務
POE 探究式教學	
預測 (Prediction)	在實驗情境中，教師引導學生進行預測，學生可以提問但避免互相討論。學生需以清晰的理由記錄預測，教師鼓勵避免直覺性解釋，以了解學生的先備經驗和可能的迷思概念。這過程有助於學生釐清概念，並在出現迷思時促進概念衝突，推動正確概念的形成。
觀察 (Observation)	在預測結束後，學生需要透過仔細的觀察，客觀且具體描述並紀錄實驗過程與結果。若未能即時記錄，可能會受到同儕的意見影響，使原本親眼所見的現象觀察改變。即便學生觀察相同的實驗，由於心中原本的想法可能改變學生的觀察記錄，導致產生不同的觀察結果。
解釋 (Explanation)	在解釋階段，學生需解釋為何他們的預測與觀察結果不同。教師可鼓勵學生思考可能的解釋，引導他們釐清概念。在實驗設計中，教師宜選擇容易產生錯誤預測和迷思概念的情境，引導學生在探究中發現概念上的矛盾，進而推論正確的理論。在解釋過程中，學生能否利用觀察結果修正預測是關鍵。
5E 探究式教學	
參與 (Engagement)	師透過巧妙的提問和引發學習活動，激發學生興趣，促使他們積極參與。同時，結合過去經驗和課程內容，引導學生思考。
探究 (Exploration)	教師引導學生進行探究，強調不直接提供答案，鼓勵小組合作討論、實際操作，共同建構實際經驗。在這過程中，教師協助解決問題，引導學生學習概念和技能。

解釋 (Explanation)	鼓勵學生先按照自己的方式定義和解釋概念，然後利用相關證據進行更深入的說明。若學生概念不清晰，教師可從學生過去的經驗解釋概念。此步驟能使學生能夠清晰表達對概念的理解和操作過程。
精緻化 (Elaboration)	學生進行討論、相互合作、分享回饋，以建構他們的理解、應用和延伸概念。
評量 (Evaluation)	教師在探索與解釋的過程後提供有效的回饋，在每個階段的實施中，透過正式或非正式的評價，從學生對新學習的知識或技能的應用，評估他們的理解、態度和知識。同時，鼓勵學生自我評估他們的理解力、問題解決能力和遷移能力。

二、探究式教學的困難

探究式教學是落實十二年國教相當重要的教學方法與策略。然而，教學場域實施差異化教學仍有許多待解決的難題與困境。

(一) 教師的認知與經驗不足

目前教育現場仍有多數教師與學生習慣傳統的講述教學法，且部分教師有著只有高成就學生適合探究教學這樣的迷思概念，因此仍選用原本習慣的教學方法。探究式教學需要充分的課前準備，也有教師擔心自己的準備不充分，無法引導課堂中知識探究的方向，或是學生在討論的過程中秩序難以掌控，因此覺得探究式教學是較冒險的教學策略 (Costenson & Lawson, 1986)。

(二) 學生的學習習慣限制

在目前的教育現場，多數教師及學生都已習慣傳統的講述教學法。在探究式教學中需要學生大量的思考問題、深入探討，但習慣被動接受知識的學生，仍保持原有的學習習慣，不願主動思考。也有些學生因為怕自己發表的意見有誤，擔心被同學嘲笑，而不敢發表想發或參與討論，這都是探究式教學的阻力之一 (毛松霖、張菊秀, 1997)。

(三) 實施教學時間長

學生在尚未習慣探究教學前，沒有建立主動思考的習慣，這導致教師需要花更多時間幫助學生建立「形成問題、分析問題、解決問題」的學習能力。此外，在探究過程中學生進行問題思考和小組討論也需要花費較長的時間，若在有時間壓力下進行，容易導致學生是在沒有深思熟慮的狀況下倉促的完成學習任務。因此探究式教學所花費的時間比傳統講述教學來的長 (Costenson & Lawson, 1986)，在臺灣以升學為導向的教學氣氛中，常因顧慮教學進度落後而放棄實施探究式教學。

參、研究實施與設計

一、研究對象與設計

本研究以採準實驗設計研究法，探討不同教學策略（POE 鷹架教學策略、範例演練教學策略）對國小階段學習者程式設計學習動機、學習態度以及學習成就的差異，進行為期六週的教學實驗。研究對象為北部某國小五年級兩班共 58 位學生參與，參與班級隨機分為 POE 鷹架教學策略組及範例演練教學策略組。實際有效樣本為 58 人，各組別人數分配如表 1 所示。

表 1 本研究實驗教學分組及各組人數分配表

組別 性別	POE鷹架教學組	範例演練組	合計
男生	14	14	28
女生	15	15	30
合計	29	29	58

本研究旨探討 POE 鷹架教學策略與範例演練教學策略對國小階段學習者程式設計學習動機、學習態度以及學習成就的差異，研究架構如圖 1 所示。

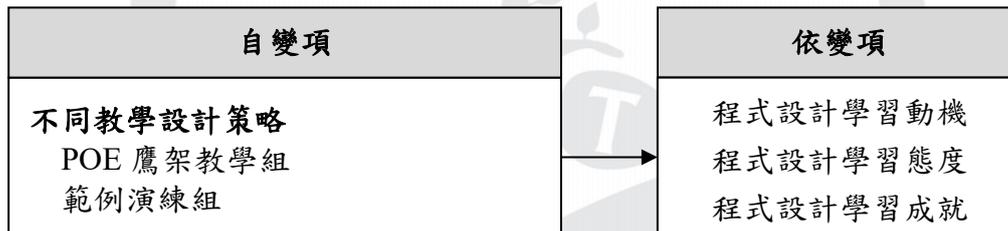


圖 1 本研究之研究架構

二、教學流程與工具

本研究進行教學實驗前，所有參與者皆需進行程式設計學習動機、學習態度與學習成就之前測，以了解實驗介入前的學習成就及學習態度情形。接著，將分別對兩組研究對象施以四週不同的教學策略。範例演練組透過教師示範，學生模仿演練的模式，搭配學習單回顧學習重點；POE 鷹架教學組以預測-觀察-解釋的教學流程，搭配教師提供的程式積木鷹架，讓學生運用探究能力完成學習任務。實驗教學後，各組再實施程式設計學習動機、態度與學習成就之後測。

本研究之程式設計學習成就測驗卷，是由研究者出題並由兩位資訊領域資深教師審題後編訂而成。學習動機量表取自孫琇瑩（2000）依據 Keller IMMS 改編的 ARCS 學習動機問卷，問卷內容包含注意力、相關性、信心感及滿足感四大向度，問卷 Cronbach's $\alpha=0.86$ ，信度良好。學習態度量表則參考自陳文鴻（2011）依據張文奇（2009）改編的 Scratch 學習態度量表，問卷內容包括滿意、興趣、實用及信心四個向度。此問卷之內部一致性為 0.827，具良好信度。

肆、結果與討論

本研究旨在探討以 POE 鷹架教學策略及傳統範例演練教學策略對程式設計學習動機、態度及成就之影響，實驗數據在學習成效及各項態度問卷之統計分析顯著水準皆設為.05。

一、程式設計學習動機

程式設計學習動機分析之目的在檢視不同教學策略對於學習者的 Attention（注意）、Relevance（關聯）、Confidence（信心）、Satisfaction（滿意）四大面向是否有顯著的影響。本程式設計學習動機問卷採李克特（Likert）五點量表，計分由 1 分至 5 分，得分越高表示學習動機越佳。各組動機面向平均數、標準差及人數如表 3 所示。

表 3 不同組別學習者在程式設計學習動機各向度之平均數與標準差

學習動機面向	實驗組別	人數	平均數	標準差
注意力	POE 鷹架教學策略組	29	3.770	.7198
	範例演練教學策略組	29	3.060	.8282
相關性	POE 鷹架教學策略組	29	3.713	.5987
	範例演練教學策略組	29	3.183	.8531
信心感	POE 鷹架教學策略組	29	3.594	.6851
	範例演練教學策略組	29	3.015	.6598
滿足感	POE 鷹架教學策略組	29	3.730	.7105
	範例演練教學策略組	29	3.230	.9359

在學習動機的 ARCS 四大向度中（注意力、相關性、信心感、滿足感），POE 鷹架教學組得分平均數皆高於範例演練教學組，為探討不同組別學習者的學習動機表現是否有顯著差異，進一步進行多變量變異數分析（MANOVA）。分析之初，先以 Box' M 進行兩組學習動機組內變異數同質性檢定，結果未達顯著差異（ $F=1.346, p=.199>.05$ ），符合變異數同質性的假設，繼續進行多變量變異數分析，受試者間效應項檢定分析結果如表 4 所示。

表 4 不同組別學習者在程式設計學習動機 MANOVA 受試者間效應項檢定

學習動機	離均差平方和	自由度	平均值平方	F 值	顯著性
注意力	7.305	1	7.305	12.133	.001
相關性	4.054	1	4.054	7.464	.008
信心感	4.853	1	4.853	10.728	.002
滿足感	3.625	1	3.625	5.251	.026

* $p < .05$

由多變量變異數分析結果可知，在不同教學策略下，學習動機之 ARCS 四大向度皆達顯著差異，顯示實施 POE 鷹架教學策略對於程式設計學習動機能有所提升。研究者從教學實驗過程中觀察學生行為，與分析結果進行比較。

「注意力」指能吸引學生的興趣和刺激學生的好奇心。在 POE 鷹架教學過程中發現，預測階段當發現同學與自己的預測結果不同時，學生會極力想說服同學自己的看法，因此在觀察解釋階段，會積極證明自己的預測是正確答案。

「相關性」指滿足學生個人的需求和目標，使其產生積極學習態度。在 POE 鷹架教學實驗中，發現學生在觀察解釋階段中，會主動找左右同學討論，一起找出如何修改老師提供的程式模組鷹架，在這過程中不斷重複檢驗自己的想法，也有觀察到有學生發現大部分程式內容與上學期的課程有相同的觀念，這可能是提升相關性向度的原因。

「信心感」指幫助學生建立起能成功的信心，相信自己有掌握是否能完成他的能力；「滿足感」指學生能因成就而得到內在和外在的鼓勵和報償。在這兩個向度中 POE 組皆高於範例組，可能的原因是在實施 POE 鷹架教學中，學生在預測完後便開始進行自主學習，透過教師提供的程式模組鷹架以及與同學討論，能夠讓學生感覺在自己的努力下完成程式，甚至能證明自己或是推翻別人的預測，得到自主的成功經驗與成就感。

二、 程式設計學習態度分析

程式設計學習態度分析之目的在檢視不同教學策略對於學習者的滿意、興趣、實用及信心四大面向是否有顯著的影響。本程式設計學習動機問卷採李克特 (Likert) 五點量表，計分由 1 分至 5 分，得分越高表示學習態度越佳。各組態度面向平均數、標準差及人數如表 5 所示。

表 5 不同組別學習者在程式設計學習態度各向度之平均數與標準差

學習動機面向	實驗組別	人數	平均數	標準差
滿意	POE 鷹架教學策略組	29	3.228	.0951
	範例演練教學策略組	29	2.986	.1400
興趣	POE 鷹架教學策略組	29	3.540	.1016
	範例演練教學策略組	29	3.261	.1400
實用	POE 鷹架教學策略組	29	3.695	.1284
	範例演練教學策略組	29	3.293	.1163
信心	POE 鷹架教學策略組	29	3.305	.1082
	範例演練教學策略組	29	3.063	.1194

在學習態度的四大向度中（滿意、興趣、實用、信心），POE 鷹架教學組得分平均數皆高於範例演練教學組，為探討不同組別學習者的學習態度表現是否有顯著差異，進一步進行獨立樣本 t 檢定（Independent Sample t test），檢定結果如表 6 所示。

表 6 不同組別學習者在程式設計學習態度之獨立樣本 t 檢定結果

學習態度	Levene 變異數同質性檢定		獨立樣本 t 檢定			
	F 值	顯著性	t	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差
滿意	.469	.496	1.426	.159	.2414	.1692
興趣	1.619	.208	1.617	.112	.2797	.1730
實用	.511	.478	2.322	.024	.4023	.1733
信心	.064	.801	1.498	.140	.2414	.1611

* $p < .05$

從表 6 的分析顯示，在學習態度之實用向度結果，雙尾檢定顯著性為.024<.05，達顯著差異，其餘向度皆未達顯著差異。研究者推測學生在 POE 鷹架教學策略下，能夠依照自己的想法或是與同學討論後，進行程式積木操作組裝，相較範例演練的操作自由度更高，能在過程中規劃與發揮創意。

三、程式設計學習成就分析

本 Scratch 程式設計學習成就測驗之前後測皆有 10 題，滿分為 100 分，前後測移除鑑別度過低的題目各 1 題，前、後測之描述性摘要，如表 7 所示。

表 7 程式設計學習成就前、後測之描述性摘要

組別	人數	前測		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
POE 鷹架教學組	29	55.556	15.4303	67.816	12.3674
範例演練教學組	29	53.640	14.2629	60.536	13.7969

由表 7 可知，POE 鷹架教學組後測成績較前測提升 9.195 分，範例演練的後測成績較前測提升 8.046，呈現 POE 鷹架教學組在教學實驗後，程式設計學習成就進步較多。為探討兩組學習者學習成就是否達顯著差異，本研究以後測成績為依變量、組別為固定因素、前測成績為共變數，進行單因子共變數分析（ANCOVA），探討兩組學習者之學習成就差異。

表 8 程式設計學習成就之組內迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	平均平方和	F 值	顯著性
組別	90.025	1	90.025	.561	.457
前測成績	463.941	1	463.941	2.739	.104
組別×前測成績	9.395	1	9.395	.055	.815
誤差	9146.760	54	169.384		

* $p < .05$

表 8 顯示組內迴歸係數同質性檢定結果為 F 值=.055， $p=.815 > .05$ ，未達顯著水準，通過同質性檢定。可繼續進行多變量變異數分析，結果如表 9 所示。

表 9 程式設計學習成就之共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	平均平方和	F 值	顯著性
程式設計前測	456.445	1	456.445	2.742	.103
組別	689.698	1	689.698	4.143	.047
錯誤	9156.156	55	166.476		
總計	249259.259	58			
校正後總數	10381.013	57			

* $p < .05$

由表 9 可得知，組別的 $F=4.143$ ，顯著性 $p=.047 < .05$ ，兩組之間的差異達顯著水準，表示在排除程式設計學習成就前測的影響後，學習者的程式設計學習成就表現因實施的教學策略不同而有所差異。

表 10 程式設計學習成就前、後測之原始平均數與調整後平均數

組別	人 數	前測		後測		調整後	
		平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
POE 組	29	55.556	15.4303	67.816	12.3674	67.632	2.399
範例組	29	53.640	14.2629	60.536	13.7969	60.720	2.399

表 10 中顯示，學習成就後測調整後，POE 組後測成績較前測成績高 12.076 分，範例組的後測成績則較前測高 7.08 分，相較之下，POE 組的進步幅度大於範例組。接著進行兩組前後測的相依樣本 t 檢定以及兩組間後測的獨立樣本 t 檢定，如表 11、12 所示。

表 11 兩組個別程式設計學習成就前、後測之相依樣本 t 檢定

組別	平均數	標準差	顯著性	95% 差異 信賴區間	
				下限	上限
POE 組 後測-前測	12.2605	17.6545	.001	5.55	18.98
範例組 後測-前測	6.8966	17.4205	.042	0.27	13.52

* $p < .05$

表 12 不同組別學習者在程式設計學習成就之獨立樣本 t 檢定

Levene 變異數同質性檢定		獨立樣本 t 檢定			
F 值	顯著性	t	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差
1.171	.284	2.116	.039	7.2797	3.4407

* $p < .05$

表 11 顯示，POE 組與範例組的前測與後測差異顯著性分別為.001 及.042，皆小於.05，達顯著水準，表示兩組學習者在接受不同的教學策略後，皆對學習成就表現有所影響。而表 12 顯示，兩組的後測成績顯著性為.039 < .05，達顯著水準，表示兩組學習者經過不同的教學策略學習成就的影響有著顯著差異。

伍、結論與建議

本研究旨在探討以 POE 鷹架教學策略與範例演練教學策略，對學習者程式設計學習動機、學習態度及學習成就之影響。依據研究目的與資料分析結果，本研究獲得的主要結論：學習動機方面，在注意力、相關性、信心感及滿足感四大向度中，POE 鷹架教學組學習者皆高於範例演練組學習者。研究者推測在探究式學習中學生能透過預測、觀察、解釋的學習模式中激發學生之間互相釐清概念的環境，而學習者也能從自主解題的過程中獲得成就與滿足感；學習態度方面，在實用向度中，POE 鷹架教學組的學習者表現較範例演練組學習者佳。研究者推測學生在 POE 的教學模式下，進行程式積木操作組裝的自由度較範例演練更高，學習者能在過程中與同學討論、規劃與自由發揮創意；學習成就方面，運用 POE 鷹架教學策略之教學設計，學習者的學習成就表現較使用範例演練教學策略佳。學習者在探究學習的環境中進行主動思考，在解決問題的過程中學習知識（陳美如，2001），在 POE 的教學模式中，產生預測與結果的概念衝突，能有效的建構新知識（楊凱悌、邱美虹、王子華，2009）。

後續研究建議在教學實驗課程進行前，先設計相關教學策略活動，讓學生先了解在學習過程中的流程步驟，以適應不同以往的學習模式。另外也可以採隔週排課並延長每次的教學時間，如此能更充裕的將時間留給學生進行思考與討論。在實驗過程中研究者發現學生會主動進行討論，也因此未來在研究方面，也應該加入合作學習的模式，考量同儕互動對學習成效的影響。

參考文獻

一、中文部分

- 毛松霖、張菊秀（1997）。「探究式教學法」與「講述式教學法」對於國中學生地球科學—氣象單元學習成效之比較。*科學教育學刊*，5（4），461-497。
- 許雅婷（2008）。台灣國小自然與生活科技領域教科書探究式教學內容分析之研究〔未出版碩士論文〕。臺北市立教育大學自然科學系碩士班。
- 孫琇瑩（2000）。不同程度動機提升策略對國小學童網頁教材學習動機之影響〔未出版碩士論文〕。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所。
- 陳文鴻（2011）。不同圖形組體教學策略輔助國小學童問題解決能力效益之研究〔未出版碩士論文〕。國立臺中教育大學數位內容科技學系碩士班。
- 陳美如（2001）。合作探究教學觀察：多元文化觀點。*教育研究資訊*，9（4），43-65。
- 張文奇（2009）。視覺化程式設計對國小兒童高層次思考能力之影響〔未出版碩士論文〕。臺北市立教育大學自然科學系碩士班。
- 張靜儀（1995）。自然科學探究教學法。*屏師科學教育*，1，36-45。
- 國家教育研究院（2015）。十二年國民基本教育科技領域課程綱要草案。國家教育研究院。
- 楊凱悌、邱美虹、王子華（2009）。應用數位影音融入 POE 教學改善國小高年級學童脊椎動物分類另有概念之效益研究。*科學教育學刊*，17（5），387-407。
- 歐用生（1989）。教學方法的新趨勢（上）（中）（下）。*教與愛*，24-26 期。
- 劉宏文（2001）。高中學生進行開放式科學探究活動之個案研究〔未出版碩士論文〕。國立彰化師範大學學教育研究所。

二、英文部分

- Ball, T., & Zorn, B. (2015). Teach foundational language principles. *Communications of the ACM*, 58(5), 30-31.
- OECD. (2008). 21st Century Learning: Research, Innovation and Policy.
- Chase, C., & Gibson, H. L. (2002). Longitudinal impact of inquiry -based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86 (5), 693-705.
- Costenson, L. J., & Lawson, A. E. (1986). Why isn't inquiry used in more classroom. *The American Biology Teacher*, 48 , 150-158.
- Looi, C. K. (1998). Interactive learning environments for promoting inquiry learning. *Journal of Educational Technology Systems*, 27(1), 3-22.
- Suchman, E. (1968). *Evaluative Research: Principles and Practice in Public Service*

and Social Action Progr. Russell Sage Foundation.

Topalli, D., & Cagiltay, N. E. (2018). Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with Scratch. *Computers & Education, 120*, 64-74.

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. *Science education, 87*(1), 112-143.

