

การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน
ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์



นายสุวิทย์ ไวยกุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN MODEL
FOR TABLET-BASED USING GAME BASED LEARNING WITH SCAFFOLDING
TO ENHANCE MATHEMATIC CONCEPTS
FOR MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS

Mr. Suwit Waiyakoon



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Technology and
Communications

Department of Educational Technology and Communications

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้ เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียน คณิตศาสตร์
โดย	นายสุวิทย์ ไวยกุล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ประกอบ กรณীগิจ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาคุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ใจทิพย์ ณ สงขลา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประกอบ กรณীগิจ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เนาวนิตย์ สงคราม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรสุข ตันตระกูลโรจน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. ชนิตา มิตรานันท์)

สุวิทย์ ไวยกุล : การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ของเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ (DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN MODEL FOR TABLET-BASED USING GAME BASED LEARNING WITH SCAFFOLDING TO ENHANCE MATHEMATIC CONCEPTS FOR MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร. ประกอบ กรณีกิจ, 380 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบการพัฒนาแบบการเรียนรู้ของเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาความคิดเห็น ได้แก่ ครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด จำนวน 545 คน และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองออกแบบการเรียนรู้ของเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เป็นครูผู้สอนโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 6 คน นำไปทดลองเรียนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 คน โดยใช้ระยะเวลา 2 เดือน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ และรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการออกแบบการพัฒนาแบบการเรียนรู้ของเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ (1) คน (2) ความบกพร่องทางการเรียนรู้ (3) การออกแบบเกม (4) เทคโนโลยี และ 7 ขั้นตอน คือ (1) ประเมินความเป็นไปได้ (2) วิเคราะห์ (3) ระบุวัตถุประสงค์ (4) ออกแบบ (5) พัฒนา (6) ดำเนินงาน (7) ประเมินผล 2. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ของเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศนทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 3. ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่ารูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ของเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.20)

ภาควิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5484477327 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS

KEYWORDS: INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN / TABLET-BASED / GAME-BASED LEARNING: GBL / SCAFFOLDING / MATHEMATIC CONCEPTS / / MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS

SUWIT WAIYAKOON: DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN MODEL FOR TABLET-BASED USING GAME BASED LEARNING WITH SCAFFOLDING TO ENHANCE MATHEMATIC CONCEPTS FOR MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS.

ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. JINTAVEE KHLAISANG, CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. PRAKOB KORANEEKIJ, 380 pp.

The purpose of this research to introduce an instructional design model to development of an instructional learning object for tablet using game-based learning with scaffolding to enhance mathematic concepts for mathematic learning disability students. The samples were 545 special education teachers at provincial centers and 12 experts. The sample group designed their own teaching model in their main subject under the model developed and provided by this research study. The samples from the research are 6 instructors under the municipal school, Ayutthaya. Then, the developed model was trial with 19 six grade students for the period of 2 months. The hypothesis was tested by Percentage. The data was analyzed using means and standard deviation. Finally, the teaching model was approved by the 5 experts. The research findings were as follows: 1. the instructional design model used to design instructional learning object consists of 4 components: (1) persons, (2) learning disability, (3) game design, and (4) technology. The model consists of 7 steps including: (1) evaluating feasibility, (2) analyzing, (3) Identifying objectives, (4) Designing, (5) developing, (6) and, (7) evaluating 2. The learners in learning object design model for tablet using game-based learning have a higher score in post-test comparing to pre-test. 3. The experts share opinions that the instructional design model to development of an instructional learning object design for tablet using game-based learning with scaffolding to enhance mathematic concepts for mathematic learning disability students was appropriate at a very good level (means=3.20).

Department:	Educational Technology and Communications	Student's Signature
		Advisor's Signature
Field of Study:	Educational Technology and Communications	Co-Advisor's Signature

Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ได้รับความกรุณาพร้อมด้วยคำแนะนำ และเอาใจใส่ เป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ประกอบ กรณีกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ให้คำปรึกษา แนะนำ ประสบการณ์ในการดำเนินงาน และเสริมสร้างแนวคิดต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระกูลโรจน์ และอาจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบ และให้ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดทั้ง 77 แห่ง ทั่วประเทศ โรงเรียนเทศบาลวัดแม่นางปลื้ม โรงเรียนวัดใหญ่ชัยมงคล (ภาวนารังสี) โรงเรียนเทศบาลสรรพสามิตบำรุง และโรงเรียนสอนดี (ประชารัฐอนุสรณ์) ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รับรองรูปแบบ รวมทั้งให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิด และประสบการณ์อันมีค่า โดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามในการวิจัย	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	21
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	22
บทที่ 2 รายงานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design Model).....	23
1. ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model).....	24
2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน.....	25
3. ประโยชน์ของการออกแบบการเรียนการสอน	26
4. ข้อควรปฏิบัติในการออกแบบการเรียนการสอน.....	27
5. ประเภทของการออกแบบการเรียนการสอน	29

6. การพัฒนารูปแบบรูปแบบการเรียนการสอน	32
7. การนำเสนอและการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน	37
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน	38
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต (Learning Object for Tablet)	43
1. เลิร์นนิ่งออบเจ็ค	43
2. การออกแบบบทเรียนสำหรับแท็บเล็ตตามแนวคิดเลิร์นนิ่งออบเจ็ค	60
3. การออกแบบการเรียนการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Instructional Design of Learning Object).....	65
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต	67
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ต (Tablet-based Learning).....	71
1. ความหมายของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต	71
2. ระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต.....	72
3. ประเภทของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต.....	73
4. การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา	73
5. ประเภทของโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา.....	74
6. การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค.....	75
7. การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพ (Accelerometer).....	76
8. การใช้มัลติทัช (Multi-Touch).....	76
ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning)	79
1. เกมคอมพิวเตอร์ (Computer Game).....	79
2. เกมการสอน (Games based Learning).....	81
3. แนวทางการออกแบบเกมเป็นฐาน.....	83
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมเป็นฐาน	88

ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding)	93
1. ความหมายของการช่วยเสริมศักยภาพ	93
2. แนวคิดการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้โดยการช่วยเสริมศักยภาพ.....	95
3. รูปแบบของการช่วยเสริมศักยภาพ	101
4. กลวิธีและเทคนิคในการช่วยเสริมศักยภาพ.....	103
5. การช่วยเสริมศักยภาพที่ใช้เทคโนโลยี.....	104
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเสริมศักยภาพ.....	106
ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Concept)	111
1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	111
2. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	112
3. กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	113
4. การเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	114
5. การสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	115
6. หลักสูตรคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1	117
7. การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	122
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	123
ตอนที่ 7 แนวคิดเกี่ยวกับความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Learning Disability).....	126
1. ความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	126
2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์	135
3. แนวทางการช่วยเหลือเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	139
4. วิธีแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์	146
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์.....	151

บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	156
	ระยะที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับ ลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความ บกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	158
	ระยะที่ 2 สร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการ ช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่อง ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	163
	ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความ บกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	169
	ระยะที่ 4 รับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็น ฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความ บกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	175
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	179
	ระยะที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มี ความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	179
	ระยะที่ 2 ผลการสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่ มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความ บกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	194
	ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความ บกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	203
	ระยะที่ 4 ผลการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้ เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	212

บทที่ 5	การนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	214
ตอนที่ 1	หลักการของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	215
ตอนที่ 2	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	218
ตอนที่ 3	องค์ประกอบและขั้นตอนรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	219
ตอนที่ 4	ระยะเวลาในการฝึกอบรมการพัฒนาการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	271
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	276
วิธีดำเนินการวิจัย		276
สรุปผลการวิจัย.....		279
อภิปรายผลการวิจัย.....		292
ข้อเสนอแนะ		299
รายการอ้างอิง.....		301
ภาคผนวก.....		311
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....		312
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย		317
ภาคผนวก ค ตารางวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน		373

ภาคผนวก ง ตัวอย่างเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ.....375

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....380



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 ตารางสังเคราะห์การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน	34
ตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค	54
ตารางที่ 2-3 ตารางสังเคราะห์การออกแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน (GBL Design).....	86
ตารางที่ 2-4 ตารางสังเคราะห์กระบวนการช่วยเสริมศักยภาพ	99
ตารางที่ 4-1 แสดงข้อมูลทั่วไปของครูผู้สอน	180
ตารางที่ 4-2 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้(แอลดี) และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์)	181
ตารางที่ 4-3 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์).....	184
ตารางที่ 4-4 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ต (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์).....	185
ตารางที่ 4-5 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์).....	187
ตารางที่ 4-6 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์).....	190
ตารางที่ 4-7 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์).....	192
ตารางที่ 4-8 ด้านที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	195
ตารางที่ 4-9 ด้านที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	196

ตารางที่ 4-10 ด้านที่ 3 ชั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	197
ตารางที่ 4-11 ด้านที่ 4 การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	198
ตารางที่ 4-12 ด้านที่ 5 เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	199
ตารางที่ 4-13 ด้านที่ 6 การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	201
ตารางที่ 4-14 การประเมินความเหมาะสมของ (ต้นแบบ) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	202
ตารางที่ 4-15 ตารางวิเคราะห์คะแนนการประเมินคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีส่วนช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	203
ตารางที่ 4-16 ตารางวิเคราะห์คะแนนการประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีส่วนช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	207
ตารางที่ 4-17 การคัดกรองกลุ่มนักเรียนพิเศษ เฉพาะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์.....	209
ตารางที่ 4-18 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนก่อนและหลังเรียน	210
ตารางที่ 4-19 ตารางวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	211

ตารางที่ 4-20	คะแนนการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	213
ตารางที่ 5-1	แสดงองค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรม และการออกแบบภาพรวม	225
ตารางที่ 5-2	แสดงองค์ประกอบของการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานการออกแบบเกม แก่ สถานการณ์ (Role-Playing Game) การออกแบบกิจกรรมและการออกแบบภาพรวม	228
ตารางที่ 5-3	แสดงองค์ประกอบของการออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ การออกแบบกิจกรรม และการออกแบบภาพรวม	230
ตารางที่ 5-4	แสดงองค์ประกอบของการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model การออกแบบกิจกรรมและการออกแบบภาพรวม	233
ตารางที่ 5-5	แสดงองค์ประกอบของการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค การออกแบบกิจกรรมและ การออกแบบภาพรวม	236
ตารางที่ 5-6	แสดงองค์ประกอบของการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต และการออกแบบ กิจกรรมและการออกแบบภาพรวม	239
ตารางที่ 5-7	แสดงหน้าที่ของครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์และครูผู้สอนที่มีความถนัดมีความ เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือทางด้านคอมพิวเตอร์	241
ตารางที่ 5-8	แสดงตัวอย่างชื่อเรื่องที่เป็นทางการและชื่อเรื่องที่ใช้สำหรับประกอบในเลิร์นนิ่ง ออบเจ็ค.....	244
ตารางที่ 5-9	แสดงตัวอย่างจุดประสงค์ที่เป็นทางการและจุดประสงค์ที่ใช้สำหรับประกอบในเลิร์น นิ่งออบเจ็ค.....	245
ตารางที่ 5-10	สรุปองค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้และกิจกรรมการออกแบบ หลัก (ลดความซ้ำซ้อน).....	249
ตารางที่ 5-11	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบด้านการออกแบบเกม (Game Design) ได้แก่ GBL, Scaffolding และ Math Makes Sense สรุปเป็นกิจกรรมการออกแบบรองของ GD 250	
ตารางที่ 5-12	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบด้านเทคโนโลยี ได้แก่ Learning Object และ Tablet Learningสรุปเป็นกิจกรรมการออกแบบรองของ T	253

ตารางที่ 5-13	สรุปกิจกรรมการออกแบบองค์ประกอบด้านต่าง ๆ	255
ตารางที่ 5-14	การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของ กิจกรรมหลัก LD1 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4.....	256
ตารางที่ 5-15	การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของ กิจกรรมหลัก LD2 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4.....	258
ตารางที่ 5-16	การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของ กิจกรรมหลัก LD3 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4.....	260
ตารางที่ 5-17	การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของ กิจกรรมหลัก LD4 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4.....	262
ตารางที่ 5-18	แสดงตารางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยใช้องค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ได้แก่ LD, GD และ T.....	274



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
ภาพที่ 2-1 ลักษณะของ Learning Object	44
ภาพที่ 2-2 โชนที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือ	94
ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	116
ภาพที่ 2-4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างเด็กปกติกับเด็กแอลดี ทางด้านไอคิวที่ใกล้เคียงกันแต่ผลการเรียนแตกต่างกัน	128
ภาพที่ 2-5 แผนภูมิแสดงปัญหาของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 4 กลุ่ม.....	132
ภาพที่ 2-6 แสดงการเรียนรู้อย่างเข้าใจ การเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับแนวคิดที่มีอยู่แล้ว.....	146
ภาพที่ 2-7 แสดงรูปแบบของบทเรียนตามรูปแบบ Math Makes Sense แนวคิดเกี่ยวกับการสอนเพื่อให้มีความสามารถในการรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ Math Makes Sense	147
ภาพที่ 2-8 แสดงแนวคิดการสอนเพื่อให้มีความสามารถในการรู้ คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ Math Makes Sense	148
ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างการสอนการลบโดยใช้ Touch Math.....	150
ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนในการวิจัย	157
ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 1.....	162
ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 2.....	168
ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 3.....	174
ภาพที่ 3-5 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 4	178
ภาพที่ 5-1 หลักการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้ GBL และองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้นำไปใช้งาน.....	214
ภาพที่ 5-2 ความสัมพันธ์ของ MMS, LD, GBL, LO, TLB และ SF.....	218

ภาพที่ 5-3 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	219
ภาพที่ 5-4 ความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด เกี่ยวกับลักษณะ และวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์	220
ภาพที่ 5-5 องค์ประกอบที่ 1 คน ได้แก่ ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้เชี่ยวชาญ ทางด้าน เทคโนโลยีและนักเรียน LD ทางด้านคณิตศาสตร์.....	221
ภาพที่ 5-6 นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และความบกพร่องทางการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์).....	223
ภาพที่ 5-7 การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์	226
ภาพที่ 5-8 การออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ.....	229
ภาพที่ 5-9 การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model.....	231
ภาพที่ 5-10 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์	234
ภาพที่ 5-11 การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต.....	237
ภาพที่ 5-12 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน ที่ มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่อง ทางการเรียนคณิตศาสตร์	240
ภาพที่ 5-13 โครงสร้าง Flowchart สำหรับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ในรูปแบบ ความสัมพันธ์หลัก.....	264
ภาพที่ 5-14 เมนูสำหรับงานออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ	266
ภาพที่ 5-15 เปรียบเทียบการเขียน Storyboard กับใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัด	268
ภาพที่ 5-16 ระยะเวลาในการฝึกอบรมการพัฒนาการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดย ใช้เกมเป็นฐาน	272
ภาพที่ 5-17 หัวข้ออบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ	273

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 ในบทบัญญัติถึงสิทธิและเสรีภาพในการศึกษา บุคคลย่อมมีสิทธิเสมอกันในการได้รับการศึกษา ซึ่งแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 11 พ.ศ.2555-2559 ได้มีแนวนโยบายที่ตอบสนองบทบัญญัติดังกล่าว โดยในยุทธศาสตร์ที่ 4 ได้กำหนดให้ขยายโอกาสการเข้าถึงบริการทางการศึกษา และการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยมีกลยุทธ์ในการพัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาให้เข้าถึงเด็กที่มีความต้องการพิเศษในรูปแบบที่ยืดหยุ่นหลากหลาย (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2555: 25) รวมทั้งหลักการจัดการเรียนรู้ที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และพัฒนาการทางสมอง ให้ความสำคัญทั้งความรู้และคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 3)

นักเรียนที่มีภาวะความบกพร่องในการเรียนรู้ (Learning Disability : LD) คือนักเรียนที่มีความยากลำบากในการเรียนมากกว่านักเรียนปกติทั่ว ๆ ไป ซึ่งเป็นความบกพร่องในกระบวนการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน โดยอาจแสดงออกมาทางความสามารถที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เด็กมีปัญหาอยู่ยากในการดำเนินชีวิตประจำวัน การแสดงออกทางพฤติกรรมการรับรู้ทางสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ซึ่งมีผลโยงไปถึงการมีปัญหาในการใช้ภาษา ทั้งด้านการฟัง การอ่าน การพูด การเขียนและการสะกดคำ หรือการคำนวณ ตลอดจนปัญหาในเรื่องของการเคลื่อนไหว การรับรู้อารมณ์ พฤติกรรม โดยไม่ได้เกิดจากความบกพร่องทางสติปัญญา ความบกพร่องทางประสาทสัมผัส ปัญหาทางพฤติกรรม ความแตกต่างทางวัฒนธรรม ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะส่งผลต่อการเรียน (ศิริพันธ์ ศรีวันยงค์, 2552: 30) นอกจากนี้ยังครอบคลุมสภาพต่าง ๆ เช่น สภาพด้อยโอกาสทางสังคม ความบกพร่องในการรับรู้ ภาวะที่สมองถูกกระทบกระเทือนเพียงเล็กน้อย แต่เป็นความผิดปกติที่ไม่เกิดจากความบกพร่องทางร่างกาย การมองเห็น การได้ยิน และระดับสติปัญญา (ศรียา นิยมธรรม, 2540: 68) ปัจจุบันมีเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้อยู่จำนวนมากน้อย จากสถิติในประเทศไทย จำนวนบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่อยู่ในการจัดการเรียนร่วมในโรงเรียนทั่วไปมีจำนวน 183,398 คน (แผนพัฒนาการจัดการศึกษาสำหรับคนพิการ ระยะ 5 ปี

(พ.ศ.2555-2559) กระทรวงศึกษาธิการ, 2559) จากจำนวนเด็กพิเศษทั้งหมดจำนวน 320,032 คน มีเด็กที่มีภาวะความบกพร่องในทักษะการเรียนรู้ หรือ เด็กแอลดีประมาณ ร้อยละ 6 - 10 ของเด็ก ในวัยเรียนทั้งหมด และเด็กในกลุ่มนี้มักจะคิดว่าตนเองเป็นผู้ที่ไม่มีความสามารถ ไม่แน่ใจ ในความสามารถของตนเองมักพึ่งพาผู้อื่นในการแก้ปัญหาต่าง ๆ แม้แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ลักษณะการเรียนรู้ของเด็กเหล่านี้จะมีช่วงความสนใจสั้น ๆ เสียสมาธิง่ายมีปัญหาด้านความจำ การถ่ายโยง การเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมและมีข้อจำกัดทางภาษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการอ่าน เพื่อความเข้าใจและการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เรียนไม่ทันเพื่อน (ผดุง อารยะวิญญู, 2542: 42) และเด็กที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านคณิตศาสตร์จะไม่ได้เป็นไปตามวัยของเด็ก อย่างเช่นการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนต่าง ๆ เด็กจะไม่รู้ตามวัยที่ควรจะเป็น (ศรียา นิยมธรรม, 2540: 3)

ความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทำให้เด็กมีปัญหาทางการรับรู้ในเรื่องสัญลักษณ์ มีปัญหาในเรื่องของความสัมพันธ์ ไม่เข้าใจความหมายเรื่องของจำนวน การเรียงลำดับ ไม่สามารถ จำแนกวัตถุที่มีขนาดต่างกันที่วางรวมกันอยู่ได้ ไม่เข้าใจปริมาณเมื่อมีขนาดเปลี่ยนไป ไม่สามารถ ปฏิบัติตามขั้นตอนในการคำนวณได้ มีปัญหาในการอ่านแผนที่และกราฟ การชั่ง ตวง วัด รวมทั้ง เรื่องการทำโจทย์ปัญหา (ศิริพันธ์ ศรีวันยงค์, 2552: 47-48) และประสบกับความยากลำบาก ในความเข้าใจความคิดรวบยอด การบอกความสัมพันธ์ กระบวนการ การดำเนินการ การประมาณ ในเรื่องของตัวเลข และมีความคาบเกี่ยวกันระหว่างนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านการอ่านกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ในประเด็นของคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้มีปัญหาในเรื่องของความจำระยะสั้น การเรียงลำดับ และความเข้าใจ สัญลักษณ์ (Sherman, 2005) จึงทำให้เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์เกิดความ ยุ่งยากในการเรียน และไม่สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนได้ อีกทั้งไม่สามารถพัฒนาไปตาม สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน 2551 ได้ ซึ่งสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและการศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อ คณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประกายดาว ใจคำปิ่น (2549) และณัฐกานต์ จอมขันเงิน (2549) ที่ได้ข้อสรุปว่า นักเรียนที่มี มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะ เชื่อมโยงและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มี ความสำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของครูและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิเคราะห์ว่าครูและนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้างและคลาดเคลื่อนอย่างไร เมื่อ เปรียบเทียบกับ มโนทัศน์ที่ถูกต้องจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการระมัดระวัง ไม่ให้เกิดความ

คลาดเคลื่อนเหล่านั้น ตลอดจนเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้นให้หมดไป ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีปัญหาทางด้านกระบวนการรับรู้ ซึ่งมีผลกระทบต่อการเรียนรู้อย่างมาก วิธีการช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ในระบบการเรียนการสอนพบว่า เทคนิคที่ได้ผลกับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ สามารถใช้ได้หลายวิธี เช่น ใช้การละเล่นพื้นบ้าน ใช้เกมการละเล่นพื้นบ้าน มาสอนเด็ก ซึ่งจะสอนเรื่องการเปรียบเทียบ การวัดระยะทาง การบวกลบคูณหาร สอนเทคนิคการอ่านโจทย์เลข เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จะอ่านโจทย์เลขไม่ได้ ซึ่งจะอ่านไม่เข้าใจ ไม่รู้ว่าโจทย์ถามอะไร หมายความว่าอย่างไร เมื่ออ่านโจทย์ไม่ได้ก็จะส่งผลถึงการคิดเลขด้วยจึงต้องใช้วิธีการทางกราฟิกเข้ามาช่วยในการอ่านโจทย์ปัญหา หรืออาจใช้การอ่านการ์ตูน โดยทำเป็นเรื่องราวสอนเกี่ยวกับตัวเลข บวก ลบ คูณ หาร เด็กจะสนุกกับภาพการ์ตูนและจะเรียนรู้ได้มากขึ้น การเล่นเกมแบบสมมติ อาจจะทำให้เด็กนักเรียนในชั้นออกมานับหนังสือ 20 เล่ม จากนั้นให้เพื่อนออกมาหน้าชั้นเรียนอีก 5 คน นักเรียนคิดว่าจะได้คนละกี่เล่ม จากนั้นเด็กก็จะเริ่มแจกหนังสือหมด แล้วเด็กจะได้คำตอบเป็นการสอนเรื่องการหาร หรือใช้การเล่นเกม ซึ่งจะใช้เกมเศรษฐีและการทอยลูกเต๋าเป็นการสอนเรื่องตัวเลข เด็กจะรู้ว่าแต้มไหนมากกว่าแต้มไหนน้อยกว่า (ศรียา นิยมธรรม, 2545: 25) นอกจากนี้วิธีการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเพื่อช่วยเหลือเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีการนำรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่งโดยการใช้เทคโนโลยีซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551) ตระหนักในความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน เพื่อให้เด็กนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ เรียนรู้ด้วยความหมายและสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต รวมถึงให้ความสำคัญกับการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) ซึ่งมีคุณลักษณะของการช่วยเสริมศักยภาพ คือ 1) เป็นสิ่งที่สนับสนุน 2) เปรียบเสมือนเครื่องมือในการเรียนรู้ 3) เป็นสิ่งที่ช่วยขยายฐานความรู้ของผู้เรียน 4) อนุญาตให้ผู้เรียนทำภารกิจงานให้สำเร็จเท่าที่เป็นไปได้ 5) ผู้เรียนสามารถเลือกสิ่งที่ตนเองต้องการจะรู้ได้ตรงเป้าหมาย (สุมาลี ชัยเจริญ, 2545: 5) และการช่วยเสริมศักยภาพจะสนับสนุนผู้เรียนในการแก้ปัญหา หรือการเรียนรู้ ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ให้สำเร็จด้วยตัวเองได้โดยฐานความช่วยเหลืออาจเป็นคำแนะนำแนวทางตลอดจนกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนรู้ (อนุชา โสมาบุตร, 2549: 20)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนรู้เสริมสร้างเจตคติในการเรียนการสอนว่า ผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสร้างสรรค์การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเอง และควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน สื่อสารความเข้าใจ และสร้างผลงานโดยมีสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่มีคุณภาพเป็นส่วนช่วย โดยพิจารณาถึงบริบทของชั้นเรียน ความพร้อมของอุปกรณ์สารสนเทศ ความเข้าใจและทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน นอกจากนี้ใช้เสริมหรือทดแทนกิจกรรมปฏิบัติการสื่อการเรียนรู้ เลิร์นนิ่งออบเจ็คบางเรื่องยังสามารถใช้เพื่อขยายความรู้ หรือเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เริ่มนำ เลิร์นนิ่งออบเจ็คเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นที่วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคอมพิวเตอร์ โดยเลิร์นนิ่งออบเจ็คแต่ละชิ้นจะนำเสนอแนวคิดหลักย่อย ๆ เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ สามารถนำไปใช้ผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ อีกหลากหลาย ซึ่งในการผลิตนี้ เลิร์นนิ่งออบเจ็คควรมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

- เป็นเกม สถานการณ์จำลอง
- เนื้อหากิจกรรมสั้นกะทัดรัด มีแนวคิดชัดเจน
- เนื้อหากิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น ในด้านอายุ ความสนใจ ความรู้เดิม
- เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชีวิตประจำวัน มีเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
- มีสีสันสวยงาม การจัดวางรูปภาพ เสียง ปุ่มคำสั่ง เหมาะสม เข้าใจง่าย
- มีการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน

Becta ICT Research (2005) ได้มีการศึกษาผลการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตประกอบการเรียนการสอนในโรงเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 12 แห่ง ในประเทศอังกฤษ ช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2004-2005 ผลก็คือ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตโดยให้ผู้เรียนและผู้สอนมีเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตเป็นของตนเองอย่างทั่วถึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกิดการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพบว่าการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตช่วยเพิ่มแรงจูงใจของผู้เรียนและมีผลกระทบในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมให้เกิดการค้นคว้าและการเข้าถึงองค์ความรู้นอกห้องเรียนอย่างกว้างขวาง รวมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของผู้เรียน ในด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนนั้น พบว่า การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตนั้นช่วยส่งเสริมให้มีใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนและส่งเสริมให้มีการพัฒนาหลักสูตรหรือการจัดการเรียนการสอนที่มีเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นส่วนประกอบมากขึ้น นอกจากนี้นโยบายแจกเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต (Tablet) แก่นักเรียนของประเทศไทย (Thailand's One Tablet PC Per Child Policy) รัฐบาลได้ดำเนินงานตามนโยบายด้านการจัดสรรเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เริ่มในปีการศึกษา

2555 เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือยกระดับคุณภาพและกระจายโอกาสทางการศึกษาให้กับนักเรียนทั่วประเทศ ส่งผลให้เกิดความตื่นตัวในการสร้างสรรค์แอปพลิเคชันเพื่อนำไปใช้เป็นบทเรียนให้กับแท็บเล็ต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพในการนำเสนอเนื้อหาทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สามารถเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยตรง ตลอดจนครูผู้สอนสามารถนำรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเนื้อหาทางด้านคณิตศาสตร์ต่าง ๆ และใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนทางด้านการศึกษาพิเศษทางด้านอื่น ๆ ต่อไป

คำถามในการวิจัย

1. ครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง
2. ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง
3. รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบและขั้นตอนอะไรบ้าง
4. ครูผู้สอนในโรงเรียนขั้นพื้นฐานสามารถนำรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปสร้างรูปแบบการเรียนการสอนของตนเองได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. เพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
5. เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยเลิร์นนิ่งออบเจ็คคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้รับการออกแบบตามรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีคะแนนโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ ลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ จำนวน 77 จังหวัด จำนวน 949 คน (สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ)

1.2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

1.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

1.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย

1.2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)

1.2.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

1.3 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

1.3.1 ตอนที่ 1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาโรงเรียนสังกัดเทศบาลนครพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.3.2 ตอนที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ออกแบบและพัฒนาด้วยตนเองในตอนต้นที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดเทศบาล อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ได้รับการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์

1.4 ประชากรที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1.4.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
- 1.4.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย
- 1.4.3 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)
- 1.4.4 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 77 จังหวัด จำนวน 545 คน

2.2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 7 คน ประกอบด้วย

- 1.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
- 1.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย
- 1.2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)
- 1.2.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling) ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

2.3.1 ตอนที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 3 คน โรงเรียนสังกัดเทศบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2.3.2 ตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ออกแบบและพัฒนาด้วยตนเองในตอนที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดเทศบาล 3 โรงเรียนที่ได้รับการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 19 คน

2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่ง ออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 5 คน ประกอบด้วย

- 2.4.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
- 2.4.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย
- 2.4.3 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)
- 2.4.4 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ

คือ การใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทาง การเรียนคณิตศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ

คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความ บกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

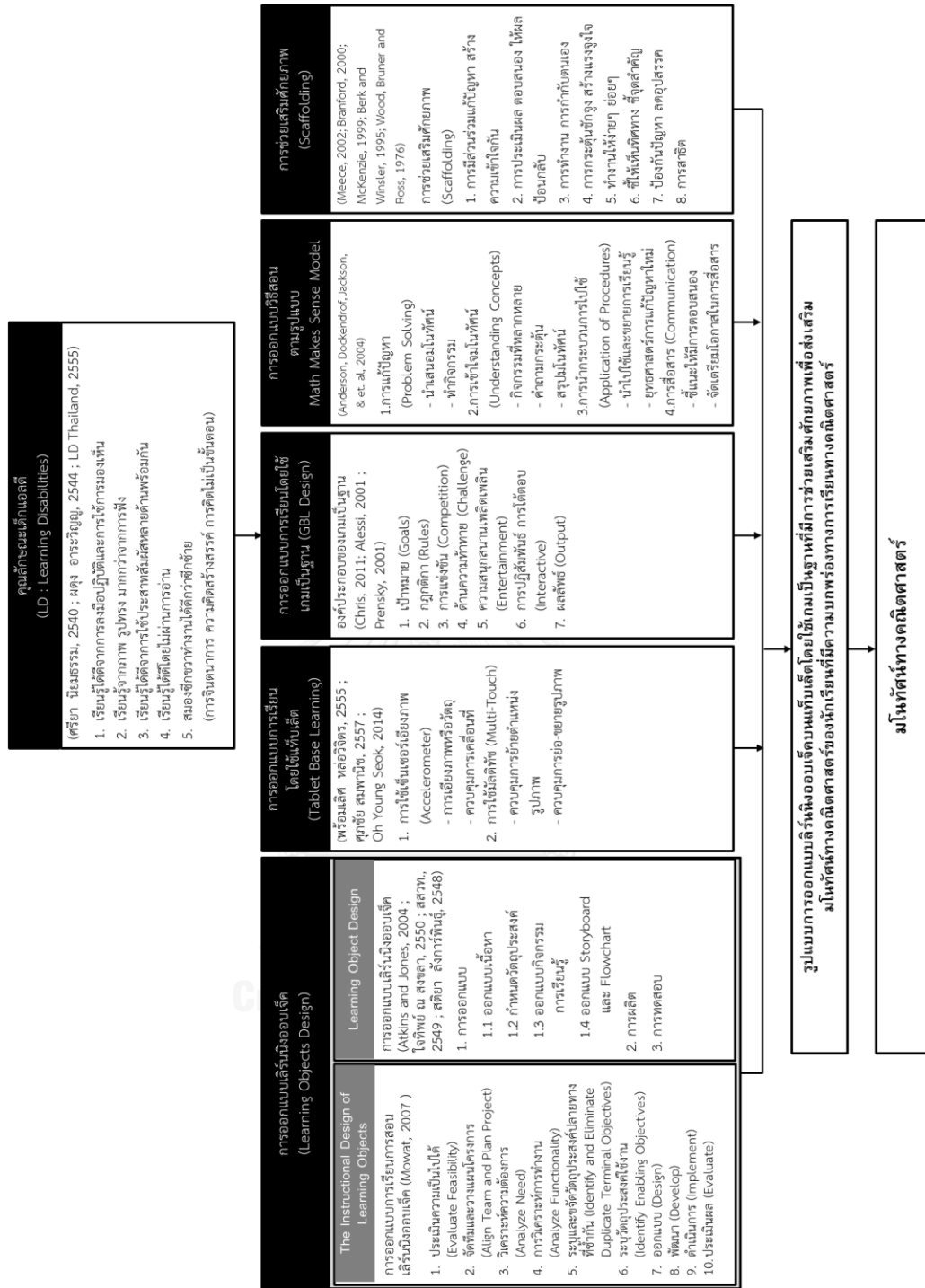
4. รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริม ศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียน คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) คน 2) ความบกพร่องทางการเรียนรู้ 3) การออกแบบเกม และ 4) เทคโนโลยี และขั้นตอนของรูปแบบ 7 ขั้นตอน คือ 1) ประเมิน ความเป็นไปได้ 2) วิเคราะห์ 3) ระบุวัตถุประสงค์ 4) ออกแบบ 5) พัฒนา 6) ดำเนินงาน และ 7) ประเมินผล

5. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับเลขจำนวน ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ โดยมีกรอบแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Objects Design) 2) การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต (Tablet Base Learning) 3) คุณลักษณะเด็กแอลดี (LD : Learning Disabilities) 4) การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-Base Learning Design) 5) การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model 6) การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) และ 7) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept)





ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

คำอธิบายกรอบแนวคิดในการวิจัย

1. การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Objects Design)

ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ รูปแบบการออกแบบ การเรียนการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค และการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

การออกแบบการเรียนการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Instructional Design of Learning Object)

การออกแบบการเรียนการสอนมีผลต่อมุมมองในการเรียนรู้ของมนุษย์ เป็นรูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางต่อการออกแบบการเรียนการสอน ตลอดจนการสร้างสื่อการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

1. ประเมินความเป็นไปได้ (Evaluate Feasibility)

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการ กำหนดขอบเขต เริ่มต้น การรวบรวม ข้อมูล และการวิเคราะห์ เพื่อยืนยันความเป็นไปได้และความถูกต้อง การออกแบบที่มีประสิทธิภาพ จะต้องทำการประเมินความเป็นไปได้อีกก่อนที่จะเริ่มโครงการ/งานผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค บทบาทนี้จะเป็นของนักออกแบบการเรียนการสอน (ครูผู้สอน) ผู้จัดการโครงการ (จัดทีม และแผนโครงการ วิเคราะห์ความต้องการ วิเคราะห์ ฟังก์ชัน)

2. จัดทีมและวางแผนโครงการ (Align Team and Plan Project)

เป็นการจัดทำโครงการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ต้องมีความร่วมมือของกลุ่มคนที่แตกต่างกัน มีทีมงาน มีการสื่อสารและการวางแผนโครงการ ระยะนี้เกี่ยวข้องกับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- ระบุทักษะที่จำเป็นสำหรับโครงการ (นักออกแบบการเรียนการสอนและผู้เชี่ยวชาญ)

- เลือกสมาชิกในทีมตามทักษะที่จำเป็น

- ตรวจสอบ และโปรโตคอลการสื่อสาร เอกสาร

- ตรวจสอบบทบาทของสมาชิก ทีมงาน เอกสารและความรับผิดชอบขั้นตอนของโครงการแต่ละขั้น

- ตรวจสอบเอกสาร การจัดการ การจัดการกระบวนการ

- ระบุความเสี่ยงของโครงการ กำหนดวิธีการที่มีแนวโน้มการเกิดขึ้นของความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น และพัฒนาเอกสารและกลยุทธ์เพื่อลดความเสี่ยง

- ตัดสินใจเกี่ยวกับเครื่องมือ การบริหารจัดการโครงการ และขั้นตอนในการปฏิบัติตาม

- ร่าง แผนโครงการ และเวลา

3. วิเคราะห์ความต้องการ (Analyze Need)

ขั้นตอนนี้ปรับแต่งและชี้แจงข้อมูลที่รวบรวมได้ในระหว่างการประเมินความต้องการ นอกจากนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบการผลิต และขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

- การวิเคราะห์ Job analysis
- การวิเคราะห์ Task analysis
- การวิเคราะห์ผู้เรียน เช่น ลักษณะการเรียนรู้ (Learning Style) เป้าหมายทางการปฏิบัติงานหรืออาชีพ เพื่อกำหนดความเหมาะสมของกิจกรรม
- วิเคราะห์ช่องว่างการทำงานที่กำหนดไว้
- วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในการเรียนรู้การใช้งานวัตถุก่อนหน้านี้

4. การวิเคราะห์การทำงาน (Analyze Functionality)

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ ระบบการจัดการเนื้อหา การจัดเก็บ การเผยแพร่ และการแสดงเนื้อหา ดังนี้

- วิเคราะห์แพลตฟอร์มที่ผู้เรียนจะได้รับการเข้าถึง
- ระบุและวิเคราะห์ตัวเลือกซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนา
- เลือกเครื่องมือสำหรับการผลิตและสร้างต้นแบบ
- วิเคราะห์การจัดที่ใช้ในองค์กร มาตรฐานการใช้งาน และความปลอดภัย

5. ระบุและขจัดวัตถุประสงค์ปลายทางที่ซ้ำกัน (Identify and Eliminate Duplicate Terminal Objectives)

เป็นการใช้จุดประสงค์ร่วมกันของแต่ละงาน แต่ละหัวข้อไม่ให้ซ้ำซ้อนกัน เพื่อให้งานตรงกันวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด

6. ระบุวัตถุประสงค์ใช้งาน (Identify Enabling Objectives)

ขั้นตอนที่ 5 และ 6 จะใช้สร้างเลิร์นิงออบเจ็คจากเนื้อหาที่มีอยู่ ทั้งสองขั้นตอนจะสนับสนุนการเรียนการสอนรูปแบบการออกแบบที่มีการปรับเปลี่ยนการออกแบบการเรียนรู้ที่มีอยู่ในเลิร์นิงออบเจ็คนำมาใช้ใหม่ คือ

- ระบุเป้าหมายผลการดำเนินงานและวัตถุประสงค์ย่อย
- สร้างแผนภาพการเรียนการสอน
- ตรวจสอบ ขจัด และกำหนดวัตถุประสงค์ย่อยให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์

นำทาง

- การใช้เนื้อหาตามวัตถุประสงค์จะต้องสามารถวัดได้

- ออกแบบวัตถุประสงค์ โดยย่อวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็คที่จะเกิดขึ้นในแต่ละเรื่อง

7. ออกแบบ (Design)

การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค จะเป็นการออกแบบในส่วนการพัฒนา ทั้งเนื้อหาและรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา และกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามรายการโมดูลทั้งหมดจัดการแสดงผลที่เลือกแต่ละเรื่อง จัดทำคำแนะนำ การออกแบบการนำทาง วัตถุประสงค์ และการใช้มัลติมีเดียมาช่วยสนับสนุนการสร้างบทเรียนของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ได้แก่

- เขียนโฟลว์ชาร์ต (flowchart) จะช่วยสื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างหน้าจอแต่ละหน้า ในรูปแบบความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ซึ่งตอบสนองคุณสมบัติของสื่อผสมหลายมิติได้ดี

- เขียนสตอรีบอร์ด (storyboard scripting) เป็นการกำหนดสิ่งที่จะปรากฏบนหน้าจอ รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับโปรแกรมการนำเสนอเนื้อหาต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และทีมงานผลิต

8. พัฒนา (Develop)

มีการทบทวน ให้ข้อเสนอแนะตามที่ได้รับการพัฒนาตามสตอรีบอร์ด และทำการเขียนโปรแกรม เชื่อมโยง ใส่เทคนิคที่จำเป็นตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นดำเนินการและประเมินงานเป็นระยะ ๆ

9. ดำเนินการ (Implement)

ก่อนที่จะดำเนินการจะต้องตรวจสอบและแก้ไขการวางแผนการดำเนินการ แนวโน้มที่สร้างขึ้นก่อนหน้านี้ในโครงการ การเรียนรู้ตามแผน ทบทวนแผนการดำเนินงานและกำหนดเวลา จากนั้นดำเนินการโครงการตามทีวางแผนเอาไว้ เป็นการทำงานตามสคริปต์ โฟลว์ชาร์ต สตอรีบอร์ด และแผนที่ได้วางไว้ เสนอประเด็นปัญหาในเชิงเทคนิคที่อาจเกิดขึ้น

10. ประเมินผล (Evaluate)

เป็นการประเมินผลระดับแรก และครั้งที่สอง หรือที่ส่วนท้ายของการดำเนินการ เพื่อวัดผลลัพธ์ตามเกณฑ์ในการประสบความสำเร็จ เป็นที่ยอมรับที่จุดเริ่มต้นของโครงการ (สร้างและประเมินเครื่องมือการประเมินผล)

การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Object Design)

1. การออกแบบ เป็นกระบวนการเริ่มต้นที่ผู้ผลิตหรือพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คจะต้องปฏิบัติ เพื่อที่จะนำข้อมูลการออกแบบไปทำการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ออกแบบเนื้อหา ผู้ผลิตหรือพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คจะต้องศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาผลิต แล้ววิเคราะห์เนื้อหาส่วนต่าง ๆ ว่ามีส่วนใดที่จะนำไปพัฒนา โดยจะต้องคำนึงถึงการ

นำเสนอเนื้อหาจะต้องนำเสนอให้ได้หลากหลายรูปแบบทั้ง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ฯลฯ และต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

เป็นการออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิงออบเจ็คตามที่ Atkins and Jones (2004) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

1.1.1 การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) เป็นการออกแบบสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิงออบเจ็คที่คำนึงถึงลักษณะของผู้เรียน (Learner Focus) เนื้อหาครบถ้วนถูกต้อง (Content Integrity) การใช้งานง่าย (Usability) และการเข้าถึงได้ (Accessibility) ในรูปแบบของสื่อดิจิทัล นอกจากนี้การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียจะใช้ทฤษฎีการศึกษาใช้กลยุทธ์ในการสอน เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ คำนวณ หรือทำความเข้าใจแนวคิดหลักของเนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตัวของผู้เรียนเองผ่านสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิงออบเจ็ค

1.1.2 การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) เป็นการออกแบบส่วนการโต้ตอบของบทเรียน เปรียบได้กับการที่ผู้เรียนได้โต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน การออกแบบในส่วนนี้จะต้องใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

1.1.3 การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design) เป็นการออกแบบเพื่อนำเสนอด้านเนื้อหา สามารถทำได้หลายวิธี ทั้งรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตัวอักษร ฯลฯ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำเสนอให้กับผู้เรียนนั้น จะคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของบทเรียน และคำนึงถึงประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดียมาใช้ให้มากที่สุด เพื่อนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่แปลกใหม่หรือท้าทายสำหรับผู้เรียน

1.1.4 การออกแบบหน้าจอ (Interface design) เป็นการออกแบบส่วนหน้าจอที่มีความสำคัญมาก ซึ่งคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานของผู้เรียน ได้แก่ อายุ หรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วยการออกแบบตัวอักษร การใช้เสียง การใช้ภาพกราฟิกหรือภาพเคลื่อนไหว ส่วนของการใช้งาน เช่น การใช้เมาส์ คีย์บอร์ด หรือการพิมพ์ การใช้หน้าจอ การออกจากบทเรียน (Exit) ปุ่มช่วยเหลือ (Help) การแสดงสถานะของปุ่มหรือข้อความ (Rollover and hover text) และอภิธานศัพท์ (Glossaries)

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ ผู้ผลิตหรือพัฒนาเลิร์นนิงออบเจ็คจะต้องทำการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เป้าหมายของหลักสูตร/รายวิชา ชีตความสามารถของผู้เรียนว่าเมื่อผู้เรียนเรียนรู้จากเลิร์นนิงออบเจ็คแล้ว นักเรียนจะมีพฤติกรรมเช่นไร เพื่อกำหนดความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงหลักการแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา กลยุทธ์การสอน ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความคิด วิเคราะห์ คำนวณ มีความรู้ความเข้าใจ ซึ่งอาจเทียบเคียงการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเองผ่านการเรียนรู้ด้วยเลิร์นนิงออบเจ็ค

1.4 ออกแบบ Storyboard และ Flowchart เป็นการออกแบบที่สำคัญเพื่อกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ บนหน้าจอเลิร์นนิ่งออบเจ็คตั้งแต่เนื้อหา ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ แบบทดสอบ ฯลฯ และยังเป็นการกำหนดการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องทำงานเป็นทีมโดยต้องมีผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ตั้งแต่ด้านเนื้อหา ด้านกราฟิก ด้านการเขียนโปรแกรม ฯลฯ เป็นทีมงานในการผลิต เพื่อมากำหนดลักษณะงานโดยภาพรวมของแต่ละองค์ประกอบว่ามีความยากง่าย สอดคล้องสัมพันธ์กันหรือไม่ มีความเป็นไปได้ในการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คได้จริงมากน้อยเพียงใด

2. การผลิต เป็นขั้นตอนที่ทีมงานผลิตจะต้องทำการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คตาม Storyboard และ Flowchart ที่ได้ออกแบบไว้โดยมีขั้นตอนในการผลิตดังต่อไปนี้

2.1 ทีมงานผลิตจะต้องศึกษา Storyboard และ Flowchart อย่างละเอียดก่อนทำการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

2.2 ทีมงานผลิตให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อดี ข้อจำกัด ปัญหาเชิงเทคนิคของรูปแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คที่จะผลิต เพื่อร่วมกันหาแนวทางแก้ไข

2.3 ทีมงานจะต้องประชุมเพื่อตกลงร่วมกันในการใช้เครื่องหมายและรูปแบบคำสั่งในเลิร์นนิ่งออบเจ็คในรูปแบบเดียวกัน ใช้รูปแบบการนำเสนอที่เป็นระบบระเบียบไปในทิศทางเดียวกัน

2.4 ทีมงานผลิตอาจแยกเป็นทีมงานย่อยเพื่อรับผิดชอบในงานแต่ละส่วน เช่น ทีมงานผลิตภาพกราฟิก ทีมงานผลิตวีดิทัศน์ ทีมงานเขียนโปรแกรม เป็นต้น แล้วรวบรวมงานของแต่ละส่วนมาให้ทีมงานประกอบเป็นชิ้นงานเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

3. การทดสอบ หลังจากการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คเสร็จเรียบร้อยแล้วก็นำเลิร์นนิ่งออบเจ็คที่ได้มาทดสอบเบื้องต้นทั้งด้านเทคนิคและเนื้อหา คือ อัลฟาเทสต์ (Alpha test) โดยเน้นการทดสอบการทำงานในเชิงเทคนิคในเบื้องต้นเพื่อการปรับแก้ โดยสามารถทดสอบได้ใน 2 ระดับคือ

3.1 การทดสอบในการเรียนการสอน เป็นการตรวจสอบเลิร์นนิ่งออบเจ็คว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเลิร์นนิ่งออบเจ็คมากน้อยเพียงใด เลิร์นนิ่งออบเจ็คสามารถสื่อสารกับผู้เรียนได้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ดึงดูดความสนใจผู้เรียนเป็นอย่างไร และเมื่อเรียนเสร็จแล้วผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้หรือไม่

3.2 ทดลองใช้งาน เพื่อตรวจสอบเลิร์นนิ่งออบเจ็คเกี่ยวกับข้อผิดพลาดตั้งแต่ข้อความ เนื้อหา ภาพ เสียง ฯลฯ มีข้อบกพร่องในส่วนใดบ้าง ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม การเชื่อมโยง ลิงค์ต่างๆ สมรรถนะการทำงานกับคอมพิวเตอร์ ว่าเลิร์นนิ่งออบเจ็คสามารถทำงานได้ดีมากน้อยเพียงใด แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข

2. การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต (Tablet Learning)

เป็นคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการโอเพนซอร์ซ (Open Source) ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย คือสถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์จึงมีคุณสมบัติและความสามารถแตกต่างจากระบบปฏิบัติการอื่น ๆ โดยมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการออกแบบลิรน์นิงออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐาน ดังนี้ (พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร, 2555)

1. การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพ (Accelerometer)

- การเอียงภาพหรือวัตถุ เป็นการควบคุมการเอียงแท็บเล็ตเพื่อให้ภาพหรือวัตถุไปในทิศทางที่ต้องการ เช่น การเอียงจำนวนลูกบอลลงหลุมตามจำนวนที่ต้องการ
- ควบคุมการเคลื่อนที่ เป็นการควบคุมการไหลของภาพหรือวัตถุตามอัตราความเร็วที่เกมกำหนด

2. การใช้มัลติทัช (Multi-Touch)

- กำหนดการวาดรูปร่างอย่างง่าย
- ควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพ
- ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพ
- ควบคุมตำแหน่งและขนาดของรูปภาพด้วย Matrix Transformation

3. คุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (LD: Learning Disabilities)

เป็นลักษณะเด็กแอลดีในภาพรวมที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามที่ ศรียา นิยมธรรม (2540) ; ผดุง อาระวิญญู (2544) ; แอลดีไทยแลนด์ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า

1. เรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็น เนื่องจากมีความลำบากในการอ่าน การเขียน และการสะกดคำ เช่น อ่านไม่เข้าใจ อ่านออกเสียงไม่ถูกต้อง อ่านตัวอักษรสลับกัน
2. เรียนรู้จากภาพ รูปทรง มากกว่าจากการฟัง เนื่องจากไม่เข้าใจค่าของตัวเลข เช่น หลักหน่วยสิบล้อพันหมื่นเป็นเท่าใด มีหลักการจำจากจำนวน
3. เรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน ได้แก่ การมอง การฟัง การปฏิบัติ สามารถรับรู้จากการทำหลาย ๆ อย่างไปด้วยกันได้ (รับรู้สื่อเทคโนโลยีมัลติมีเดียได้พร้อม ๆ กัน)
4. เรียนรู้ได้ดีโดยไม่ผ่านการอ่าน เนื่องจากมีความลำบากในการอ่าน การเขียน และการสะกดคำ เช่น อ่านไม่เข้าใจ อ่านออกเสียงไม่ถูกต้อง อ่านตัวอักษรสลับกัน

5. สมอชีกษาทำงานได้ดีกว่าชีกช่าย (การจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดไม่เป็นขั้นตอน) มีความคิดสับสนไม่เป็นขั้นตอนและยังทำงานสับสนไม่เป็นขั้นตอน

4. การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning Design)

การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ใช้สื่อในการเรียนรู้โดยการออกแบบมาเพื่อให้มีความสุขสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ โดยสอดแทรกเนื้อหาเอาไว้ในเกม และให้ผู้เรียนลงมือเล่น โดยที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ต่าง ๆ ของเนื้อหานั้นผ่านการเล่นเกมไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทั้งในระดับความจำและความเข้าใจ สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ได้ สร้างความรู้สึกสนุกสนานให้แก่ผู้เรียน และชักจูงให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ในการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานนั้นจะต้องคำนึงองค์ประกอบของเกมเป็นฐาน และประเภทของเกมเป็นฐานช่วยในการออกแบบ

องค์ประกอบของเกมเป็นฐาน

การออกแบบเกม จะใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ของเกมที่มีในการกำหนดแนวทางการพัฒนาเกมที่สมบูรณ์ ดังนี้ (Alessi, 2001 ; Prensky, 2001)

1. เป้าหมาย (Goals) จะต้องมีที่ตั้งเป้าหมายให้ผู้เรียนไปให้ถึง เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจของผู้เรียน โดยเป้าหมายนี้จะต้องเป็นเป้าหมายที่ไม่ยากจนเกินไป โดยผู้เรียนจะได้เสริมสร้างความรู้และความชำนาญระหว่างที่ผู้เรียนเดินทางไปสู่เป้าหมาย
2. กฎกติกา (Rules) กฎกติกาเป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับหรือข้อจำกัดต่าง ๆ ของสิ่งที่ผู้เรียนสามารถกระทำได้ในบทเรียน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น
3. การแข่งขัน (Competition) เป็นการแข่งขันท้าทายกับฝ่ายตรงข้ามหรือแข่งขันท้าทายกับตนเอง หรือแข่งกับเวลาหรือการแข่งขันกับปัจจัยหลาย ๆ ด้าน
4. ด้านความท้าทาย (Challenge) เป็นลักษณะการท้าทายผู้เรียน ได้แก่ ความพยายามที่จะไปสู่เป้าหมาย ความท้าทายในบางประเภทเกมควรมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียน
5. จินตนาการ (Fantasy) เป็นการใช้จินตนาการในการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เรียน ระดับของการใช้จินตนาการในเกมแตกต่างกันไปตั้งแต่ระดับที่ใกล้เคียงกับความจริงไปจนถึงระดับที่เต็มไปด้วยความเพ้อฝัน
6. ความปลอดภัย (Safety) หลักความปลอดภัยของผู้เรียน กล่าวคือจะต้องจำลองสถานการณ์เพื่อความปลอดภัย ซึ่งในความเป็นจริงสถานการณ์นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้เรียน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้ ตัวอย่างเช่น สถานการณ์ในการรบ เป็นต้น

7. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Entertainment) คือการให้ความรู้และทักษะแก่ผู้เรียน แต่ความสนุกสนานเพลิดเพลินถือว่าเป็นลักษณะสำคัญซึ่งสำคัญที่สุดประการหนึ่ง เพราะความสนุกสนานเพลิดเพลินเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดแรงจูงใจซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ในที่สุด

ประเภทของเกมเป็นฐาน

เป็นการกำหนดประเภทของเกมเพื่อใช้ในการออกแบบ โดยทำให้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแอลดีสูงขึ้น ดังนี้ (Prensky, 2001)

1. เกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) เป็นเกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง ใช้เวลาและคะแนนเป็นตัวเร้าและเสริมแรงอยู่ตลอดเวลา มีการแข่งขันกับเวลาและคำตอบทางคณิตศาสตร์ของแต่ละคน

2. ผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา (Logic Game) เป็นเกมที่ต้องการให้ผู้เล่นใช้ตรรกะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor Game) เป็นเกมที่รวมการฝึกทักษะกับความสามารถทางความคิดเข้าด้วยกันโดยไม่มีคำแนะนำ ผู้เรียนเป็นผู้คิดค้นวิธีการที่ต้องการเอาชนะฝ่ายตรงข้ามเอง

4. แก้วสถานการณ์ (Role-Playing Game) เป็นเกมที่ผู้เรียนจะต้องเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนและจะต้องแก้สถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ให้ได้

5. การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model

คือการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อความเข้าใจที่เป็นการให้นักเรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเองหรือสร้างความเชื่อมโยงใหม่กับแนวคิดหรือความรู้ที่พวกเขามีอยู่แล้ว เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการรู้คณิตศาสตร์จะมี 4 องค์ประกอบออกเป็น ส่วน ๆ ละเท่า ๆ กัน ดังนี้ (Anderson, Dockendorf, Jackson, & et. al, 2004)

1. การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้
 - 1.1 การนำเสนอโมโนทัศน์ใหม่ด้วยการนำเสนอปัญหาให้นักเรียนแก้
 - 1.2 ทำกิจกรรมแก้ปัญหาโดยการรวมกลุ่ม จับคู่หรือแก้ปัญหารายบุคคล
2. การเข้าใจโมโนทัศน์ (Understanding Concepts) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้
 - 2.1 ใช้กิจกรรมที่หลากหลายที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำประสบการณ์ของตนเองมาใช้ในการเรียนรู้โมโนทัศน์ใหม่
 - 2.2 ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนในการเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่
 - 2.3 สรุปโมโนทัศน์หลักที่เรียนก่อนให้นักเรียนทำงานอย่างอิสระ
3. การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้

3.1 จัดให้มีการปฏิบัติที่มีความหมายสำหรับนักเรียนในการนำไปใช้ มีความชัดเจนและขยายการเรียนรู้

3.2 จัดหาประสบการณ์ที่ต้องทำเป็นประจำในการใช้เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ หรือการเสนอยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาใหม่

4. การสื่อสาร (Communication) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้

4.1 ชี้แนะนักเรียนให้มีการตอบสนองที่ใช้ความคิดของตนเองที่แสดงออกมาในรูปแบบของภาพ จำนวน หรือคำพูด

4.2 จัดเตรียมโอกาสในการสื่อสารให้มีความสมดุลระหว่างการพูดและการเขียน นอกจากนี้ วิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Modelse ยังมียุทธศาสตร์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) สร้างตาราง
- 2) ใช้รูปแบบ/ของจำลอง
- 3) วาดภาพ
- 4) แก้ปัญหาที่ง่าย
- 5) ทำงานย้อนกลับ
- 6) เดา/ตรวจสอบ
- 7) ทำรายการต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ
- 8) ใช้รูปแบบ

6. การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding)

การช่วยเสริมศักยภาพ คือ กลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ การเสริมต่อการเรียนรู้ หรือระบบเสริมศักยภาพ เป็นวิธีการช่วยเหลือเด็กที่ไม่สามารถประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย จึงต้องค่อย ๆ ให้การช่วยเหลือแก่เขาสามารถไปได้ทีละขั้น ๆ จนกระทั่งถึงเป้าหมายที่ต้องการ เป็นการแนะนำแนวทางในการหาคำตอบ ทำให้สามารถคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

รูปแบบการช่วยเสริมศักยภาพโดยการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) เป็นสิ่งที่ช่วยทำให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน แยกแยะความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอดที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สร้างโครงสร้างที่จะทำโดยแยกไปสู่หมวดหมู่ของความคิดรวบยอด เป็นการจัดการแนะนำเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนควรพิจารณา หรือการสะท้อนเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ (Hannafin, 1999 ; Sherman, 2005) ออกแบบโดย

1. กลไกการจัดลำดับความสัมพันธ์โดยใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer)
2. การแสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครง ของลักษณะที่เป็นส่วนย่อย
3. การนำเสนอสารสนเทศ หรือการบอกใบ้ (Hint) โดยผู้เชี่ยวชาญแก่ผู้เรียน

7. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept)

Cooney, Davis and Henderson (1975) ; Eggen and Kauchak (1989) ; Toumasis (1995) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ หรือความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กันได้ และสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาเป็นบทนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้นได้

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน หมายถึง แบบแผนการออกแบบสื่อดิจิทัลที่มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) คน 2) ความบกพร่องทางการเรียนรู้ 3) การออกแบบเกม และ 4) เทคโนโลยี และขั้นตอนของรูปแบบ 7 ขั้นตอน คือ 1) ประเมินความเป็นไปได้ 2) วิเคราะห์ 3) ระบุวัตถุประสงค์ 4) ออกแบบ 5) พัฒนา 6) ดำเนินงาน และ 7) ประเมินผล

2. เลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน หมายถึง สื่อดิจิทัลที่มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองในรูปแบบแอปพลิเคชัน นำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมลักษณะเกมแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีทั้งภาพ อักษร เสียง ตลอดจนภาพเคลื่อนไหว โดยทำงานบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตแบบพกพาที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สามารถใช้ในขณะเคลื่อนที่ได้ และใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงานเป็นอันดับแรก

3. การช่วยเสริมศักยภาพ หมายถึง กระบวนการช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการช่วยเสริมศักยภาพการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) ของผู้เรียนอย่างเหมาะสมที่บรรจุไว้ในเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับเลขจำนวนจากการเล่นเกมที่ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้สำเร็จได้ โดยเป็นการออกแบบวิธีการและกิจกรรมการเล่นในเกมในเลิร์นนิ่งออบเจกต์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมการเล่นในเกมในแต่ละขั้นตอนได้ด้วยตนเอง

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้เรียนมีความคิดสำคัญและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับเลขจำนวน อันเนื่องมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้โดยเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพ ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดออกมาเป็นคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่มีความยากลำบากและประสบความล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ เป็นความบกพร่องของกระบวนการเรียนรู้ที่แสดงออกทางด้านปัญหาการคำนวณและเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กวัยเดียวกัน ได้รับการคัดกรองและคัดแยกแล้วพบว่าได้คะแนนต่ำกว่าเด็กปกติ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประโยชน์สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ มีรูปแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้พัฒนานโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง

2. ประโยชน์สำหรับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องรับผิดชอบดูแลเด็กนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ มีแนวทางในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้สามารถออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนทางคอมพิวเตอร์ได้ตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพ

3. ประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนทางด้านการศึกษาพิเศษ คือ เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนด้านอื่น ๆ เช่น ความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางภาษา ตลอดจนนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษด้านอื่น ๆ ได้แก่ เด็กที่มีความบกพร่อง (Impairment) เด็กที่ไร้สมรรถภาพ (Disability) และเด็กออทิสติก (Autistic) เป็นต้น

บทที่ 2

รายงานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนรู้บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design Model)
2. แนวคิดเกี่ยวกับเรียนรู้บนแท็บเล็ต (Learning Object for Tablet)
3. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต (Tablet-based Learning)
4. แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning)
5. แนวคิดเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding)
6. แนวคิดเกี่ยวกับโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Concept)
7. แนวคิดเกี่ยวกับความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Mathematic Learning Disability)

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design Model)

รูปแบบในการออกแบบเรียนรู้บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานอาศัยหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน
2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
3. ประโยชน์ของการออกแบบการเรียนการสอน
4. ข้อควรปฏิบัติในการออกแบบการเรียนการสอน
5. ประเภทของการออกแบบการเรียนการสอน
6. การพัฒนารูปแบบรูปแบบการเรียนการสอน
 - 6.1 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
 - 6.2 รูปแบบการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย

7. การนำเสนอและการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน
 - 7.1 ความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน
 - 7.2 การประเมินรูปแบบการเรียนการสอน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ

1. ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model)

รูปแบบการเรียนการสอนเป็นกลวิธีการสอนที่นักการศึกษาคิดรูปแบบในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2550: 221) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนว่าเป็นสภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ ประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ทดสอบหรือยอมรับว่า มีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ และได้อธิบายถึงคำว่า รูปแบบการเรียนการสอน กับคำว่าระบบการจัดการเรียนการสอนไว้ว่า มีความหมายเหมือนกัน แต่นิยมใช้ต่างกัน คือ ระบบการเรียนการสอนนิยมใช้กับระบบใหญ่ ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอนในภาพรวม ส่วนรูปแบบการเรียนการสอนนิยมใช้กับระบบที่ย่อยกว่า

Joyce, Weil and Calhoun (2009) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการสอนไว้ว่าเป็นแบบแผนซึ่งสามารถใช้เพื่อการสอนในห้องเรียนตรง หรือการสอนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อจัดสื่อการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งรวมทั้งหนังสือ ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และหลักสูตรรายวิชาแต่ละรูปแบบ จะให้แนวทางในการออกแบบที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ต่างกัน โดยอธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการสอนว่า เป็นการบรรยายเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ รวมถึงพฤติกรรมของผู้สอนขณะที่ใช้รูปแบบการสอนนั้น ๆ โดยรูปแบบการสอนจะมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบการสอนก็จะมีเป้าหมายต่าง ๆ กันไป อาทิ เป้าหมายเกี่ยวกับการวางหลักสูตร การวางแผนหน่วยการเรียนรู้ บทเรียน การออกแบบสื่อการสอนต่าง ๆ รวมถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Joyce and Showers (1992: 4) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนว่าเป็นแผนการสอนหรือรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนหรือใช้สอนเสริมและเพื่อปรับสื่อการสอน

เช่น หนังสือพิมพ์ ฟิล์ม เทป โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และหลักสูตรของรายวิชาที่สอน แต่ละรูปแบบ จะให้แนวทางว่าครูจะต้องเตรียมการสอนอย่างไร ดำเนินการและประเมินผลอย่างไร จึงจะช่วยให้ นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

จากความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนข้างต้น จึงสรุปได้ว่า เป็นการเรียนการสอน ที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ทฤษฎี หลักการ แนวคิด ฯลฯ ที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อแสดงแนวทางในการดำเนินการตาม ที่กำหนดไว้ด้วยขั้นตอนต่าง ๆ อย่างเป็นระบบโดยมีเป้าหมายการใช้แตกต่างกันออกไป

2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

ทิสนา เขมมณี (2550: 222) ได้เสนอว่า รูปแบบการสอนจำเป็นต้องมีองค์ประกอบ สำคัญดังนี้

1. ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือหลักของรูปแบบ การสอนนั้น ๆ
2. การบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้อง กับหลักการที่ยึดถือ
3. การจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบ ให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ
4. การอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอน และเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้ กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

Joyce, Weil and Calhoun (2009) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยเริ่มจากการนำเสนอภาพเหตุการณ์ในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนการสอนแต่ละแบบที่มีความหลากหลายกันออกไป ซึ่งแต่ละแบบนั้นก็มียุทธศาสตร์ประกอบร่วมกัน ดังนี้

ส่วนที่ 1 จะกล่าวถึงที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (Orientation to the Model) ซึ่งประกอบไปด้วย เป้าหมาย ข้อตกลงเบื้องต้น หลักการ มโนทัศน์ที่สำคัญที่เป็นพื้นฐานของ รูปแบบการเรียนการสอน

ส่วนที่ 2 กล่าวว่ารูปแบบของการจัดการเรียนการสอนนั้น (The Model of Teaching) แยกย่อยออกเป็น 4 ตอน ประกอบด้วย

1. ขั้นตอนของรูปแบบ (Syntax หรือ Phases) เป็นการจัดเรียงตามลำดับกิจกรรมที่จะสอนเป็นขั้น ๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีจำนวนขั้นตอนการสอนแตกต่างกัน

2. ระบบสังคม (Social System) คือการอธิบายถึงบทบาทของผู้สอนผู้เรียน และความสัมพันธ์ซึ่งกันและการมีปฏิสัมพันธ์กันในแต่ละรูปแบบ บทบาท ของผู้สอนจะแตกต่างกันไปในแต่ละรูปแบบการสอน

3. หลักการแสดงการโต้ตอบ (Principle of Reaction) เป็นการบอกวิธีการที่ผู้สอนจะตอบสนองต่อสิ่งที่ผู้เรียนกระทำ อาจเป็นการให้รางวัล พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การสร้างบรรยากาศอิสระและไม่มีการประเมินว่าถูกหรือผิด

4. ระบบการสนับสนุน (Support System) เป็นการบอกเงื่อนไขหรือสิ่งจำเป็นในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เกิดผล เช่นการสอนฝึกทักษะ ผู้เรียนจะต้องได้ฝึกการทำงานในสถานที่ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ฝึกต้องใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริง ๆ

ส่วนที่ 3 การนำไปใช้ (Application) เป็นการแนะนำและให้ข้อสังเกตการใช้รูปแบบการเรียนการสอนนั้น เช่น จะใช้กับเนื้อหาประเภทใด ผู้เรียนระดับใดจึงจะมีความเหมาะสมมากที่สุด

ส่วนที่ 4 ผลที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม (Instructional and Nurture Effects) เป็นแนวทางที่จะบอกว่ารูปแบบการเรียนการสอนแต่ละรูปแบบที่นำมาใช้นั้นจะเกิดผลอย่างไรบ้างกับผู้เรียน โดยอาจคำนึงถึงผลทางตรงได้แก่ แนวทางการจัดการเรียนการสอนส่วนทางอ้อม คือ สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

3. ประโยชน์ของการออกแบบการเรียนการสอน

Seels and Glasgow (1998) ได้กล่าวถึงในด้านของประโยชน์ที่จะได้รับจากการออกแบบการสอนนั้นผลดีที่เกิดขึ้นจากการออกแบบการสอนไว้ 3 ด้าน ได้แก่

3.1 กระบวนการในการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ ประโยชน์หลักของการออกแบบระบบการเรียนการสอน คือ ได้กระบวนการที่จะช่วยให้เห็นออกแบบการศึกษาตัดสินใจว่าจะจัดการเรียนการสอนอย่างไรให้ดำเนินไปอย่างเป็นธรรมชาติและขอบเขตของการสอนควรเป็นอย่างไร การออกแบบระบบการเรียนการสอนจะช่วยให้มองเห็นวัตถุประสงค์ได้อย่างชัดเจน และช่วยให้ดำเนินไปอย่างเป็นขั้นตอน สามารถรับรองได้ว่าจะทำให้เกิดการสอนที่มีประสิทธิภาพ การออกแบบระบบการเรียนการสอนเป็นการนำระบบการแก้ปัญหามาใช้ ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผล นำไปสู่การศึกษาเพื่อหาหนทางแก้ปัญหาต่อไป หากผู้สอนให้ความสำคัญของการตัดสินใจเลือกชนิดของการสอน และต้องการการสนับสนุนทางเอกสารประกอบการตัดสินใจเลือก ผู้สอนควรจัดให้มีระบบการวัดผลประเมินผลที่เชื่อถือได้ โดยรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนของการวิเคราะห์ เพื่อเป็นเอกสารที่จะสนับสนุนให้เห็นปัญหาชัดเจนขึ้น รวมถึงพฤติกรรมที่ต้องการ คุณลักษณะของผู้เรียน และชนิดของการเรียนรู้การที่การออกแบบระบบการเรียนการสอนเน้นไปที่ผลที่เกิดจากการเรียนรู้ ดังนั้นวัตถุประสงค์จึงสามารถบอกให้ทราบถึงจุดหมายในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี การดำเนินการเรียนการสอนอย่างมีระบบระเบียบจะช่วยให้ทราบว่าสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้หรือไม่

นอกจากนี้ผู้ออกแบบจะเกิดความมั่นใจในประสิทธิผลของการสอนด้วยเพราะว่าระบบการสอนได้ถูกปรับปรุงและทดสอบมาแล้วเป็นอย่างดี

3.2 การสอนที่มีมาตรฐาน ในห้องเรียนทั่วไปมีปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อคุณภาพของการจัดการเรียนการสอน เช่น ความสามารถของครู อากาศภายในห้องเรียน อัตราส่วนระหว่างครูต่อนักเรียน จำนวนที่เพียงพอของสื่อการเรียนการสอน และความเป็นเอกัตบุคคลของนักเรียนแต่ละคน ในทางกลับกันการออกแบบระบบการเรียนการสอนนั้น สื่อการเรียนการสอนและกระบวนการต่าง ๆ ถูกจัดขึ้นเพื่อให้การสนับสนุน ดังนั้นการออกแบบระบบการเรียนการสอนจึงควรลดหรือขจัดตัวแปรที่ส่งผลถึงการเรียนรู้ และรองรับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน โดยจัดเตรียมการสอนสำรองไว้สำหรับนักเรียนที่ต้องการการสอนเป็นพิเศษ

3.3 การนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และความคุ้มค่า การสอนที่ผ่านมาผู้สอนจะต้องอยู่หน้าชั้นเรียน สอนเนื้อหาและใช้สื่อเดิม ๆ ในทุก ๆ ครั้งที่สอนวิชานั้น ๆ โดยละทิ้งโอกาสที่จะนำเสนอสิ่งใหม่ที่จะช่วยสนับสนุนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น การออกแบบระบบการเรียนการสอนที่ดีจะช่วยลดค่าใช้จ่ายต่อหัวของนักเรียน เช่น หากอัตราส่วนของครูต่อนักเรียนเป็น 1 ต่อ 20 แล้วต้องใช้ครูถึงคนในการสอนนักเรียน 100 คน แต่หากมีการวางแผนการสอนโดยใช้สื่อการสอนประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องคำนึงถึงอัตราส่วนระหว่างครูต่อนักเรียนอีกต่อไป และยังสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

4. ข้อควรปฏิบัติในการออกแบบการเรียนการสอน

Madhumita and Kumar (อ้างถึงใน วารินทร์ รัชมีพรหม, 2531) อธิบายถึงข้อควรปฏิบัติในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

4.1 การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนต้องเริ่มจากวัตถุประสงค์และเน้นวัตถุประสงค์อยู่ตลอดตั้งแต่การวางแผนไปจนถึงการประเมินผล การสื่อสารเรื่องวัตถุประสงค์กับผู้เรียนทั้งตรงและทางอ้อมจะทำให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวเพื่อกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนการประเมินผล

4.2 สร้างขอบข่ายหรือคุณลักษณะเกี่ยวกับผู้เรียนและความคาดหวังของผู้เรียนก่อนการสอนในเหตุการณ์ทั้งหลายของการเรียนรู้ ควรออกแบบให้สอดคล้องกับความสามารถโครงสร้างการเรียนรู้และความคาดหวังของผู้เรียนด้วย

4.3 จัดระดับการสอนให้สอดคล้องกับการรับรู้ของผู้เรียน เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องจัดระบบของเนื้อหาความรู้ทั้งทางด้านมโนทัศน์ หลักการและอื่น ๆ ให้เป็นไปตามลำดับที่สอดคล้องกับระดับ

กระบวนการทางสมองของผู้เรียนและให้เอื้อต่อกระบวนการสมมูลของปัญญาทั้งทางด้านการซึมซับ การปรับโครงสร้างและการปรับตัว

4.4 ให้แรงจูงใจผู้เรียนโดยการแนะนำเนื้อหาความรู้ที่สอดคล้องกับความสำคัญและประโยชน์ในอนาคต ความต้องการของผู้เรียนทั้งความต้องการในปัจจุบันและความต้องการสำหรับอนาคต

4.5 ให้ความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ก่อนการเรียนรู้เพื่อเป็นการอธิบายเชื่อมโยงที่เรียนมาแล้วในอดีตและในการกระตุ้นการใช้กลยุทธ์ด้านการเข้ารหัสของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

4.6 แยกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ซับซ้อนออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ ให้การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยย่อยนั้นประสบความสำเร็จเป็นลำดับขั้นไป ควรจัดกิจกรรมจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก หรือจากเรื่องที่เป็นรูปธรรมสู่นามธรรม

4.7 ใช้วิธีการต่าง ๆ ของการจัดรูปแบบความคิดเพื่อส่งเสริมระบบการรับรู้ให้แก่ผู้เรียน

4.8 จัดสารสนเทศที่สลับซับซ้อนให้อยู่ในโครงสร้างที่ง่ายต่อการจำ จัดเนื้อหาข้อมูลความรู้ในลักษณะของตัวชี้นำ รูปแบบความคิด การอธิบายด้วยภาพ การกำหนดสัญลักษณ์เพื่อช่วยจำ และอื่น ๆ ให้เชื่อมโยงกับการเรียนรู้เดิมจะช่วยให้การขยายการเรียนรู้การระลึกและการจำ

4.9 เชื่อมโยงกับสิ่งเร้าใหม่ เหตุการณ์ที่เป็นไปในทางบวกกับกิจกรรมการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้ได้อีกด้วยตนเอง

4.10 การสอนที่มีกิจกรรมที่หลากหลายจะทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจอยู่เสมอ

4.11 ควรมีการประเมินความเข้าใจผู้เรียนและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนโดยการถามตอบ ระหว่างการสอน

4.12 ใช้เวลาผู้เรียนอย่างเพียงพอสำหรับกระบวนการทางปัญญา

4.13 สร้างบรรยากาศให้ส่งเสริมการเรียนรู้

4.14 ใช้การเรียนรู้แบบรู้แจ้งกับกิจกรรมการเรียนที่ค่อนข้างยาก

4.15 พัฒนาความสามารถทางสมองในระดับสูงโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมีการโต้ตอบ สนทนาปัญหาในการเรียน

4.16 พัฒนาทักษะด้านการรู้คิดของผู้เรียน

4.17 ใช้วิธีการเสริมแรงตามอัตราส่วนที่ไม่แน่นอนเพื่อเพิ่มความสนใจของผู้เรียนให้มีอยู่เป็นเวลานาน

4.18 ให้ผู้เรียนมีการวางแผนและฝึกปฏิบัติ การฝึกปฏิบัติของผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนผ่านการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ และผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีความหมายซึ่งจะเป็นการเพิ่มพูน และถ่ายโยงการเรียนรู้

4.19 ควรมีการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างทันท่วงทีต่อการตอบสนองของผู้เรียน

4.20 มีการเตรียมแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

4.21 ควรมีการสรุปจุดเด่นที่สำคัญเชื่อมโยงไปยังการเรียนในปัจจุบันสู่การเรียนในอนาคตอาจทำได้โดยการให้มนต์ค้นไว้ล่วงหน้า และมีการคาดหวังสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนไว้

5. ประเภทของการออกแบบการเรียนการสอน

Joyce and Weil (2009: 25-34) ได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมรูปแบบการเรียนการสอนที่ครูใช้สอนในโรงเรียนทั่วโลก เป็นเวลาประมาณ 40 ปี และได้แบ่งประเภทรูปแบบการเรียนการสอนที่พบออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

5.1 กลุ่มที่เน้นการประมวลข้อมูลความรู้ ข่าวสาร (The Information-Processing Family) กลุ่มนี้เน้นกระบวนการที่บุคคลจะจัดการความรู้ ข้อมูล การตระหนักถึงปัญหาและการแก้ปัญหา เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนใช้ความต้องการของตนเองทำความเข้าใจโลก โดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทราบปัญหาและหาวิธีแก้ไข ด้วยการพัฒนามโนทัศน์และภาษา เน้นทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ได้แก่

5.1.1 รูปแบบการคิดเชิงอุปมาน (Inductive Thinking) ผู้ค้นคิดพัฒนาได้แก่ Hilda Taba, 1966 (อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าและจัดหมวดหมู่ข้อมูล แล้วสร้างและทดสอบสมมุติฐานโดยอธิบายถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มต่าง ๆ

5.1.2 รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ (Concept Attainment) เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากแนวคิดของ Bruner et. al (อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) มีลักษณะคล้ายรูปแบบการคิดเชิงอุปมาน ออกแบบมาเพื่อสอนแนวคิดและช่วยให้ผู้เรียนรู้แนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเสนอข้อมูลที่ได้มีการคิดวิเคราะห์และจัดเป็นหมวดหมู่แล้วให้แก่ผู้เรียน

5.1.3 รูปแบบการสอนโดยใช้รูปภาพและคำเพื่อการขยายฐานความรู้ (The Picture-Word Inductive Model) หรือ PWI นั้น เป็นรูปแบบที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะทางด้านการคิดและการอ่าน โดยมีรูปภาพเป็นสื่อในการขยายฐานความรู้ ซึ่งผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดที่มีอยู่เดิม ประกอบกับการคิดค้นหาคำศัพท์ต่าง ๆ ที่รู้จักหรือคุ้นเคยมาใช้เป็นตัวเพิ่มและขยายฐานความคิดออกไป โดยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนได้รู้จักและคุ้นเคยกับคำศัพท์ใหม่ ๆ ได้ฝึกการเขียนและการอ่านออกเสียงไปในตัว รวมทั้ง จะได้ทราบถึงโครงสร้างของรูปประโยค ดังนั้น รูปแบบการสอนโดยใช้ภาพและคำเพื่อการขยายฐานความรู้นี้ จึงเหมาะสมกับวิชาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของภาษา ทั้งนี้ จากการทดสอบก็ยังพบว่า วิธีการสอนประเภทนี้ มีความเหมาะสมเป็นอย่างมากกับผู้เริ่มต้นที่จะเรียนรู้เรื่องเกี่ยวกับภาษาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

5.1.4 รูปแบบการสืบสวนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) นิยมกันมาก เป็นรูปแบบของกรรมการศึกษาชีววิทยา Joseph Schwab, 1965 (อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) เป็นผู้นำ มุ่งให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เก็บข้อมูล วิเคราะห์ ทดสอบสมมุติฐาน และทฤษฎี แล้วสร้างความรู้ขึ้นตามธรรมชาติ

5.1.5 รูปแบบช่วยความจำ (Memonics /Memory Assists) มีผู้คิดค้นพัฒนาหลายคนที่สำคัญได้แก่ เลวิน และเลวิน (Levin and Levin, อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) เป็นยุทธวิธีในการจำและซึมซับ (Assimilation) ข้อมูล ครูอาจใช้รูปแบบนี้นำเสนอเนื้อหา และสอนวิธีการ หรือเทคนิคช่วยจำ ให้นักเรียนสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

5.1.6 รูปแบบพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Synetics) เดิมพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้กับ “กลุ่มผู้มีความคิดสร้างสรรค์” ในวงการอุตสาหกรรม ต่อมา วิลเลียม กอร์ดอน (William Gordon, 1961 อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) ได้นำไปปรับปรุงเพื่อใช้ในโรงเรียนประถมและมัธยม มุ่งให้ผู้เรียนรู้จักแยกย่อยปัญหา ซึ่งจะช่วยให้เด็กนักเรียนมองเห็นแนวทางใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา ในแง่มุมที่หลากหลาย เป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแยกย่อยปัญหาได้ ทั้งในการปฏิบัติงานเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม

5.1.7 รูปแบบเสนอกรอบแนวคิดล่วงหน้า (Advance Organizer) คิดค้นโดย Ausubel, 1963 (อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) เป็นรูปแบบที่ได้รับการศึกษาและความสนใจมากที่สุดในกลุ่มนี้ ออกแบบมาเพื่อให้โครงสร้างความรู้ก่อนเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่นำเสนอด้วยการบรรยาย การอ่าน การชมภาพยนตร์และอื่น ๆ ได้ง่ายขึ้น และยังสามารถนำไปใช้ร่วมกับรูปแบบอื่น ๆ ได้ด้วย

5.2 กลุ่มที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction Models) กลุ่มนี้จะเน้นสัมพันธ์ภาพระหว่างบุคคลกับสังคมและผู้อื่น รูปแบบการสอนกลุ่มนี้จะกล่าวถึงความสามารถของบุคคลในการสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่น การทำงานแบบประชาธิปไตย และการทำงานสร้างสรรค์เพื่อสังคม นักวิชาการกลุ่มนี้ได้แก่ Herbert Thelen ที่คิดวิธีการสืบสวนสอบสวนแบบกลุ่ม (Group Investigation) และ Fannie & Shaftel เป็นผู้ต้นคิดบทบาทสมมติ (Role Playing) เป็นต้น

5.2.1 รูปแบบจับคู่การเรียนรู้ (Partners in Learning)

5.2.2 รูปแบบการสอบสวนเป็นกลุ่ม (Group Investigation) พัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ โดย Herbert Thelen, 1960 (อ้างอิงใน Joyce and Weil, 1996) ใช้ในการศึกษาปัญหาสำคัญ และต้องมีการจัดกลุ่มร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่เหมาะสม เป็นรูปแบบที่เริ่มด้วยการให้ผู้เรียนระบุปัญหา ศึกษาสอบสวนปัญหาทุกด้านแล้วร่วมกันศึกษาหาข้อมูล แนวคิด และทักษะที่จำเป็น เพื่อแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้

5.2.3 รูปแบบบทบาทสมมติ (Role Playing) ผู้คิดค้นคือ แพฟนีและจอร์จ แชฟเทิล (Shaftel and Shaftel, 1982 อ้างอิงใน Joyce and Weil, 1996) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจพฤติกรรมสังคม บทบาทในการเข้าสังคม และวิธีแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค่านิยมทางสังคม สามารถเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาสังคม และแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างออกมาได้ด้วย

5.2.4 รูปแบบการสอนแบบซักค้ำนของจอยส์และเวลล์ (Jurisprudential Inquiry)

5.3 กลุ่มที่เน้นตัวบุคคล (The Personal Family) รูปแบบการสอนในกลุ่มนี้มุ่งพัฒนาตัวบุคคล พัฒนาทัศนคติและค่านิยมอันดีงาม เพื่อให้บุคคลมีความเข้าใจในตัวเองดีขึ้น มีความรับผิดชอบต่อการกระทำตนเอง มีความสามารถในการสร้างสรรค์ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตให้สูงขึ้น ตัวอย่างของรูปแบบการสอนในกลุ่มนี้ เช่น

5.3.1 รูปแบบการสอนที่ไม่ชี้นำ (Non-directive Teaching) ผู้คิดพัฒนา คือ คาร์ล โรเจอร์ (Carl Rogers, 1982 อ้างอิงใน Joyce and Weil, 1996) นักจิตวิทยาและนักแนะแนว เป็นรูปแบบที่มีหลักการให้ครูสอนแบบให้คำปรึกษา เน้นการเป็นหุ้นส่วนในการเรียนระหว่างครูกับผู้เรียน โดยครูทำหน้าที่ช่วยให้แก่นักเรียนเข้าใจวิธีการเป็นผู้นำการเรียนของตนเอง เช่น ช่วยสร้างความชัดเจนของเป้าหมายการเรียน และให้คำแนะนำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนหาทางบรรลุเป้าหมาย ทั้งนี้ครูจะเป็นผู้คอยแจ้งความก้าวหน้าในการเรียนให้นักเรียนทราบเป็นระยะ ๆ รวมทั้งคอยช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.3.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความภาคภูมิใจในตนเอง (Enhancing Self - Esteem) มีพื้นฐานแนวคิดมาจากอับราฮัม มาสโล (Abraham Maslow) เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งสร้างความภาคภูมิใจในตนเอง และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน โดยใช้หลักการและแนวคิดต่าง ๆ ที่สามารถแนะแนวครูให้ช่วยผู้เรียนสร้างภาพพจน์ของตนเองให้ดูดีที่สุดในขณะที่ทำได้ในขณะร่วมกันทำงาน

5.4 กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behavioral System Family) เป็นรูปแบบที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคม ที่เชื่อว่ามนุษย์มีระบบการสื่อสารสำหรับคอยแก้ไขปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเอง ถ้าได้ทราบข้อมูลย้อนกลับของงานที่ทำ นักจิตวิทยา เช่น สกินเนอร์ (Skinner, 1953 อ้างอิงใน Joyce and Weil, 1996) ได้พัฒนารูปแบบการทำงานและการป้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อช่วยให้คนแก้ไขพฤติกรรมตนเองได้ง่ายขึ้น ภายหลังจึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมผ่อนคลายความกลัวและวิตกกังวลของนักบิน และนักอวกาศ ในด้านการเรียนอ่าน คณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะทางสังคม และกีฬา ด้วยการเรียนรู้ปัญหาทักษะทางปัญญา สังคมและร่างกาย รูปแบบการสอนที่สำคัญของกลุ่มนี้ ได้แก่

5.4.1 รูปแบบการเรียนรู้เพื่อความเชี่ยวชาญ (Mastery Learning) คิดพัฒนาโดยบลูม (Bloom, 1971 อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) เพื่อใช้ในเป้าหมายการศึกษา โดยแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนเป็นหน่วยจากง่ายไปหายาก ใช้สำหรับการเรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้สื่อ เช่น หนังสือ เทป กิจกรรม ให้เรียนไปที่ละหน่วยจนครบ แล้วให้ทำแบบทดสอบ ถ้ายังไม่เกิดความเชี่ยวชาญ ผู้เรียนก็สามารถกลับไปเรียนซ้ำ หรือเรียนบทเรียนอื่น ๆ ที่มีความยากง่ายในระดับเดียวกัน จนกว่าจะเกิดความเชี่ยวชาญ

5.4.2 รูปแบบการสอนตรง (Direct Instruction) ผู้พัฒนาที่สำคัญได้แก่ ทอม กูด (Tom Good อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) เป็นรูปแบบการสอนที่แจ้งผู้เรียนให้ทราบวัตถุประสงค์ในการเรียนรวมทั้งแจ้งผลสัมฤทธิ์และเทคนิคในการสร้างผลสัมฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งแนวทางที่ช่วยในการเรียน

5.4.3 รูปแบบจำลอง (Learning from Simulation : Training and Self-Training) ผู้ค้นคิด ได้แก่ คาร์ล สมิธ (Carl Smit อ้างอิงใน Joyce and Weil, 1996) เป็นรูปแบบที่เลียนแบบมาจากสถานการณ์จริง นำมาใช้ในการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมจากสถานการณ์จำลอง เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ รูปแบบการสอนทั้ง 4 กลุ่มนี้อาจใช้ในลักษณะรูปแบบเดียวกันได้ แต่มีงานวิจัยที่แสดงว่าเมื่อมีการใช้รูปแบบการสอนหลาย ๆ รูปแบบผสมผสานกันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และสามารถแก้ปัญหาได้ เช่น โรเบิร์ต สปอลดิง (Robert Spaulding, 1978 อ้างอิงใน Joyce and Weil, 2009) ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับเด็กยากจนที่เรียนอ่อน มีนิสัยก้าวร้าวก่อกวนชั้น โดยใช้เทคนิคจากทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคม ความรู้จากจิตวิทยาพัฒนาการเพื่อเสริมสร้างความภาคภูมิใจในตนเอง และรูปแบบการสอนแบบอุปมาน เมื่อนำไปใช้สอน ได้ผลลัพธ์ คือ สามารถเพิ่มทักษะทางสังคม พฤติกรรมการเรียนรู้แบบให้ความร่วมมือ ความรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง ความรู้และทักษะการเรียนรู้พื้นฐานให้เด็กเหล่านี้ได้เห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาผลการทดสอบด้านสติปัญญาของเด็กเหล่านี้ได้อีกด้วย

6. การพัฒนารูปแบบรูปแบบการเรียนการสอน

6.1 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2537) กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการสอนมี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนารูปแบบความคิด ขั้นที่สอง เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบความคิด

ขั้นตอนแรก จะต้องสร้างรูปแบบการสอนขึ้นมาโดยศึกษาค้นคว้าทฤษฎีแนวความคิด หลักการ รูปแบบการสอนที่มีผู้คิดค้นไว้แล้ว พิจารณาว่า การที่จะสามารถจัดการสอนให้บรรลุผลอย่างดีมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ จะต้องดำเนินการเช่นไรบ้าง มีขั้นตอนอย่างไร มีองค์ประกอบหรือกิจกรรมใด เขียนรูปแบบออกมา องค์ประกอบหรือกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้จะต้อง

ผ่านการพิจารณากลับกรอง เลือกเฟ้นด้วยความมั่นใจว่ามีความจำเป็นต่อการบรรลุผลอย่างมาก ควร มีทฤษฎีแนวความคิดและ/หรือผลการวิจัยยืนยันในผลขององค์ประกอบหรือกิจกรรมดังกล่าว

ขั้นที่สอง หลังจากที่เขียนรูปแบบการสอนออกมาแล้ว เพื่อตรวจสอบว่ารูปแบบ ดังกล่าวให้ผลอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ควรนำไปทดลองใช้สอน ตรวจสอบดูผลที่เกิดขึ้น อาจปรับปรุงองค์ประกอบหรือกิจกรรมที่มีปัญหา ซึ่งก็จะทำให้ได้รูปแบบการสอนที่สมบูรณ์ขึ้น

Joyce, Weil and Calhoun (2009) ได้กล่าวถึงการพัฒนารูปแบบการเรียน การสอน สามารถสรุปขั้นตอนพัฒนาได้ ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการนำมาพัฒนาเป็น รูปแบบการเรียนการสอน

2. นำเสนอแนวคิดสำคัญของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มากำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เห็นว่ามีมีความสำคัญ ทำให้รูปแบบการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งกำหนดลำดับความสำคัญ และรายละเอียดขององค์ประกอบ

3. กำหนดแนวทางในการนำรูปแบบไปใช้ โดยให้รายละเอียดเกี่ยวกับเงื่อนไข วิธีการใช้รูปแบบ

4. ประเมินรูปแบบ โดยทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบที่ได้สร้างขึ้นโดยการ ประเมินความเป็นไปได้ ความสอดคล้องภายในองค์ประกอบต่าง ๆ โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญด้าน รูปแบบการเรียนการสอนทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติ และความเป็นไปได้เชิงปฏิบัติการโดยนำรูปแบบ ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริง คำนวณค่าประสิทธิภาพของรูปแบบด้วยสถิติ

5. ปรับปรุงรูปแบบ ในช่วงก่อนนำไปทดลองโดยข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและ หลังจากการทดลองใช้รูปแบบเพื่อปรับปรุง อาจทดลองซ้ำหลายครั้งจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

Joyce and Weil (1986) แนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาได้ ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับเรื่องที่ต้องการนำมาพัฒนาเป็น รูปแบบการเรียนการสอน อาจเป็นหลักการ แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ เช่น แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิทยา เนื้อหาสาระ นโยบายและแผนการพัฒนาต่าง ๆ เป็นต้น

2. นำแนวคิดที่ผ่านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ มาแล้วเพื่อมากำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ หลักการและองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพ และนำข้อมูลที่ได้มาช่วยในการกำหนดลำดับขั้นและรายละเอียด

3. กำหนดแนวทางเพื่อการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้จริง โดยจะต้อง กำหนดรายละเอียด เงื่อนไข วิธีการต่าง ๆ ในการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

4. ประเมินรูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการทดสอบรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการประเมินความเป็นไปได้ตามองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการเรียนการสอน และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วหาค่าประสิทธิภาพ

5. ทำการปรับปรุง นำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและหลังจากการทดลองใช้รูปแบบเพื่อปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

ตารางที่ 2-1 ตารางสังเคราะห์การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

องค์ประกอบ	Joyce, Weil and Calhoun (2009)	Joyce and Weil (1986)	บุญชม ศรีสะอาด (2537)	สรุปของผู้วิจัย
ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน	✓	✓	✓	✓
นำเสนอแนวคิด	✓	✓		✓
กำหนดแนวทาง	✓	✓		✓
สร้างรูปแบบการสอน	✓	✓		✓
ทดลองใช้	✓	✓		✓
ประเมินรูปแบบ	✓	✓	✓	✓
ปรับปรุงรูปแบบ	✓	✓	✓	✓

จากตารางสังเคราะห์การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาการเรียนการสอนโดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับเรื่องที่ต้องการนำมาพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอน ทั้งหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ฯลฯ ที่สำคัญเพื่อจะใช้ประกอบการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

2. นำเสนอแนวคิดที่จำเป็นต่อการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยจะต้องวิเคราะห์ สังเคราะห์ แนวคิดต่าง ๆ และนำมาเพื่อกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ หลักการและองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ มากำหนดลำดับขั้นและรายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

3. กำหนดแนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ ซึ่งจะต้องกำหนดเงื่อนไขรายละเอียด ขั้นตอน วิธีการต่าง ๆ ในการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

4. ประเมินรูปแบบการเรียนการสอนเป็นการประเมินความเป็นไปได้ตามองค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการเรียนการสอนและด้วยวิธีการทดสอบรูปแบบการเรียนการสอน นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วคำนวณค่าประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการทางสถิติ

5. ทำการปรับปรุง ในช่วงก่อนนำไปทดลองโดยนำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและหลังจากการทดลองใช้รูปแบบเพื่อปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น

6.2 รูปแบบการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย

(Instructional Design Models of Multimedia)

6.2.1 รูปแบบการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียของดิก แอนด์แคร์รี่ (Dick and Carey Model)

การพัฒนาเรียนรู้แบบออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานจัดเป็นการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยรูปแบบการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ คือ (Dick and Carey, 1978)

(1) ระบุเป้าหมายการเรียนการสอน (Identify instructional goal (s) อธิบายสิ่งที่ผู้เรียนคาดว่าจะทำหรือดำเนินการในท้ายสุดของการเรียนการสอน

(2) ดำเนินการวิเคราะห์การเรียนการสอน (Conduct instructional analysis) ระบุขั้นตอนผู้เรียนที่ต้องมีความสามารถที่จะดำเนินการเพื่อให้บรรลุผลงานที่นำไปสู่ประสิทธิภาพที่ต้องการ ขั้นตอนนี้จะระบุช่องว่างการทำงานที่แน่นอน ระหว่างประสิทธิภาพในปัจจุบันและประสิทธิภาพที่ต้องการ

(3) วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analyze learners and contexts) ระบุลักษณะทั่วไปของผู้เรียน รวมทั้งทักษะประสบการณ์ระดับแรงจูงใจและพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับทักษะและหัวข้อที่จะสอน ข้อมูลควรมีรายละเอียดมากพอที่จะช่วยให้สามารถที่จะระบุจุดเริ่มต้นที่ถูกต้องของการเรียนการสอน เพื่อไม่ต้องเสียเวลาตรวจสอบสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วกับเนื้อหาที่จำเป็นต้องรู้

(4) เขียนวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน (Write performance objectives) ประกอบด้วยรายละเอียดของงานหรือทักษะในการเรียนรู้มาตรฐานหรือเกณฑ์และเงื่อนไขที่งานที่จะต้องดำเนินการ

(5) เขียนวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน (Develop assessment instruments) เป็นการทดสอบและการประเมินผลเพื่อ 1) ให้แน่ใจว่าผู้เรียนไปตามข้อกำหนด

เบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ทักษะใหม่และความรู้ 2) ตรวจสอบความคืบหน้าของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์การดำเนินงานในระหว่างขั้นตอนการเรียนรู้และ 3) การประเมินกระบวนการเรียนรู้ของตัวเองที่จะให้แน่ใจว่าเป็นไปตามโครงสร้าง

(6) พัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอน (Develop instructional strategy) สร้างโครงร่างของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ถ่ายโอนการพัฒนาและเสริมสร้างทักษะและความรู้ตามวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

(7) พัฒนาและเลือกสื่อการเรียนการสอน (Develop and select instructional Materials) การใช้โครงร่างในขั้นตอนก่อนหน้าในการพัฒนาเนื้อหาการเรียนการสอนและกิจกรรม วัสดุที่เป็นไปได้

(8) การออกแบบและดำเนินการประเมินผลการเรียนการสอน (Design and conduct formative evaluation of instruction) โดยการใช้การทดลองภาคสนามการเรียนการสอนกลุ่มเล็ก ๆ และ/หรือการสัมภาษณ์กับผู้เรียนที่คาดหวังในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อระบุวัสดุการเรียนการสอนที่จำเป็นต้องปรับปรุง

(9) แก้ไขสื่อการสอน (Revise instruction) ตัดสินผลของโครงการหลังจากกิจกรรมทั้งหมด เป็นไปตามผลหรือไม่ การประเมินผลการดำเนินการต่อหลังจากที่แต่ละกิจกรรมการเรียนหรือการฝึกอบรม

(10) การออกแบบและการดำเนินการประเมินผลปลายทาง (Design and conduct summative evaluation) ใช้ข้อมูลจากทั้งสองประเภทของการประเมินผลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวัสดุการเรียนการสอนและแก้ไขตามความจำเป็น

6.2.2 รูปแบบการสอนการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียอื่น ๆ

- (1) รูปแบบการสอน ADDIE (ADDIE Model)
- (2) รูปแบบการสอนของเกอลาช แอนด์เอลี (Gerlach and Ely Model)
- (3) รูปแบบการสอนของเนิร์ค แอนด์กัสตาฟสัน (Knirk and Gustafson Model)
- (4) รูปแบบการสอนของเจอร์โรลด์เคมป์ (Jerrold Kemp Model)
- (5) รูปแบบการสอนของแฮนนานาฟิน แอนด์เพ็ค (Hannafin and Peck Model)
- (6) รูปแบบการสอนของบราวน์และคณะ (Brown and Others Model)
- (7) รูปแบบการสอน Rapid Prototyping Model

7. การนำเสนอและการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน

7.1 การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนเป็นการแสดงลักษณะของรูปแบบการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจ และสามารถนำรูปแบบไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ Joyce and Weil (1992) มีด้วยกัน 4 ส่วนดังนี้

7.1.1 ที่มาของรูปแบบการสอน เป็นการอธิบายที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของเป้าหมายแนวคิด ทฤษฎี หลักการของรูปแบบ

7.1.2 รูปแบบการสอน เป็นการอธิบายรายละเอียดของรูปแบบ ดังนี้

(1) ขั้นตอนการสอน เป็นรายละเอียดของขั้นตอนการสอน และกิจกรรมการสอน

(2) หลักการของระบบสังคม เป็นการแสดงบทบาทของผู้สอนกับผู้เรียน

(3) หลักการตอบสนอง บอกถึงวิธีการแสดงออกของผู้สอนกับผู้เรียนแสดงการตอบสนองระหว่างเรียน

(4) ระบบการสนับสนุนการเรียนการสอน บอกว่ามีอะไรเป็นสิ่งจำเป็นที่ใช้ในรูปแบบการสอนนี้

7.1.3 การนำรูปแบบการสอนไปใช้ มีการแนะนำการใช้รูปแบบ เช่น ใช้กับเนื้อหาใดใช้กับผู้เรียนประเภทใด เป็นต้น

7.1.4 ผลที่ได้จากรูปแบบการสอน บอกถึงผลที่ได้ที่เป็นจุดมุ่งหมายหลักของรูปแบบและผลพลอยได้จากรูปแบบนั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางให้ผู้สอนพิจารณา

7.2 การประเมินรูปแบบการเรียนการสอน

Davis, et al. (1974) ได้อธิบายว่า เป็นกระบวนการที่ดำเนินการหลังจากที่ได้นำระบบการสอนมาใช้จริงจนครบวงจรของระบบแล้ว มีวัตถุประสงค์ 3 ด้าน คือ ประเมินผลลัพธ์ ประเมินกระบวนการและประเมินความหย่นตัวของระบบ

7.2.1 การประเมินผลลัพธ์ของระบบการสอน เป็นการประเมินเพื่อเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากใช้ระบบจนครบวงจรแล้วเพื่อประเมินประสิทธิภาพว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของระบบที่กำหนดไว้หรือไม่

7.2.2 การประเมินกระบวนการ เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ของระบบ ว่ามีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเกณฑ์ในการออกแบบระบบหรือไม่ สอดคล้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด การประเมินกระบวนการนี้จะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการของระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7.2.3 การประเมินความหย่นตัวของระบบ มีระบบการสอนเหมือนระบบต่าง ๆ ทั่วไป คือ มีลักษณะเป็นองค์รวม (Entity) คล้ายกับสิ่งมีชีวิต ถ้ามีความยืดหยุ่น มีความคล่องตัว สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีก็สามารถเกิดขึ้น เจริญเติบโต สืบและขยายพันธุ์อยู่ได้ การประเมินจึงเป็นการประเมินเพื่อดูว่า ตัวระบบการสอนเอง หมายถึง ปัจจัยนำเข้า

กระบวนการ ผลลัพธ์หรือผลผลิต ผลพลอยได้และผลกระทบว่ามีความสอดคล้องและหยุ่นตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและบริบทต่าง ๆ ได้ตามเกณฑ์ในการออกแบบระบบหรือไม่

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน

8.1 งานวิจัยในประเทศ

สุภาพร สรสิทธิ์รัตน์ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเสนอรูปแบบระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับสถาบันอุดมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษาระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (2) เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหาและความต้องการของผู้สอนและผู้ดูแลระบบที่ใช้ระบบจัดการ การเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และ (3) เพื่อนำเสนอรูปแบบระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมกับผู้ใช้ในสถาบันอุดมศึกษา จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวิเคราะห์องค์ประกอบระบบจัดการการเรียนรู้ แบบประเมินองค์ประกอบระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ และ แบบประเมินและรับรองรูปแบบระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบของระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 6 องค์ประกอบหลักแบ่งเป็น 1) ระบบเครื่องมือสนับสนุนการเรียน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบรอง 2) ระบบออกแบบหลักสูตร ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบรอง 3) ระบบจัดการรายวิชา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบรอง 4) ระบบการทดสอบและประเมินผล ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบรอง 5) ระบบสถิติการใช้งานและรายงาน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบรอง 6) ระบบความปลอดภัยและการบำรุงรักษา ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบรอง 2. สภาพ ปัญหาและความต้องการของผู้สอนและผู้ดูแลระบบที่ใช้ระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า 1) เครื่องมือที่ผู้สอนใช้งานในระบบมากที่สุด คือ สารสนเทศรายวิชา/ข้อมูลรายวิชา และเครื่องมือที่ผู้ดูแลระบบใช้งานในระบบมากที่สุด คือ การมอบหมายงาน เครื่องมือการสร้างและลบรายวิชา และกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้ 2) ปัญหาที่พบ คือ ผู้สอนและผู้เรียนขาดความเข้าใจและทักษะการใช้งานระบบจัดการการเรียนรู้ เพราะระบบมีความซับซ้อนและมีเครื่องมือหลากหลาย ใช้งานยาก ผู้สอนไม่มีเวลาและแรงจูงใจที่จะใช้ มีความต้องการทีมเทคนิคและผู้ช่วยสอนในการสนับสนุนการพัฒนาวิชา 3) ความต้องการของระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า แผนการฝึกอบรมระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้สอน และต้องการความเร็วของเครือข่ายเพิ่มขึ้น การประมวลผลของเครื่องแม่ข่าย และความเร็วในการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้น

เสกภูณณ ผดุงสัตยวงศ์ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนออสติกที่มีความสามารถสูง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนออสติกที่มีความสามารถสูง และ 2) ศึกษาผลการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนา

ทักษะทางสังคมสำหรับนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูงผลการวิจัยพบว่า การพัฒนารูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูง ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ คือ 1) ผังการดำเนินเรื่อง 2) หน้าจอผู้ใช้ 3) ภาพ ประกอบ 4) เสียง 5) เนื้อหา 6) แบบฝึกหัด และ 7) การเสริมแรง ซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์รูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ รูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับบุคคลออทิสติก ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนนักเรียนออทิสติก ด้านการบำบัดบุคคลออทิสติก ด้านเทคโนโลยีการศึกษา และข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนออทิสติก ผลการประเมินรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูงมีความเหมาะสมผู้วิจัยนำรูปแบบที่ได้ไปสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูงที่ได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบทั้ง 7 องค์ประกอบ และนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 9 ท่าน ประเมินคุณภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูงผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาทักษะทางสังคมสำหรับนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูง ได้มาจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูงซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โครงการการศึกษาพิเศษ (พ2) จำนวน 5 คน โดยใช้การวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดี่ยวประเภท Single Baseline Design แบบ A-B-A พบว่านักเรียนมีทักษะทางสังคมในด้านการไม่พูดแทรกระหว่างที่ครูสอนหรือเพื่อนพูดและยกมือขออนุญาตก่อนพูดสูงขึ้น

สาลินันท์ เทพประสาน (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบการช่วยเสริมศักยภาพสนับสนุน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบการช่วยเสริมศักยภาพสนับสนุน ซึ่งเรียกว่า รูปแบบ BLCLS โดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบ EDFR 2) เพื่อพัฒนาบทเรียนวิชาการระบบจัดการฐานข้อมูล ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบการช่วยเสริมศักยภาพสนับสนุน ที่ได้สังเคราะห์ขึ้น 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบการช่วยเสริมศักยภาพสนับสนุนที่พัฒนาขึ้น 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบการช่วยเสริมศักยภาพสนับสนุน 5) เพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบการช่วยเสริมศักยภาพสนับสนุน และ 6) เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบการช่วยเสริมศักยภาพสนับสนุน วิธีการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น

2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการสังเคราะห์รูปแบบ BLCLS ด้วยเทคนิคการวิจัยแบบ EDFR และขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนตามรูปแบบ BLCLS ในวิชาการระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งเป็นรายวิชาตามหลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ หลักสูตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยยึดขั้นตอนตามรูปแบบ ADDIE เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบทดสอบ และบทเรียนตามรูปแบบ BLCLS กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 115 คน แบ่งเป็น 5 กลุ่มย่อย และกลุ่มนักศึกษาจำนวน 112 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อยผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) รูปแบบ BLCLS ที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยเทคนิคการวิจัยแบบ EDFR ประกอบด้วย 7 โมดูล ได้แก่ โมดูลผู้เรียน โมดูลผู้สอน โมดูลเนื้อหา โมดูลการช่วยเสริมศักยภาพ โมดูล การเรียนรู้ร่วมกัน โมดูลประเมินผล และโมดูลการติดต่อสื่อสาร 2) บทเรียนที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบ BLCLS ที่สังเคราะห์ขึ้น มีประสิทธิภาพ 85.45/86.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่กำหนดไว้ และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อบทเรียนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($X = 4.54$ S.D. = 0.01) 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น มีค่า 78% และ 5) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ($X = 4.23$ S.D. = 0.69) สรุปได้ว่า รูปแบบ BLCLS ที่สังเคราะห์ขึ้น สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาบทเรียนได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

อัครวุฒิ จินดานุรักษ์ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP ที่ได้จากการประยุกต์ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP และการบ่มเพาะด้วย CAI การวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การสร้างรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 15 ท่าน และ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ในภาคเรียนที่ 2/2551 จำนวน 77 คน 3 ห้องเรียน และส่วนที่ 2 ทดลองขยายผลการใช้รูปแบบ ผลการวิจัยครั้งนี้ได้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2552 จำนวน 64 คน 3 ห้องเรียน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา 22-101-02 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบวัดความคิดเห็นต่อบทเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP ที่พัฒนาขึ้น มี 5 ขั้นตอนได้แก่ (1) ขั้นศึกษาวิเคราะห์และออกแบบ (2) ขั้นเตรียมการสอน (3) ขั้นปฏิบัติการสอน (4) ขั้นบ่มเพาะ และ (5) ขั้นประเมินผลจากการวิจัยพบว่า ผู้สอนคณิตศาสตร์เห็นด้วยกับรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วย

กระบวนการ MIAP อยู่ในระดับมากที่สุด มี $x = 4.73$ SD. = 0.19 จากการทดลองขยายผลการใช้รูปแบบพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

8.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Reece (2009) ได้ศึกษา เรื่อง A Reusable Learning Object Design Model for Elementary Mathematics เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดประสิทธิภาพของการนำรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค มาใช้ใหม่สำหรับคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา เป็นการศึกษาที่ได้รับแรงบันดาลใจจากการขาดรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค โดยเฉพาะประถมศึกษา โดยนำมาใช้ใหม่รูปแบบการออกแบบคณิตศาสตร์ที่มีทั้งข้อกำหนดทางเทคนิค และการเรียนรู้วิธีการออกแบบ ในการวิจัยเป็นการใช้เทคนิคเดลฟายเพื่อหาคุณภาพและของผู้มีส่วนร่วมทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศอื่น ๆ อีกสิบประเทศ โดยใช้แบบ สอบถาม ในการวิเคราะห์ ประสิทธิภาพของรูปแบบ ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนรอบแรก ส่วนรอบสองเป็นแบบสอบถาม และรูปแบบที่ได้ปรับแต่ง ได้ดำเนินการ จุดที่ความเห็นเป็นเอกฉันท์ อันเป็นผลมาจากการเก็บข้อมูลรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คด้านคณิตศาสตร์ชั้นประถมนำมาใช้ใหม่ (EM - RLO) การรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คด้านคณิตศาสตร์ชั้นประถมนำมาใช้ใหม่ ให้ความสำคัญเท่าเทียมกัน กับข้อกำหนด ทางเทคนิคและการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คคณิตศาสตร์ชั้นประถมนำมาใช้ใหม่ ผลของการใช้เทคนิคเดลฟายชี้ให้เห็นว่า รูปแบบการออกแบบไม่ นำไปสู่การออกแบบกระบวนการการสอนออนไลน์ โดยการแนะนำขั้นตอนการประเมินผลก่อนที่จุดเริ่มต้น ของกระบวนการออกแบบ การจัดวาง รูปแบบของฟังก์ชัน การประเมินผลก่อน มีศักยภาพที่จะ มีผลในการการสร้าง ของการออกแบบการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ออนไลน์ในคณิตศาสตร์ประถมศึกษา

Churchill (2011) ได้ศึกษา เรื่อง Conceptual Model Learning Objects and Design Recommendations for Small ได้นำเสนอคำแนะนำสำหรับมโนทัศน์ในการออกแบบรูปแบบสำหรับการใช้งานผ่านทางอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น คอมพิวเตอร์ชนิดพกพาและโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้น ในช่วงหลายปี ผ่านประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์การออกแบบของรูปแบบที่เป็นตัวแทนของแอปพลิเคชันมัลติมีเดียที่มีนักเรียนใช้ในโรงเรียนและนักศึกษาเป็นผู้ใช้ ชุดของการออกแบบ 3 อย่างที่ได้แนะนำไว้ คือ นำเสนอมโนทัศน์การออกแบบการออกแบบหน้าจอขนาดเล็ก และการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของผู้ใช้งานที่เฉพาะเจาะจง

คำแนะนำเหล่านี้ จะพิสูจน์ว่ามีประโยชน์ในการออกแบบมัลติมีเดีย แหล่งทรัพยากร ผู้เชี่ยวชาญ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การใช้งาน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ผลการศึกษาเป็นเรียกร้องให้นักวิจัยให้ความสนใจมากขึ้นสำหรับมโนทัศน์การออกแบบรูปแบบ อื่นๆ ของแหล่งทรัพยากรด้านมัลติมีเดีย ในการเรียนการสอน มโนทัศน์ของรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เลิร์นนิ่งออบเจ็คควรเป็นแบบโต้ตอบ และ ภาพการแสดงที่ออกแบบมาเพื่อแสดงให้เห็นมโนทัศน์หรือจำนวนของมโนทัศน์การเชื่อมโยงและ สนับสนุนการเรียนรู้มโนทัศน์ผ่านมัลติมีเดีย และกระบวนการของการจัดการ และการสืบเสาะ ของ คุณสมบัติและความสัมพันธ์ เทคโนโลยีใหม่ (คอมพิวเตอร์พกพา หรือสมาร์ทโฟน) มีการติดตั้ง มัลติมีเดีย มีความสามารถในการช่วยให้รูปแบบการสื่อสารเรียนรู้มีมโนทัศน์ หากได้รับการออกแบบ ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

Luo, Wei & Zhang (2009) ได้ศึกษา เรื่อง Game-based Learning Model Using Fuzzy Cognitive Map ได้ใช้วิธีการ Fuzzy Cognitive Map (FCM) ในการออกแบบรูปแบบเกมที่ใช้แนวคิดที่ดีในการแสดงและการให้เหตุผล FCM มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งจาก ข้อมูลที่มีอยู่และความรู้เบื้องต้นและเพิ่มมากขึ้นจึงเหมาะสำหรับระบบการเรียนรู้เกม ขึ้นอยู่กับการ ปรับปรุง FCM ซึ่งรูปแบบเกมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่จะเสนอ Sub model ของครู และชุดของ Sub model การเรียนรู้ ครูมีคำตอบมาตรฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้จากการปรับปรุง FCM ปรับเปลี่ยนตาม ครู ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึง กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน การเรียนรู้กลไกการคำนวณความแตกต่าง ระหว่างผลของ Sub model ครูและผู้เรียน ควบคุมทั้งกระบวนการเรียนรู้ เกม เป็นไปตามความ แตกต่างที่อยู่บนพื้นฐานของรูปแบบที่นำเสนอระบบ การเรียนรู้ การขับเคลื่อน เป็นการพัฒนาขึ้น เพื่อพิสูจน์ประสิทธิภาพของรูปแบบที่นำเสนอผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความถูกต้องในรูปแบบใน แ่งของ การควบคุม กระบวนการเรียนรู้และการเรียนรู้แนวทาง

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต (Learning Object for Tablet)

เลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีนำเสนอเนื้อหาในการใช้ มัลติมีเดียทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ ผสมผสานกัน โดยมีการใช้รูปแบบของสื่อ การเรียนรู้ดิจิทัล หรือแอลโอ (Learning Object: LO) ในการพัฒนาบทเรียนที่ออกแบบให้ผู้เรียน บรรลุผลการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง โดยมีการสามารถเรียกใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต ซึ่งมีหัวข้อ ต่าง ๆ ดังนี้

1. เลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.1 ความหมายของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.2 องค์ประกอบของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.3 ลักษณะสำคัญของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.4 เป้าหมายในการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คคุณภาพสูง
 - 1.5 ประเภทของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.6 การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.7 ทฤษฎีการสร้างเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.8 มัลติมีเดียสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 1.9 การประยุกต์ใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค
2. การออกแบบบทเรียนสำหรับแท็บเล็ตตามแนวคิดเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - 2.1 เลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต
 - 2.2 การนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตไปใช้ในการเรียนการสอน
 - 2.3 แนวทางการนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตไปใช้ในการเรียนการสอน
 - 2.4 การประยุกต์ใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตในการเรียนการสอน
3. การออกแบบการเรียนการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต

1. เลิร์นนิ่งออบเจ็ค

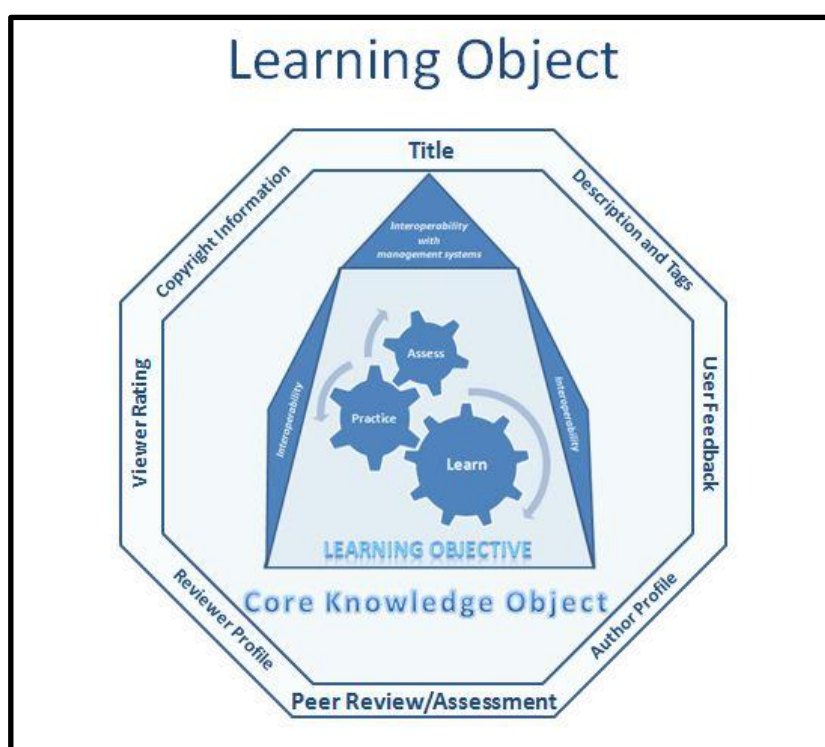
แอลโอ (LO) หรือสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล ออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง อย่างไม่อย่างหนึ่งโดยเฉพาะ โดยแต่ละเรื่องจะนำเสนอแนวคิดหลักย่อย ๆ ผู้สอนสามารถ เลือกใช้ Learning Object ผสมผสานกับการจัดการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย และสามารถนำมาใช้ซ้ำใหม่ได้

Digital: สื่อดิจิทัล สามารถ ค้นหา จัดเก็บ และทำซ้ำได้โดยสะดวก

Learning: ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้

Object: สื่อชิ้นเล็กๆ ใช้เวลาเรียนประมาณ 20 นาที ครอบคลุม 1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังปรับใช้ได้หลากหลายบริบท

Learning Object จึงเกิดจากการร้อยเรียงข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ ตามลำดับที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ และ Learning Object หลาย ๆ ตัวสามารถร้อยเรียงกันเป็นหลักสูตรได้ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2-1 ลักษณะของ Learning Object

1.1 ความหมายของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

กิตานันท์ มลิทอง (2548: 321) ให้คำจำกัดความของ Learning Object คือ หน่วยการสอนขนาดเล็กที่ใช้ในอีเลิร์นนิ่งที่มีเนื้อหาเป็นอิสระภายในตัวเอง Learning Object แต่ละหน่วยจะมีส่วนประกอบของไฟล์ดิจิทัล รูปแบบต่าง ๆ รวมกันอยู่ในหน่วยนั้น ผู้ใช้สามารถนำ Learning Object แต่ละหน่วยมาใช้ร่วมกัน เพื่อเป็นบทเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือใช้ซ้ำในเรื่องอื่น ๆ ได้อีกอย่างไม่มีขอบเขตจำกัด

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550) learning object ในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง เนื้อหาสาระของความรู้หรือบทเรียน ในรูปของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ข้อความ ภาพ หรือ เสียง ที่มีขนาดพอเหมาะ สร้างตามมาตรฐานสากลและนำเสนอเผยแพร่ออนไลน์

สตียา ลังการ์พินธุ์ (2549) Learning Object ซึ่งเป็นสื่อที่ออกแบบเพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้แนวคิดหลักอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะสามารถจัดเก็บ และค้นหาในระบบดิจิทัลได้ โดยสะดวก ครูสามารถนำไปใช้ซ้ำได้ในรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย ในลักษณะเดียวกับ ตัวต่อเลโก้ที่สามารถใช้ประกอบเป็นรูปร่างต่าง ๆ และสามารถแยกชิ้นส่วน แล้วนำตัวต่อชิ้นเดิมไป สร้างเป็นรูปร่างใหม่ขึ้นมาได้

Wiley (2000) ให้คำจำกัดความของ “learning object” ว่าเป็น แหล่งทรัพยากร ดิจิทัล” ที่ประกอบด้วยสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ โดยเป็นการเรียนรู้แบบโต้ตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551) ได้ให้ความหมายของ Learning Object ไว้ว่า Learning Object คือ สื่อการเรียนรู้ดิจิทัลที่ออกแบบ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ โดยแต่ละเรื่องจะนำเสนอ แนวคิดหลักย่อย ๆ ผู้สอนสามารถเลือกใช้ Learning Object ผสมผสานกับการจัดการเรียน การสอน แบบอื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย ซึ่งมีคุณลักษณะต่อไปนี้

1. เนื้อหากิจกรรมการนำเสนอเหมาะสมกับผู้เรียน (อายุ ความสนใจ ความรู้เดิม) ถูกต้อง มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง
2. ผู้เรียนมีโอกาสเลือกและตัดสินใจ ลำดับการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมเอื้อให้เกิดการเรียนรู้
3. ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม ไม่เพียงแต่รับข้อมูล
4. ผู้เรียนเรียนรู้จากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และใช้ความรู้ในบริบทที่ หลากหลาย

สรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค หมายถึง โดยแต่ละเรื่องจะนำเสนอแนวคิด หลักย่อย ๆ ผู้สอนสามารถเลือกใช้ Learning Object ผสมผสานกับการจัดการเรียนการสอนแบบ อื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย และสามารถนำมาใช้ซ้ำใหม่ได้ เป็นการนำเอาองค์ประกอบ ของสื่อ มัลติมีเดียที่ประกอบไปด้วย ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง ฯลฯ รวมเข้าไว้ ด้วยกัน เพื่อช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น

1.2 องค์ประกอบของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

Learning Object ประกอบด้วยชิ้นงานเล็ก ๆ Raw Asset เช่น Flash Object, Video, Text, Image อื่น ๆ มาประกอบกันเป็น Information Object และเมื่อ Information Object มาประกอบกันก็จะได้ Learning Object จากนั้น เมื่อประกอบกลุ่ม Learning Object (หรือ SCO) ขึ้นมา (มี Learning Object ของวัตถุประสงค์, Learning Object ของเนื้อหาบทเรียน และ Learning Object ของแบบทดสอบ) จะได้ Lesson แล้วเมื่อรวมกลุ่มของ Lesson ก็จะได้เป็นวิชา Course

ศยามน อินสะอาด (2551) ได้กล่าวว่า Learning Object เป็นสื่อการสอนดิจิทัล หรือ หน่วยการสอนขนาดเล็กที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาใหม่เกิดเป็นบทเรียนเรื่องใหม่ขึ้น โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบ ลักษณะของ Learning Object จะเป็นสื่อที่ออกแบบและสร้างเป็น “ก้อน” (Chunks) เล็ก ๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มจำนวนสถานการณ์ของการเรียนรู้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถใช้ซ้ำ (Reusability) ทำงานร่วมกัน

1.3 คุณลักษณะสำคัญของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

Atkins (2005) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะเลิร์นนิ่งออบเจ็คที่สำคัญ ดังนี้

1.3.1 ส่งเสริมการสอน เนื้อหา กระบวนการ ทักษะที่แพร่หลายอยู่แล้ว โดยเริ่มจากพื้นฐานสู่ระดับที่ซับซ้อนขึ้นไป และส่งเสริมให้มีการสำรวจค้นหาแบบปฏิสัมพันธ์ ในบริบทของสื่อประสมที่เร้าความสนใจ

1.3.2 สามารถใช้ควบคู่กับสื่ออื่น ๆ ทั้งที่เป็นดิจิทัลและไม่เป็นดิจิทัล

1.3.3 สามารถจำลองเนื้อหาและปฏิบัติการที่ยากจะทำซ้ำ

1.3.4 รองรับผู้เรียนที่ระดับความสามารถและวิธีการเรียนแตกต่างกัน

1.3.5 กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน

1.3.6 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถเรียนทวนซ้ำได้ตลอดเวลา

โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เริ่มนำ Learning Object เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นที่วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคอมพิวเตอร์ โดย Learning Object แต่ละชิ้นจะนำเสนอแนวคิดหลักย่อย ๆ เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ สามารถนำไปใช้ผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ อีกหลากหลาย ซึ่งในการผลิต Learning Object นั้น ควรมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (สสวท., 2556)

- เป็นเกม สถานการณ์จำลอง
- เนื้อหากิจกรรมสั้นกะทัดรัด มีแนวคิดชัดเจน
- เนื้อหากิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น ในด้านอายุ ความสนใจ ความรู้เดิม

- เป็นกิจกรรมที่มีสอดคล้องกับเนื้อหาในชีวิตประจำวัน มีเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
- มีสีสันสวยงาม การจัดวางรูปภาพ เสียง ปุ่มคำสั่ง เหมาะสม เข้าใจง่าย
- มีการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน

1.4 เป้าหมายในการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คคุณภาพสูง

- 1.4.1 เนื้อหา กิจกรรม การนำเสนอเหมาะสมกับผู้เรียน (อายุ ความสนใจ ความรู้เดิม) ถูกต้อง มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง
- 1.4.2 ผู้เรียนมีโอกาสเลือกและตัดสินใจ ลำดับการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมเอื้อให้เกิดการเรียนรู้
- 1.4.3 ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม ไม่เพียงแต่รับข้อมูล (สืบเสาะค้นหา แก้ปัญหา แปลความหมายข้อมูล พัฒนา สร้าง นำเสนอชิ้นงาน)
- 1.4.4 มีการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถรับข้อมูลเพิ่มเติม และ feedback ที่เหมาะสมและมีประโยชน์
- 1.4.5 ผู้เรียนเรียนรู้จากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และใช้ความรู้ในบริบทที่หลากหลาย

1.5 ประเภทของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

Vargo and other (2003) กล่าวถึงประเภทของสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Object) อ้างอิงจากมาตรฐานของ IEEE ไว้ดังนี้

- 1.5.1 สื่อที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ร่วมกัน (Aggregation) โดยแบ่งเป็น 4 ระดับดังนี้
 - ระดับที่ 1 คือ การนำสื่อที่แยกเป็นหน่วยย่อยมาใช้ร่วมกัน เช่น ภาพ ชุดข้อความ หรือวิดีโอ
 - ระดับที่ 2 คือ การนำชุดของเนื้อหาหรือข้อมูล เช่น หน้า HTML ที่ประกอบด้วยภาพและบทเรียนอยู่ในหน้านั้น ๆ
 - ระดับที่ 3 คือ ชุดของสื่อระดับ 2 ที่ถูกรวบรวมไว้ด้วยกัน เช่น หน้าหลักของเว็บเพจ
 - ระดับที่ 4 คือ ชุดข้อมูลที่ใหญ่ที่สุด รวบรวมเนื้อหาและสื่อของรายวิชาไว้ทั้งหมด
- 1.5.2 สื่อรูปแบบปฏิสัมพันธ์ (Interaction)
 - (1) ปฏิสัมพันธ์ทางเดียว (Expositive) ผู้เรียนจะมีหน้าที่รับข้อมูลเพียงอย่างเดียว โดยผ่านทาง ข้อความ ภาพ วิดีโอ เสียง หรือ ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext)

(2) ปฏิสัมพันธ์สองทาง (Active) ข้อมูลจะได้รับการถ่ายทอดทั้งจาก ผู้เรียนสู่สื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็ค และจากสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็คสู่ผู้เรียน โดยผ่านการกระทำ เช่น การจำลอง สถานการณ์ หรือการทาบแบบทดสอบ เป็นต้น

(3) แบบผสม (Mixed) การนำรูปแบบทั้งปฏิสัมพันธ์ทางเดียวและสอง ทางมาใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสม

(4) สื่อรูปแบบแหล่งข้อมูล (Resource) โดยรวมถึง แบบฝึกหัด สื่อการ จำลองสถานการณ์ ชุดคำถาม แผนผัง แผนภูมิภาพ แบบทดสอบ การทดลอง และการประเมินผล ผู้เรียน

Wiley (2000) ได้แบ่งประเภทของสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Object) 5 ประเภท ดังนี้

1. Fundamental เป็นข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลเชิงเดี่ยวที่ไม่ได้เกิดจากการรวม ของข้อมูลอื่นมาประกอบกัน ซึ่งการเรียนรู้ประเภทนี้จะใช้ในการอธิบายการทำงาน

2. Combined-closed เป็นข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลที่มาประกอบกันเพื่อเป็น วัตถุประสงค์ การเรียน ไม่สามารถแยกองค์ประกอบย่อยได้ จึงเป็นการเรียนที่ใช้จุดประสงค์เดียว เท่านั้น จะมี การอธิบายใช้ความเป็นเหตุเป็นผลในการนำเสนอ

3. Combined-open เป็นข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลจำนวนมากที่มาประกอบกัน เป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยแต่ละองค์ประกอบย่อยสามารถนำไปใช้ใหม่ในเนื้อหาเรื่องเดียวกันได้ และ สามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาได้ตลอดเวลาโดยมีลิงค์ในการเชื่อมโยง

4. Generative-presentation เป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมของวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ประเภท Fundamental และ Combined-closed นำเสนอในรูปแบบประเด็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ทดลอง และทดสอบ

5. Generative-instructional เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมของการเรียนรู้ ประเภท Fundamental, Combined-closed และ Combined-open ใช้สอนจริงไม่นำเสนอเพียง อย่างเดียว โดยมีการประเมินผลผู้เรียนที่มีการเรียนด้วย LO นี้

บุญเลิศ อรุณพิบูลย์ (2546) ศูนย์บริการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้แบ่งประเภทของสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่ง ออบเจ็ค (Learning Object) ดังนี้

1. Basic LO: Images, Sound, VDO clip
2. Asset Flash Library Web scripting, Module

3. Animation / Movie LO

- Java Applet
- Flash
- Movie

4. Interactive LO

- Linear
- Condition

จากการศึกษาประเภทของสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งอบเจ็คสามารถสรุปได้ว่า มีทั้งหมด 3 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) สื่อการเรียนรู้สำหรับใช้นำเสนอข้อมูลด้วยข้อความ ภาพ และ วิดีทัศน์ (2) สื่อการเรียนรู้ที่แสดงภาพเคลื่อนไหว มีจุดประสงค์เพื่อให้เห็นสภาพการทำงาน หรือ เหตุการณ์อย่างต่อเนื่อง (3) สื่อการเรียนรู้ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์

1.6 การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งอบเจ็ค

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550) ได้กล่าวว่า การพัฒนาเลิร์นนิ่งอบเจ็ค ต้องอาศัย ทีมงานในการทำงานซึ่งอย่างน้อยประกอบด้วย ผู้ชำนาญด้านเนื้อหา นักออกแบบการเรียนการสอน นักออกแบบกราฟิก ผู้เขียนโปรแกรม ในโครงการใหญ่ ๆ อาจใช้ผู้ร่วมงานมากกว่า หรือในบางโครงการไม่ใหญ่นักบุคคลหนึ่งอาจรับมากกว่าหนึ่งหน้าที่ โดยทั่วไปมีขั้นตอนการดำเนินงานหลัก ๆ ดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาเนื้อหา นักออกแบบหรือหัวหน้าผู้พัฒนาคอร์ส คือ ผู้ที่รับผิดชอบงานในส่วนนี้เป็นหลัก โดยปรึกษาประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และอาจปรึกษากับทีมงานกราฟิกและโปรแกรมในช่วงของการเขียนสตอรี่บอร์ด โดยดำเนินการ ดังนี้

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เป้าหมายของหลักสูตร/รายวิชา ชัดความสามารถของผู้เรียนที่ต้องการ (competency) เป้าหมายทางการปฏิบัติงานหรืออาชีพ เพื่อกำหนดความเหมาะสมของกิจกรรม

1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน เช่น ลักษณะการเรียนรู้ (learning style) อายุ พื้นฐาน ความรู้ข้อจำกัดอื่นๆ

1.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาจเทียบเคียงกับกิจกรรมที่เคยใช้ใน ห้องเรียนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนอิเล็กทรอนิกส์การฝึกปฏิบัติการจำลองสถานการณ์ รวมทั้งกิจกรรมการค้นคว้าศึกษาจากแหล่งความรู้ทั่วไป

1.4 เขียนสตอรี่บอร์ดหรือโฟลว์ชาร์ต การเขียนสตอรี่บอร์ดเป็นการกำหนด สิ่งที่จะปรากฏบนหน้าจอ การปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับโปรแกรม/หน้าจอ รวมทั้งกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ ในขั้นตอนนี้ออกแบบจะต้องทำงานอย่างใกล้ชิดและได้รับความตกลงเห็นพ้องกับทีมงานกลุ่มอื่น ๆ โดยเฉพาะผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และทีมงานผลิต โดยกำหนดกรอบหรือมโนทัศน์ ภาพลักษณ์ โดยรวม การใช้สัญลักษณ์ หรืออุปมาของคอร์ส การเขียนโฟลว์ชาร์ตช่วยสื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างหน้าจอแต่ละหน้า ในรูปแบบความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนซึ่งตอบสนองคุณสมบัติของสื่อผสมหลาย มิติได้ดี ทั้งนี้ การเขียนสตอรี่บอร์ดทำหน้าที่แสดงรายละเอียดในแต่ละหน้าแต่ไม่สามารถแสดง ความสัมพันธ์การเชื่อมโยงระหว่างหน้าหรือระหว่างสื่ออื่น ๆ ได้ชัดเจนเท่าการเขียนแสดงใน โฟลว์ชาร์ตนำหรือกำกับไว้ด้วย

2. การผลิต ขั้นตอนนี้เป็นความรับผิดชอบของทีมงานสร้าง ซึ่งจะทำงานตาม สตอรี่บอร์ด และแผนที่ได้วางไว้ โดยมีกำหนดการ ดังนี้

2.1 ทีมงานผลิตศึกษาโฟลว์ชาร์ตและสตอรี่บอร์ดโดยละเอียด

2.2 ทีมงานผลิตให้คำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบ และอาจเสนอประเด็นปัญหา ในเชิงเทคนิคที่อาจเกิดขึ้นให้กับนักออกแบบหรือหัวหน้าผู้พัฒนาคอร์ส เพื่อร่วมกันแก้ไข

2.3 กรณีที่เป็นโครงการขนาดใหญ่ทีมงานผลิตอาจแยกความรับผิดชอบ งานออกเป็นชั้นย่อย เช่น วัตถุประสงค์ วิดีทัศน์ เสียง จิงลมมือสร้างและนำมารวบรวมในไซต์ที่กำหนด ไว้ระหว่างการทดสอบ

3. การทดสอบและปรับแก้ไขเลิร์นนิ่งออบเจกต์ผู้รับผิดชอบในส่วนนี้คือ ทีมงาน ทั้งหมด จัดทำการทดสอบเบื้องต้นทั้งด้านเทคนิคและเนื้อหา คือ อัลฟาเทสต์ (Alpha test) โดยเน้น การทดสอบการทำงานในเชิงเทคนิคในเบื้องต้นเพื่อการปรับแก้

4. การเผยแพร่ ในขั้นตอนนี้หมายถึง ความพร้อมจากการปรับแก้จากอัลฟา เทสต์แล้ว จึงนำสู่การเผยแพร่ในขั้นนี้ ยังมีการปรับและตรวจสอบการใช้งานทั้งระบบกับกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้งานจริง เรียกว่า เบตาเทสต์ (Beta test) เสมือนเป็นการทดสอบนำร่อง (pilot test) ก่อนนำไปสู่ การใช้งานจริง

สตียา ลังการ์พินธุ์ (2548) ได้แบ่งขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาเลิร์นนิ่ง ออบเจกต์ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. เลือกเรื่องและกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังขั้นตอนแรกในการสร้างเลิร์นนิ่ง ออบเจกต์ คือ การเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะนำมาพัฒนาเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เมื่อเลือกหัวข้อเรื่อง ได้แล้ว การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจะช่วยให้สามารถออกแบบและสร้างเลิร์นนิ่งออบเจกต์ ในขั้นตอนต่อ ๆ ไปได้ง่ายขึ้น ผู้พัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจกต์ ควรกำหนดเป้าหมายอย่างชัดเจนว่า เมื่อ

เรียนรู้จากเลิร์นนิ่งออบเจกต์นี้แล้ว นักเรียนจะมีพฤติกรรมอย่างไร เช่น สามารถอธิบายแนวคิดได้ สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ สามารถสร้างแบบจำลองได้ เป็นต้น

2. การออกแบบ ในขั้นตอนการออกแบบจะต้องตอบคำถามให้ได้เลิร์นนิ่งออบเจกต์ มีบทบาทอย่างไรบ้างในการทำให้นักเรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำตอบของคำถามนี้จะช่วยให้สามารถกำหนดรูปแบบการนำเสนอในเลิร์นนิ่งออบเจกต์ได้อย่างเหมาะสม เมื่อกำหนดบทบาทของเลิร์นนิ่งออบเจกต์ได้แล้ว ลำดับต่อไปคือ การออกแบบ ในขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจกต์ต้องตัดสินใจในหลาย ๆ ประเด็น เช่น จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยวิธีการใด จะกำหนดให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอะไรบ้าง หรือเพียงรับข้อมูลที่น่าเสนอเท่านั้น

การนำเสนอข้อมูลจะใช้รูปแบบใดเมื่อพิจารณาและตัดสินใจในประเด็นต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว ผู้พัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจกต์ สามารถเรียบเรียงแนวคิดเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจกต์ออกมาเป็นเอกสารเพื่อนำเสนอ และสื่อสารแนวคิดในการออกแบบให้กับผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมพัฒนางานชิ้นนี้ร่วมกัน การนำเสนอแนวความคิดที่ออกแบบขึ้นทำได้หลายรูปแบบ รูปแบบหนึ่ง คือ การเขียน storyboard ซึ่งเป็นการเขียนบรรยายลักษณะภาพ เสียง การเคลื่อนไหวที่ต้องการ ในแต่ละลำดับการนำเสนอ เหมาะสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจกต์ที่นำเสนอข้อมูลด้วยลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ส่วนเลิร์นนิ่งออบเจกต์ ที่มีลำดับการนำเสนอไม่แน่นอน มีการเขียนโปรแกรมให้ตอบสนองต่อการตัดสินใจ หรือความสามารถของผู้เรียน ผู้ออกแบบอาจนำเสนอแนวคิดที่ออกแบบไว้ในรูปแบบของ flowchart หรือแผนผังโครงสร้างในลักษณะที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตามควรเขียนข้อความที่จะใช้จริง รวมทั้งกำหนดลักษณะของรูปภาพ เสียง และสื่อประสมอื่น ๆ ที่จะใช้ให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถถ่ายทอดแนวคิดที่มีให้ผู้อื่นเข้าใจได้ด้วยโครงร่างแนวคิดการนำเสนอเลิร์นนิ่งออบเจกต์ ที่เขียนขึ้นนี้ ควรได้รับการตรวจแก้จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคก่อนจะดำเนินการสร้างต่อไป

3. การผลิต การสร้างเลิร์นนิ่งออบเจกต์ ในบางรูปแบบใช้ทักษะทางคอมพิวเตอร์หลายด้าน เช่น การเขียนโปรแกรม การจัดการภาพและเสียง หากผู้พัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจกต์ไม่มีทักษะเหล่านี้ อาจขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ส่วนในกรณีที่ต้องการดำเนินการสร้างเลิร์นนิ่งออบเจกต์ด้วยตนเอง ก็สามารถใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปสร้างเอกสาร Word เอกสาร PowerPoint หรือเว็บเพจที่ประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และไฮเปอร์ลิงค์ โดยมีข้อควรคำนึงเกี่ยวกับรูปแบบการนำเสนอบนหน้าจอ ดังนี้

3.1 ใช้เครื่องหมายและรูปแบบคำสั่งที่เข้าใจกันทั่วไป เช่น ลูกศรชี้ไปทางขวา สำหรับการไปหน้าถัดไป ลูกศรชี้ไปทางซ้าย สำหรับการย้อนกลับไปหน้าเดิม แสดงภาพเมื่อชี้เมาส์ไปเหนือไฮเปอร์ลิงค์

3.2 ใช้รูปแบบการนำเสนอที่เป็นระบบระเบียบ เช่น หัวข้อในระดับเดียวกัน ควรใช้อักษรที่มีสีเดียวกันและขนาดเท่ากัน หรือใช้สีพื้นสีเดิมสำหรับกิจกรรมการเรียนการสอน ในรูปแบบเดียวกันตัวอย่างเช่น ใช้สีพื้นสีขาวเมื่อให้ข้อมูล สีฟ้าอ่อนในส่วนของกิจกรรมที่นักเรียนทำ

3.3 เมื่อนำเสนอด้วยข้อความ ใช้ตัวอักษรขนาดใหญ่พอสมควร ไม่จัดย่อหน้า ให้บรรทัดยาวเกินไป บทเรียนสำหรับเด็กเล็กอาจพิจารณาเปลี่ยนข้อความยาว ๆ เป็นเสียงบรรยาย

4. การทดสอบ เมื่อดำเนินการสร้างเลิร์นนิ่งออบเจ็คสำเร็จลง ควรมีการ ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนนำไปใช้จริงในห้องเรียน การทดสอบทำได้ใน 2 ระดับ ได้แก่

4.1 การทดลองใช้ในการเรียนการสอน เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจ วิธีการสื่อสารที่ใช้ในเลิร์นนิ่งออบเจ็คหรือไม่ และเลิร์นนิ่งออบเจ็คนั้น ๆ สามารถดึงดูดความสนใจของ นักเรียนได้เพียงใด ในการทดสอบอาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบหรือกิจกรรมสั้น ๆ เพื่อประเมินว่า หลังจากใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค แล้วนักเรียนส่วนใหญ่บรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่

4.2 การทดลองใช้งาน เป็นการตรวจสอบว่า เลิร์นนิ่งออบเจ็ค ที่สร้างขึ้นมี ข้อผิดพลาดใดๆ หรือไม่ ควรตรวจสอบความถูกต้องของการพิมพ์ข้อความ ตรวจสอบการทำงานของ ส่วนประกอบต่างๆ เช่น ไฮเปอร์ลิงค์ ภาพเคลื่อนไหว นอกจากนี้ควรทดสอบว่าเลิร์นนิ่งออบเจ็ค นั้น ทำงานในคอมพิวเตอร์ทุกรุ่นทุกแบบหรือไม่ เมื่อนำเสนอบนจอขนาดต่างๆ ภาพและข้อความที่ ปรากฏบนหน้าจอผิดเพี้ยนหรือเปลี่ยนตำแหน่งไปอย่างไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549) ได้กล่าวถึง กระบวนการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คของ สสวท. ว่า มีการทำงานเป็นทีม ผู้จัดการ ผู้จัดการร่วม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จัดเก็บเอกสารเป็น version บันทึกการแก้ไข ทุกครั้งอย่างเป็นระบบ อ้างอิงกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ในแต่ละขั้นตอน

1. กำหนดเรื่อง มีกระบวนการวิเคราะห์ความเหมาะสม
2. คำา้โครง (Design Brief) การเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวความคิดหลัก/รอง ลักษณะ ผู้เรียนกิจกรรมการเรียนรู้
3. ร่าง (Design Specification) storyboard สำหรับผลิต prototype
4. Prototype เป็น software ที่ผลิตโดยประหยัดเวลา แรงงาน และงบประมาณ มากที่สุด เพื่อทดสอบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบมา สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังหรือไม่
5. การทดสอบในโรงเรียน จัดทำรายงานเพื่อเสนอแนะแก้ไข
6. ต้นฉบับ storyboard ฉบับสมบูรณ์ ที่ผลิตโดยบริษัท
7. beta เป็น software ฉบับสมบูรณ์
8. ทดสอบเชิงเทคนิค ขั้นสุดท้าย

จากการศึกษาขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คสรุปได้ว่า ส่วนที่สำคัญ คือ การกำหนดออกแบบและพัฒนาในส่วนของเนื้อหา การร่าง Storyboard การผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คการนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คไปทดลองใช้ โดยนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้เลิร์นนิ่งออบเจ็คที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

Atkins and Jones (2004) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค โดยสรุปได้ดังนี้

1. การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical design) ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็คสิ่งที่ผู้ออกแบบและพัฒนาควรคำนึงถึงคือลักษณะของผู้เรียน (Learner focus) เนื้อหาครบถ้วนถูกต้อง (Content integrity) การใช้งานง่าย (Usability) และการเข้าถึงได้ (Accessibility) ในรูปแบบของสื่อดิจิทัล นอกจากนี้ผู้ออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการศึกษา ซึ่งกลยุทธ์ในการสอนเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ คำนวณหรือทำความเข้าใจแนวคิดหลักของเนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตัวของผู้เรียนเองผ่านสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค

2. การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) โดยพื้นฐานแล้วนั้น การออกแบบส่วนการโต้ตอบของบทเรียนอาจเปรียบได้กับการที่ผู้เรียนได้โต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน การออกแบบในส่วนนี้อาจต้องใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

3. การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information design) การออกแบบเพื่อนำเสนอด้านเนื้อหาสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตัวอักษร ฯลฯ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำเสนอให้กับผู้เรียนนั้นต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของบทเรียน และคำนึงถึงประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดียมาใช้ให้มากที่สุด เพื่อการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่แปลกใหม่หรือท้าทายสำหรับผู้เรียน

4. การออกแบบหน้าจอ (Interface design) การออกแบบหน้าจอถือเป็นส่วนที่ผู้ออกแบบควรให้ความสำคัญโดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานของผู้เรียน เช่น อายุหรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้การออกแบบหน้าจอจะประกอบด้วยการออกแบบตัวอักษร การใช้เสียง การใช้ภาพกราฟิกหรือ ภาพเคลื่อนไหว ส่วนของการใช้งาน เช่น การใช้เมาส์ คีย์บอร์ด หรือการพิมพ์ การออกจากบทเรียน (Exit) ปุ่มช่วยเหลือ (Help) การแสดงสถานะของปุ่มหรือข้อความ (Rollover and hover text) และอภิธานศัพท์ (Glossaries) เป็นต้น

ทั้งนี้ในการออกแบบองค์ประกอบหน้าจอของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ใจทิพย์ ฌ สงขลา (2550) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. ทิศนะบนหน้าจอ เป็นการแสดงภาพรวมบนหน้าจอ
2. แนวทางการออกแบบภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว

3. แนวทางการใช้ข้อความประกอบ

ตารางที่ 2-2 การสังเคราะห์การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

องค์ประกอบ	Atkins and Jones (2004)	ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550)	สสวท. (2549)	สติยา ลังการ์ พินธุ์ (2548)	สรุปของ ผู้วิจัย
1. การออกแบบ	✓	✓	✓	✓	✓
1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน		✓			
1.2 ออกแบบเนื้อหา	✓	✓	✓		✓
1.3 กำหนดวัตถุประสงค์		✓	✓	✓	✓
1.4 ออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้	✓	✓	✓		✓
1.5 ออกแบบส่วนการโต้ตอบ	✓				
1.6 ออกแบบหน้าจอ	✓				
1.7 ออกแบบ Storyboard และ Flowchart		✓	✓	✓	✓
2. การผลิต		✓	✓	✓	✓
3. การทดสอบ		✓	✓	✓	✓
4. การเผยแพร่		✓			

จากตารางสังเคราะห์การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คสามารถสรุปขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาได้ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบ เป็นกระบวนการเริ่มต้นที่ผู้ผลิตหรือพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คจะต้องปฏิบัติ เพื่อที่จะนำข้อมูลการออกแบบไปทำการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ออกแบบเนื้อหา ผู้ผลิตหรือพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คจะต้องศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาผลิต แล้ววิเคราะห์เนื้อหาส่วนต่าง ๆ ว่ามีส่วนใดที่จะนำไปพัฒนา โดยจะต้องคำนึงถึงการนำเสนอเนื้อหาจะต้องนำเสนอให้ได้หลากหลายรูปแบบทั้ง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ฯลฯ และต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ ผู้ผลิตหรือพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คจะต้องทำการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เป้าหมายของหลักสูตร/รายวิชา ชี้ความสามารถของผู้เรียนว่าเมื่อผู้เรียนเรียนรู้จากเลิร์นนิ่งออบเจ็คแล้ว นักเรียนจะมีพฤติกรรมเช่นไร เพื่อกำหนดความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงหลักการแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา กลยุทธ์การสอน ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดวิเคราะห์ คำนวณ มีความรู้ความเข้าใจ ซึ่งอาจเทียบเคียงการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเองผ่านการเรียนรู้ด้วยเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

1.4 ออกแบบ Storyboard และ Flowchart เป็นการออกแบบที่สำคัญเพื่อกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ บนหน้าจอเลิร์นนิ่งออบเจ็คตั้งแต่เนื้อหา ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ แบบทดสอบ ฯลฯ และยังเป็นกำหนัดการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องทำงานเป็นทีมโดยต้องมีผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ตั้งแต่ด้านเนื้อหา ด้านกราฟิก ด้านการเขียนโปรแกรม ฯลฯ เป็นทีมงานในการผลิต เพื่อกำหนดลักษณะงานโดยภาพรวมของแต่ละองค์ประกอบว่ามีความยากง่าย สอดคล้องสัมพันธ์กันหรือไม่ มีความเป็นไปได้ในการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คได้จริงมากน้อยเพียงใด

2. การผลิต เป็นขั้นตอนที่ทีมงานผลิตจะต้องทำการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คตาม Storyboard และ Flowchart ที่ได้ออกแบบไว้โดยมีขั้นตอนในการผลิตดังต่อไปนี้

2.1 ทีมงานผลิตจะต้องศึกษา Storyboard และ Flowchart อย่างละเอียดก่อนทำการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

2.2 ทีมงานผลิตให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อดี ข้อจำกัด ปัญหาเชิงเทคนิคของรูปแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คที่จะผลิต เพื่อร่วมกันหาแนวทางแก้ไข

2.3 ทีมงานจะต้องประชุมเพื่อตกลงร่วมกันในการใช้เครื่องหมายและรูปแบบคำสั่งในเลิร์นนิ่งออบเจ็คในรูปแบบเดียวกัน ใช้รูปแบบการนำเสนอที่เป็นระบบระเบียบไปในทิศทางเดียวกัน

2.4 ทีมงานผลิตอาจแยกเป็นทีมงานย่อยเพื่อรับผิดชอบในงานแต่ละส่วน เช่น ทีมงานผลิตภาพกราฟิก ทีมงานผลิตวีดิทัศน์ ทีมงานเขียนโปรแกรม เป็นต้น แล้วรวบรวมงานของแต่ละส่วนมาให้ทีมงานประกอบเป็นชิ้นงานเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

3. การทดสอบ หลังจากการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็คเสร็จเรียบร้อยแล้วก็นำเลิร์นนิ่งออบเจ็คที่ได้มาทดสอบเบื้องต้นทั้งด้านเทคนิคและเนื้อหา คือ อัลฟาเทสต์ (Alpha test) โดยเน้นการทดสอบการทำงานในเชิงเทคนิคในเบื้องต้นเพื่อการปรับแก้ โดยสามารถทดสอบได้ใน 2 ระดับคือ

3.1 การทดสอบในการเรียนการสอน เป็นการตรวจสอบเลิร์นนิ่งออบเจ็คว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเลิร์นนิ่งออบเจ็คมากน้อยเพียงใด เลิร์นนิ่งออบเจ็คสามารถสื่อสารกับผู้เรียนได้ตาม

วัตถุประสงค์หรือไม่ ดึงดูดความสนใจผู้เรียนเป็นอย่างไร และเมื่อเรียนเสร็จแล้วผู้เรียนบรรลุผล การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้หรือไม่

3.2 ทดลองใช้งาน เพื่อตรวจสอบเลิร์นนิ่งออบเจ็คเกี่ยวกับข้อผิดพลาดตั้งแต่ข้อความ เนื้อหา ภาพ เสียง ฯลฯ มีข้อบกพร่องในส่วนใดบ้าง ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม การเชื่อมโยง ลิงค์ต่างๆ สมรรถนะการทำงานกับคอมพิวเตอร์ ว่าเลิร์นนิ่งออบเจ็คสามารถทำงานได้ดีมากน้อย เพียงใด แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข

1.7 ทฤษฎีการสร้างเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

ในการจัดทำสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็คจัดเป็นสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอย่างหนึ่งต้อง อาศัยทฤษฎีในการสร้าง เพื่อช่วยให้สื่อเหล่านั้น มีคุณภาพและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด กรม วิชาการ (2544: 45-55) ได้ให้แนวทางการออกแบบสื่อมัลติมีเดียตามขั้นตอนการเรียนการสอนของ Gagne' ไว้ 2 ประการ ประการแรกผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าบทเรียนนั้น ๆ ต้องการให้ผู้เรียน ได้รับความรู้และทักษะในลักษณะใด Gagne' เรียกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่าผลการเรียนรู้ (Learning Outcome) ผลจากการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนนี้ จะสัมพันธ์กับการกำหนดวัตถุประสงค์ของ บทเรียน และการกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกทางใดทางหนึ่ง ได้แบ่งผลการเรียนรู้ ออกเป็น 5 แบบดังนี้

1.7.1 ความรู้ที่เป็นลักษณะตัวอักษร (Verbal Information) ความรู้ที่เป็น ลักษณะตัวอักษร หมายถึง การแสดงออกถึงความรู้และความจำที่ผู้เรียนสามารถระบุหรืออธิบายเป็น คำหรือประโยค เช่น การบอกชื่อบุคคลสำคัญ ชื่อเมือง หรืออธิบายความหมายของ “สารสนเทศ” เป็นต้น ผลจากการเรียนรู้ที่คาดหวังจากผู้เรียนในลักษณะนี้ ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เป็นจริง และไม่ต้องการวิเคราะห์หรือการสังเคราะห์ใดๆ เพื่อให้ได้คำตอบ

1.7.2 ทักษะเชิงสติปัญญา (Intellectual Skill) เป็นการแสดงออกของผู้เรียน ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจสามารถประยุกต์หลักการและแนวคิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา ค้นหา คำตอบ แยกแยะ หรือใช้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่ออธิบายสิ่งต่าง ๆ ในเชิงลึกได้ เช่น อธิบายคำว่า “กรวย” “ครอบคร้ว” และ “ความสัมพันธ์ระหว่างเข็มนาฬิกาและวินาที” ได้ในขั้นที่สูงขึ้นจะเกี่ยวข้องกับการใช้ หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ปัญหา หรือ แม้กระทั่งการคิดค้นกฎเกณฑ์ขึ้นมาใหม่ เป็นต้น

1.7.3 กลวิธีทางความคิด (Cognitive Strategies) ทักษะการเคลื่อนไหว และ ทักษะคิด Gagne' คิดว่าแม้จะมีความสำคัญแต่ในการนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบสื่อ มัลติมีเดียขึ้นค่อนข้างยาก แต่ก็ยังคงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เป็นที่ยอมรับในการออกแบบการสอน ในชั้นเรียน

1.7.4 ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor Skill)

1.7.5 ทักษะคติ (Attitudes)

1.8 มัลติมีเดียสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

การพัฒนาสื่อบนแท็บเล็ตจะต้องอาศัยมัลติมีเดียในการนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ จำเป็นต้องอาศัยมัลติมีเดียที่สมบูรณ์ ที่มีองค์ประกอบของตัวอักษร ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ และวีดิทัศน์ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักโดยการใช้ซอฟต์แวร์ โปรแกรมสร้างสื่อประสมในการนำเสนอ ฉะนั้น คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องประกอบด้วย องค์ประกอบที่สำคัญ (กิตานันท์ มลิทอง, 2548) ดังต่อไปนี้

1.8.1 ข้อความ (Text) หรือตัวอักษรถือว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของ มัลติมีเดีย ระบบมัลติมีเดียที่นำเสนอผ่านจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากจะมีรูปแบบและสี ของตัวอักษรให้เลือกมากมายตามความต้องการแล้วยังสามารถกำหนดคุณลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ (โต้ตอบ) ในระหว่างการนำเสนอได้อีกด้วย เพื่อนำเสนอให้ผู้ใช้งานทราบสิ่งที่นำเสนอหลัก ในการเลือกใช้ ข้อความในมัลติมีเดีย คือ อ่านง่าย เลือกรูปแบบ สี สันและขนาดให้เหมาะสม ใช้เทคนิคการนำเสนอใน รูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่การอธิบายความหมาย เช่น การใช้ไฮเปอร์เทกซ์ (Hypertext) ทำได้โดย การเน้นสีที่ตัวอักษร เพื่อให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งที่จะเข้าสู่การอธิบายเพิ่มเติม

1.8.2 ภาพนิ่ง (Still image) เป็นภาพที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด และภาพลายเส้น เป็นต้น ภาพนิ่งนับว่ามีบทบาทต่อระบบงานมัลติมีเดียมากกว่าข้อความ หรือตัวอักษร ทั้งนี้เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงการเรียนรู้หรือรับรู้ด้วยการมองเห็นได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดความหมายได้ลึกซึ้งมากกว่าข้อความหรือตัวอักษรนั่นเอง ซึ่งข้อความ หรือตัวอักษรจะมีข้อจำกัดทางด้านความแตกต่างของแต่ละภาษา แต่ภาพนั้นสามารถสื่อความหมาย ได้กับทุกชนชาติ ภาพนิ่งมักจะแสดงอยู่บนสื่อชนิดต่างๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์หรือ วารสารวิชาการ เป็นต้น

1.8.3 ภาพกราฟิก (Graphics) หมายถึง ภาพถ่าย ภาพเขียน ภาพวาดลายเส้น และภาพลักษณะต่างๆ ที่เป็นภาพนิ่ง หรือแม้แต่ข้อความที่พิมพ์ด้วยโปรแกรมกราฟิกเพื่อตกแต่งให้ สวยงามจะถูกแปลงเป็นภาพกราฟิกเช่นกัน ภาพกราฟิกนับว่าเป็นสิ่งสำคัญในสื่อประสมเนื่องจากเป็น สิ่งดึงดูดสายตาและความสนใจของผู้ชม สามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ดีกว่า การใช้ข้อความ และ ใช้เป็นจุดต่อประสานในการเชื่อมโยงหลายมิติได้อย่างน่าสนใจ ภาพกราฟิกที่ใช้ในสื่อประสมนิยมใช้ กันมาก 2 รูปแบบ คือ

(1) ภาพกราฟิกแบบบิตแมป (Bitmap Graphics) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Raster Graphics เป็นกราฟิกที่สร้างขึ้นโดยใช้ตารางจุดภาพ (Grid of Pixels) จึงทำให้เห็นเป็น ตารางสี่เหลี่ยมเมื่อขยายภาพในการวาดกราฟิกแบบบิตแมปจะเป็นการสร้างกลุ่มของจุดภาพแทนที่จะ เป็น การวาดรูปทรงของวัตถุเพื่อเป็นภาพขึ้นมา การแก้ไขหรือปรับแต่งภาพจึงเป็นการแก้ไขครั้งละ จุดภาพได้เพื่อความละเอียดในการทำงาน ข้อได้เปรียบประการหนึ่งของกราฟิกแบบนี้ คือ สามารถ แสดงการไล่เฉดสีและเงาอย่างต่อเนื่องจึงเหมาะสำหรับตกแต่งภาพถ่ายและงานศิลป์ต่าง ๆ ได้อย่าง

สวยงาม แต่ภาพแบบบิตแม็พมีข้อจำกัดอย่างหนึ่งคือ จะเห็นเป็นรอยหยักเมื่อขยายภาพใหญ่ขึ้น ภาพกราฟิกแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .gif, .tiff, .bmp

(2) ภาพกราฟิกแบบเวกเตอร์ (Vector Graphics) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Draw Graphics เป็นกราฟิกเส้นสมมติที่สร้างขึ้นจากรูปทรงโดยขึ้นอยู่กับสูตรคณิตศาสตร์ ภาพกราฟิกแบบนี้จะเป็นเส้นเรียบนุ่มนวลและมีความคมชัดหากขยายใหญ่ขึ้นจึงเหมาะสำหรับงานประเภทที่ต้องการเปลี่ยนแปลงขนาดภาพเพื่อเหมาะกับการใช้งาน เช่น ภาพวาดลายเส้น การสร้างตัวอักษรและการออกแบบตราสัญลักษณ์ ภาพกราฟิกแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .eps, .wmf, .pict จัดเป็นการนำเสนอด้วยภาพวาด ภาพถ่าย หรือไอคอน แทนการนำเสนอทั้งหมดในเวลาเดียวกัน ซึ่งไอคอนนี้ผู้ใช้สามารถเข้าไปสุ่มรายละเอียดได้

1.8.4 ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เป็นภาพกราฟิกเคลื่อนไหว โดยใช้ Animation Program ในการสร้างเราสามารถนำภาพที่วาดจากโปรแกรมวาดภาพจาก Paint Programs, Draw Programs หรือภาพจาก Clip Art มาใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวได้โดยสะดวก โดยต้องเพิ่มขั้นตอนการเคลื่อนไหวทีละภาพด้วย แล้วใช้สมรรถนะของโปรแกรมในการเรียงภาพเหล่านั้นให้ปรากฏเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหว เพื่อใช้ในการนำเสนอหรือเป็นภาพ ประกอบเว็บไซต์ เป็นการนำเสนอภาพด้วยเทคนิคและวิธีการต่างๆ ทำให้น่าสนใจมากกว่าภาพนิ่งธรรมดา

1.8.5 วิดีโอ (Video) เป็นการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวด้วยความเร็ว 30 ภาพต่อวินาทีด้วยความคมชัดสูง (หากให้ 15-24 ภาพต่อวินาทีจะเป็นภาพคมชัดต่ำ) การถ่ายทำภาพเคลื่อนไหวแบบวิดีโอทัศน์จะต้องถ่ายภาพก่อนด้วยกล้องวิดีโอทัศน์ แล้วจึงตัดต่อด้วยโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เช่น Adobe Premiere และ Ulead Video Studio ปกติแล้วไฟล์ภาพลักษณะนี้จะมีขนาดใหญ่มาก จึงต้องลดขนาดไฟล์ให้เล็กลงด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ (Compression) ด้วยการลดพารามิเตอร์บางส่วนของสัญญาณในขณะที่คงเนื้อหาสำคัญไว้ รูปแบบภาพเคลื่อนไหวแบบวิดีโอทัศน์ บีบอัดที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ Quicktime, AVI และ MPEG1 ใช้กับแผ่นวีซีดี MPEG2 ใช้กับแผ่นดีวีดี และ MPEG4 ใช้ในการประชุมทางไกลด้วยวิดีโอทัศน์ และ Streaming Media เป็นการนำเอาภาพวิดีโอมาเสนอในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีความหลากหลายของภาพที่จะนำเสนอ

1.8.6 เสียง (Sound) เป็นเสียงที่ใช้ในมัลติมีเดียไม่ว่าจะเป็นเสียงพูด เสียงเพลง หรือเสียงเอฟเฟ็กต์ต่างๆ จะต้องจัดรูปแบบเฉพาะเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและใช้งานได้ โดยการบันทึกคอมพิวเตอร์และแปลงเสียงจากระบบแอนาล็อกให้เป็นดิจิทัล แต่เดิมรูปแบบเสียงที่นิยมใช้ มี 2 รูปแบบ คือ WAV (Waveform) จะบันทึกเสียงจริงดังเช่นเสียงเพลงและเป็นไฟล์ขนาดใหญ่ และ MIDI (Musical Instrument Digital Interface) เป็นการสังเคราะห์เสียงเพื่อสร้างเสียงใหม่ขึ้นมา จึงทำให้มีขนาดเล็กกว่าไฟล์ WAV แต่คุณภาพเสียงจะด้อยกว่า ในปัจจุบันไฟล์เสียงที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายอีกรูปแบบหนึ่ง เนื่องจากเป็นไฟล์ขนาดเล็กกว่ามากคือ MP3 เป็นการนำเสียงเข้ามาประกอบการนำเสนอ เพื่อให้มีความเสมือนจริง เช่น เสียงดนตรี เสียงบรรยาย และเสียงธรรมชาติ เป็นต้น

1.8.7 ส่วนต่อประสาน เมื่อนำข้อมูลต่างๆ มารวบรวมสร้างเป็นไฟล์สื่อประสมด้วยซอฟต์แวร์โปรแกรมแล้ว การที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้งานจำเป็นต้องใช้ ส่วนต่อประสาน (Interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นได้ ส่วนต่อประสาน ที่ปรากฏบนจอภาพจะมีมากมายหลายรูปแบบ เช่น รายการเลือก (Menu) แล้วสัญรูปต่าง ๆ เป็นต้น

1.8.8 การเชื่อมโยง ไฟล์สื่อประสมที่สร้างขึ้นอาจจะเป็นไฟล์สื่อประสมธรรมดาที่ใช้เพียงส่วนต่อประสานใน การทำงาน ดังเช่น การนำเสนอเนื้อหาที่บรรจุข้อความ ภาพ และเสียงครั้งละสไลด์เรียงตามลำดับด้วยโปรแกรม PowerPoint แต่หากเป็นไฟล์สื่อประสมเชิงโต้ตอบที่ให้ผู้คลิกปุ่มหรือสัญรูปซึ่งเป็นจุดเชื่อมโยงเพื่อนำไปเนื้อหาที่อื่นๆ ได้ โดยการเชื่อมโยงนี้จะสร้างการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลตัวอักษร ภาพ และเสียง โดยการใช้สี ข้อความขีดเส้นใต้ หรือภาพกราฟิกที่ใช้แทนสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น รูปลำโพง หรือรูปฟิล์ม เพื่อให้ผู้ใช้คลิกที่จุดเชื่อมโยงเหล่านั้นไปยังข้อมูลที่ต้องการ

1.9 การประยุกต์ใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551) ได้กล่าวถึงการใช้สื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็คไว้ว่า เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดสาระความรู้ ความคิด ทักษะ และประสบการณ์จากผู้สอนไปยังผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกเวลา และทุกสถานที่ สามารถจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัลไฟล์ในคอมพิวเตอร์ได้จึงสามารถจัดเก็บ ทาซ้ำ และเผยแพร่ได้โดยสะดวก โดยออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะ นำเสนอแนวคิดหลักย่อยๆ โดยผู้สอนสามารถเลือกใช้ Learning Object ผสมผสานกับการจัดการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้สื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็คในการเรียนการสอนว่า ผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสร้างสรรค์การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเอง และควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน สื่อสารความเข้าใจ และสร้างผลงานโดยมีสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่มีคุณภาพเป็นส่วนช่วย โดยพิจารณาถึงบริบทของชั้นเรียน ความพร้อมของอุปกรณ์สารสนเทศ ความเข้าใจและทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน นอกจากนี้ใช้เสริมหรือทดแทนกิจกรรมปฏิบัติการ สื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็คบางเรื่องยังสามารถใช้เพื่อขยายความรู้ หรือเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วยจากการศึกษาสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค พบว่าหนึ่งในรูปแบบของสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็คที่มีคุณสมบัติที่โดดเด่นในการแสดงภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้เห็นสภาพ การทำงาน หรือเหตุการณ์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้นนั่นก็คือ การใช้การ์ตูนแอนิเมชันในการถ่ายทอดบทเรียน

จากการศึกษารายงานการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์ผู้เรียนได้ประโยชน์จากการเรียนดังนี้ (ศยามน อินสะอาด, 2551)

1. เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์ช่วยเสริมสร้างทักษะทางการเรียน
2. ผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้น มีความสุขและสนุกสนานจากการเรียนโดยใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์
3. เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์ช่วยถ่ายทอดสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมเพื่อสื่อความหมายให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นด้วย
4. เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกิจกรรม ได้ตอบหรือจัดการกับข้อมูลมากกว่าการให้ผู้เรียนอ่านหรือท่องเนื้อหาจากบทเรียน
5. การเรียนโดยใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์แบบจำลองสถานการณ์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้จริง
6. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างแท้จริง
7. ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามความต้องการของตนเอง ทำให้กระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าบทเรียนมากยิ่งขึ้น

เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์เป็นบทเรียนดิจิทัลที่มีรูปแบบสวยงามและมักอยู่ในรูปของเกม ช่วยถ่ายทอดบทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจได้เร็วขึ้นและสนุกกับการเรียนรู้ สำหรับการเลือกหรือมองหาสื่อที่ดี ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแล้วเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์เป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

2. การออกแบบบทเรียนสำหรับแท็บเล็ตตามแนวคิดเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์

2.1 ความหมายของเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์บนแท็บเล็ต

เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์บนแท็บเล็ต หมายถึง สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศ ความรู้ ฯลฯ ผ่านอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา ในลักษณะ Online และ Offline การบริหารจัดการเครือข่าย รวมทั้งสื่อที่สามารถนำเสนอผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตต่างๆ และสื่อเทคโนโลยีที่ผู้สอนนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สอนควร มีความรู้ความเข้าใจในศักยภาพ คุณภาพ ความสามารถในการใช้งานของสื่อที่จะนำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่ามีคุณสมบัติอย่างไร พิจารณาสื่อที่จะนำไปสอนนั้นมีวัตถุประสงค์อย่างไร และ จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างไร จึงจะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด และส่งผลต่อคุณภาพการศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555)

2.2 การนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์บนแท็บเล็ตไปใช้ในการเรียนการสอน

การใช้สื่อสำหรับแท็บเล็ตในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนสามารถแบ่งตามการจัดการเรียนรู้ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.2.1 สอนโดยใช้สื่อเป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ กรณีนี้ผู้สอนใช้สื่อในการถ่ายทอดเนื้อหา สารระ ออกแบบการจัด การเรียนรู้ และเป็นเครื่องมือประกอบการสอนในรายวิชาต่างๆ โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ และการสร้างองค์ความรู้ผ่านสื่อสำหรับแท็บเล็ต (Tablet) ซึ่งเป็นสื่อที่ผู้สอนผลิต ผู้เรียนผลิต ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันผลิต หรือนำเอาสื่อที่มีอยู่โดยทั่วไปจากการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต การจัดซื้อจัดหามาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนของตนเอง และรวมถึงการที่ผู้สอนได้นำสื่อที่ได้จาก การรวบรวมสื่อในรูปแบบต่าง ๆ มาออกแบบระบบการจัดการเรียนรู้ใหม่อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าไปศึกษาหาความรู้ และทาการวัดประเมินผลทั้งในลักษณะระบบออนไลน์หรือระบบออฟไลน์ ดังต่อไปนี้

(1) สอนโดยนำสื่อมาถ่ายทอดองค์ความรู้และสาระเนื้อหาวิชา เพื่อใช้ประกอบการสอนในแต่ละรายวิชา ในลักษณะต่างๆ เช่น การนำเสนอเนื้อหาผ่านโปรแกรมนำเสนอ (Presentation) สื่อวีดิทัศน์ (VDO) สื่อ Electronics อื่นๆ เช่น e-Book, LO (Learning Objects), บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI), Courseware เป็นต้น ลักษณะสื่อ ICT ในปัจจุบันควรมีลักษณะของแฟ้มข้อมูล (File) ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และเข้าถึงสื่อได้อย่างรวดเร็ว

(2) นำสื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ที่ได้จากการผลิต การสืบค้น หรือ สื่ออิเล็กทรอนิกส์มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ e-Learning Courseware ด้วยระบบการจัดการ LMS (Learning Management System) ผ่านระบบเครือข่าย ในลักษณะนี้ ผู้สอนอาจออกแบบให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชานั้นๆ ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การใช้กระดานข่าว (Web board), Twitter, Hi5, Facebook, e-Mail, โทรศัพท์เป็นช่องทางในการติดต่อเพื่อสอบถามและแก้ไขปัญหากับผู้สอน

(3) ผู้สอนนำ ICT เป็นเครื่องมือในการจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน เช่น นำICT มาช่วยในการหาเอกสาร บัตรงาน ใบความรู้ โดยการค้นหาแหล่งเรียนรู้และข้อมูล จาก Internet เป็นต้น

2.2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้การใช้ ICT และการติดต่อสื่อสารด้วย ICT โดยตรง โดยผู้สอนนำเอา ICT เป็นสื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยตรง ได้แก่

(1) สอนให้ผู้เรียนใช้ ICT โดยตรง มักจะปรากฏในรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี และวิชาคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้สอนสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องหลักสูตรมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดในกรณีนี้ผู้สอนจะต้องทาการวิเคราะห์หลักสูตรจัดสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการใช้โปรแกรมต่างๆ จนสามารถใช้งานและผลิตผลงานจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งผู้สอนอาจออกแบบการวัดประเมินผลจากการสร้างผลงานของผู้เรียนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงานตามแนวคิด และวิธีการของตนเองอย่างอิสระ แล้วสร้างชิ้นงานของตนเองในลักษณะสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คาปรึกษาแนะนำ และทาการ

ประเมินในลักษณะผลงานผู้เรียน เป็นงานเดี่ยว งานกลุ่ม หรือแม้กระทั่งประเมินผลร่วมกันกับผู้สอนท่านอื่น

(2) สอนให้ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในการติดต่อสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต แล้วผู้สอนนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ และติดต่อกับผู้เรียน ได้แก่ การสืบค้นข้อมูล Search Engine, e-Mail, Hi5, Facebook, Blogker เป็นต้น

(3) สอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ แต่มีการประเมิน ผลงานด้าน ICT ซึ่งผู้เรียนมีความสามารถในการใช้งานสื่อ ICT จากการเรียนในวิชาคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การจัดกิจกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนค้นหาประวัตินักวิทยาศาสตร์ จากอินเทอร์เน็ตและทำการประเมินผลด้วยการให้ผู้เรียนจัดทำรายงานด้วยโปรแกรมจัดทำเอกสารสำนักงานต่างๆ นำเสนอเนื้อหาผ่านโปรแกรม Presentation หรือจัดทำเป็น Animation, e-Book, VDO, Webpage หรือรูปแบบอื่นๆ โดยผู้สอนประเมินผลการดำเนินงานตามสาระ เนื้อหาและข้อมูล que ผู้เรียนได้นำเสนอ เป็นต้น

2.3 แนวทางการนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตไปใช้ในการเรียนการสอน

ขั้นตอนในการนำสื่อสำหรับแท็บเล็ต (Tablet) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนดังนี้ (1) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา/ปัญหาในการเรียนรู้ (2) สืบค้นสื่อการเรียนรู้ (3) วิเคราะห์เลือกสื่อ (4) เตรียมสภาพแวดล้อมให้พร้อมที่จะนำสื่อไปใช้งาน (5) นำสื่อไปใช้งาน (6) ประเมินผลการใช้ (7) สรุปผลการใช้

ขั้นที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา/ปัญหาการเรียนรู้

เป็นขั้นตอนของการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในห้องเรียนเกิดปัญหาอย่างไร ผู้สอนจะต้องพิจารณาให้เห็นปัญหาอย่างแท้จริง หากเกิดจากกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง หรือหลายกระบวนการ ผู้สอนจะสามารถนำสื่อไปใช้ในการแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ หากนำไปใช้ได้จะต้องใช้สื่อประเภทใด สื่อจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไร เนื้อหามากน้อยเท่าไร จึงจะเหมาะสมกับเวลาเรียน และวัยของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 สืบค้นสื่อการเรียนรู้

เมื่อทราบปัญหาและผู้สอนจะเลือกใช้สื่อในการเรียนรู้ไปแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องทำการสำรวจว่ามีสื่อใดที่ตรงกับเนื้อหาสาระของบทเรียนที่จะสอน ตนเอง หรือสถานศึกษามีสื่ออยู่หรือไม่ มีอยู่ในที่ใดบ้างเป็นสื่อประเภทใด แต่ละประเภทมีกี่ชิ้น สามารถยังคงสภาพใช้งานได้ดีหรือไม่ หากสำรวจแล้วไม่มี จะมีความจำเป็นที่ต้องสร้างขึ้นใหม่หรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เลือกสื่อ

จากขั้นที่ 2 สืบค้นสื่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าสื่ออะไร จำนวนเท่าไรที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ ผู้สอนจะต้องพิจารณาเลือกสื่อได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับ

วัย สติปัญญาของผู้เรียน เนื้อหาสาระของบทเรียนที่ทำการสอน คุณภาพ ความสามารถที่จะใช้งานได้ รวมทั้งพิจารณาว่าจะนำไปใช้ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 เตรียมสภาพแวดล้อมให้พร้อมที่จะนำสื่อไปใช้งาน

เมื่อได้สื่อที่จะนำไปสอนแล้ว ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมพร้อมก่อนใช้งานจริง

ขั้นที่ 5 นำสื่อไปใช้งาน

หลังจากที่ได้สื่อและจัดเตรียมสภาพแวดล้อมจนพร้อมที่จะใช้งานได้ ผู้สอนจะนำสื่อไปใช้งานให้พิจารณาใช้สื่ออย่างคุ้มค่า เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีโอกาสศึกษา และได้รับความรู้จากสื่อด้วยตนเอง และได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้จากตัวสื่อให้มากที่สุด

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการใช้

เมื่อนำสื่อไปใช้งาน ให้ผู้สอนพิจารณาประเมินผลการใช้งานอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ก่อนใช้งาน ระหว่างใช้งานจนเสร็จสิ้นการใช้งานว่าเกิดปัญหาอะไร ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ สื่อมีคุณภาพเป็นอย่างไร เหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ ผู้เรียนเรียนรู้ได้หมดทุกคนหรือไม่ เป็นต้น สิ่งต่างๆเหล่านี้จำเป็นที่ผู้สอนจะต้องประเมินผล และทบทวนว่าเกิดปัญหาลึบในขั้นตอนใดจะต้องแก้ไขอย่างไร

ขั้นที่ 7 สรุปผลการใช้

ผู้สอนทำการสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลการใช้ในแต่ละขั้นตอน ตามขั้นตอนที่ 6 เพื่อพิจารณานำสื่อไปใช้งานต่อไป

2.4 การประยุกต์ใช้เลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตในการเรียนการสอน

ในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนสามารถนำสื่อทางด้าน ICT มาประยุกต์ใช้เพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้ (1) ใช้นำเข้าสู่บทเรียน (2) ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ (3) ใช้ขยายความรู้ และ (4) ใช้สรุปเนื้อหา

2.4.1 ใช้นำเข้าสู่บทเรียน

ใช้นำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนอาจนำภาพดิจิทัล (Digital) VDO หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ใด ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาและสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับเรื่องที่ได้รับชม เพื่อกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียน เนื่องจากคุณสมบัติพิเศษของสื่อสำหรับแท็บเล็ต (Tablet) ที่เป็นมัลติมีเดีย มีการแสดงข้อมูลได้ทั้งภาพและเสียง การแสดงข้อมูลในลักษณะเสมือนจริงสามารถตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2 ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนอาจออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยการจัดการในระบบ LMS โดยอาศัย Software ให้ผู้เรียนเลือกศึกษาความรู้จากการออกแบบของผู้สอน ให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนรู้

ได้ตลอดเวลา โดยอาศัยสื่ออื่นประกอบ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI), e-Book, LO, Courseware, VDO ผู้สอนจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า และพิจารณาเนื้อหา ที่สอน มาให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือเลือกสื่อที่ให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้จากสื่อโดยตรง

2.4.3 ใช้ขยายความรู้

ในขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องพิจารณาความรู้ความสามารถด้าน ICT ของผู้เรียนมาเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ เช่น

(1) ค้นหาความรู้จากอินเทอร์เน็ต โดยใช้ Search Engine เช่น ค้นหาข้อมูลเนื้อหา รูปภาพ แผนที่จาก Google ค้นเรื่องราวข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องจาก YouTube ในลักษณะรายการโทรทัศน์

(2) นำความรู้ที่ได้มาศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ให้เป็นความรู้ของตนเอง และจัดทำเป็นเอกสารด้วยโปรแกรมจัดทำเอกสาร ส่ง e-Mail ให้ครู

(3) สร้างเป็น e-Book, Webpage หรือรายการโทรทัศน์

(4) ให้ผู้เรียนทำ ปฏิทิน คำนวณหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมตารางคำนวณ

(5) ทำบัตรอวยพร บัตรเชิญ ด้วยโปรแกรมวาดภาพ โปรแกรมนำเสนอ เป็นต้น

(6) เปิดกระดานสนทนา (Web board) ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

(7) สร้างเป็นกลุ่มสนใจ เช่น Web Blog, Social Network ขยายความรู้ในกลุ่มด้วย hi5, Facebook, twitter

2.4.4 ใช้สรุปเนื้อหา

การสรุปเนื้อหาเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอน ในแต่ละครั้ง หรือ แต่ละชั่วโมง ผู้สอนอาจออกแบบโดยการนำสื่อ ICT มาให้ผู้เรียนทำการสรุปในลักษณะต่าง ๆ เช่น

(1) ให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ มานำเสนอและจัดทำด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

(2) นำสื่อที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตหรือ VDO มาให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้และสรุปความรู้

(3) ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. การออกแบบการเรียนรู้การสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Instructional Design of Learning Object)

การออกแบบการเรียนรู้การสอน มีผลต่อมุมมองในการเรียนรู้ของมนุษย์ เป็นรูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางต่อการออกแบบการเรียนรู้การสอน ตลอดจนการสร้างสื่อการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Mowat, 2007)

3.1 ประเมินความเป็นไปได้ (Evaluate Feasibility)

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการ กำหนดขอบเขต เริ่มต้น การรวบรวม ข้อมูล และการวิเคราะห์ เพื่อยืนยันความเป็นไปได้และความถูกต้อง การออกแบบที่มีประสิทธิภาพ จะต้องทำการประเมินความเป็นไปได้อีกก่อนที่จะเริ่มโครงการ/งานผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค บทบาทนี้จะเป็นของนักออกแบบการเรียนรู้การสอน (ครูผู้สอน) ผู้จัดการโครงการ (จัดทีม และแผนโครงการ วิเคราะห์ความต้องการ วิเคราะห์ ฟังก์ชัน)

3.2 จัดทีมและวางแผนโครงการ (Align Team and Plan Project)

เป็นการจัดทำโครงการผลิตเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ต้องมีความร่วมมือของกลุ่มคนที่แตกต่างกัน มีทีมงาน มีการสื่อสารและการวางแผนโครงการ ระยะนี้เกี่ยวข้องกับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- ระบุทักษะที่จำเป็นสำหรับโครงการ (นักออกแบบการเรียนรู้การสอนและผู้เชี่ยวชาญ)
- เลือกสมาชิกในทีมตามทักษะที่จำเป็น
- ตรวจสอบ และโปรโตคอลการสื่อสาร เอกสาร
- ตรวจสอบบทบาทของสมาชิก ทีมงาน เอกสารและความรับผิดชอบขั้นต้นของโครงการแต่ละขั้น
- ตรวจสอบเอกสาร การจัดการ การจัดการกระบวนการ
- ระบุความเสี่ยงของโครงการ กำหนดวิธีการที่มีแนวโน้มการเกิดขึ้นของ ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น และพัฒนาเอกสารและกลยุทธ์เพื่อลดความเสี่ยง
- ตัดสินใจเกี่ยวกับเครื่องมือ การบริหารจัดการโครงการ และขั้นตอน ในการปฏิบัติตาม
- ร่าง แผนโครงการ และเวลา

3.3 วิเคราะห์ความต้องการ (Analyze Need)

ขั้นตอนนี้ปรับแต่งและชี้แจงข้อมูลที่รวบรวมได้ในระหว่างการประเมินความต้องการ นอกจากนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบการผลิต และขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

- การวิเคราะห์ Job analysis
- การวิเคราะห์ Task analysis
- การวิเคราะห์ผู้เรียน เช่น ลักษณะการเรียนรู้ (Learning Style) เป้าหมายทางการปฏิบัติงานหรืออาชีพ เพื่อกำหนดความเหมาะสมของกิจกรรม
- วิเคราะห์ช่องว่างการทำงานที่กำหนดไว้
- วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในการเรียนรู้การใช้งานวัตถุประสงค์ก่อนหน้านี้

3.4 การวิเคราะห์การทำงาน (Analyze Functionality)

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ ระบบการจัดการเนื้อหา การจัดเก็บ การเผยแพร่ และการแสดงเนื้อหา ดังนี้

- วิเคราะห์แพลตฟอร์มที่ผู้เรียนจะได้รับการเข้าถึง
- ระบุและวิเคราะห์ตัวเลือกซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนา
- เลือกเครื่องมือสำหรับการผลิตและสร้างต้นแบบ
- วิเคราะห์การจัดที่ใช้ในองค์กร มาตรฐานการใช้งาน และความปลอดภัย

3.5 ระบุและขจัดวัตถุประสงค์ปลายทางที่ซ้ำกัน (Identify and Eliminate Duplicate Terminal Objectives)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการลดวัตถุประสงค์ที่ซ้ำ ๆ กัน ให้เป็นจุดประสงค์ที่ตรงที่สุดที่สามารถวัดได้

3.6 ระบุวัตถุประสงค์ใช้งาน (Identify Enabling Objectives)

ขั้นตอนที่ 5 และ 6 จะใช้สร้างเลิร์นิงออบเจ็คจากเนื้อหาที่มีอยู่ ทั้งสองขั้นตอนจะสนับสนุนการเรียนการสอนรูปแบบการออกแบบที่มีการปรับเปลี่ยนการออกแบบการเรียนรู้ที่มีอยู่ในเลิร์นิงออบเจ็คนำมาใช้ใหม่ คือ

- ระบุเป้าหมายผลการดำเนินงานและวัตถุประสงค์ย่อย
- สร้างแผนภาพการเรียนการสอน
- ตรวจสอบ ขจัด และกำหนดวัตถุประสงค์ย่อยให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์นำทาง
- การใช้เนื้อหาตามวัตถุประสงค์จะต้องสามารถวัดได้
- ออกแบบวัตถุประสงค์ โดยย่อยวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมสำหรับเลิร์นิงออบเจ็คที่จะเกิดขึ้นในแต่ละเรื่อง

3.7 ออกแบบ (Design)

การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค จะเป็นการออกแบบในส่วนการพัฒนา ทั้งเนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา และกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามรายการโมดูลทั้งหมดจัดการแสดงผลที่เลือก แต่ละเรื่อง จัดทำคำแนะนำ การออกแบบการนำทาง วัตถุประสงค์และ การใช้มีัลติมีเดีย มาช่วยสนับสนุนการสร้างบทเรียนของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ได้แก่

- เขียนโฟลว์ชาร์ต (flowchart) จะช่วยสื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างหน้าจอ แต่ละหน้า ในรูปแบบความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ซึ่งตอบสนองคุณสมบัติของสื่อผสมหลายมิติได้ดี
- เขียนสตอรี่บอร์ด (storyboard scripting) เป็นการกำหนดสิ่งที่จะปรากฏบน หน้าจอ รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับโปรแกรมการนำเสนอเนื้อหาต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้าน เนื้อหา และทีมงานผลิต

3.8 พัฒนา (Develop)

มีการทบทวน ให้ข้อเสนอแนะตามที่ได้รับการพัฒนาตามสตอรี่บอร์ด และ ทำการเขียนโปรแกรม เชื่อมโยง ใส่เทคนิคที่จำเป็นตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นดำเนินการและ ประเมินงานเป็นระยะ ๆ

3.9 ดำเนินการ (Implement)

ก่อนที่จะดำเนินการจะต้องตรวจสอบและแก้ไขการวางแผนการดำเนินการ แนวโน้มที่สร้างขึ้นก่อนหน้านี้ในโครงการ การเรียนรู้ตามแผน ทบทวนแผนการดำเนินงานและ กำหนดเวลา จากนั้นดำเนินการโครงการตามทีวางแผนเอาไว้ เป็นการทำงานตามโฟลว์ชาร์ต สตอรี่บอร์ด และแผนที่ได้วางไว้ เสนอประเด็นปัญหาในเชิงเทคนิคที่อาจเกิดขึ้น

3.10 ประเมินผล (Evaluate)

เป็นการประเมินผลระดับแรก และครั้งที่สอง หรือที่ส่วนท้ายของการดำเนินการ เพื่อวัดผลลัพธ์ตามเกณฑ์ในการประสบความสำเร็จ เป็นที่ยอมรับที่จุดเริ่มต้นของโครงการ (สร้างและ ประเมินเครื่องมือการประเมินผล)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต

4.1 งานวิจัยในประเทศ

พิมพ์พัชร พรสวรรค์ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็ค รูปแบบจำลองสถานการณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็ครูปแบบจำลอง สถานการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนเสริมโดยการใช้สื่อการเรียนรู้อุปแบบจำลองสถานการณ์

กับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติและศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเลิร์นนิ่งออบเจ็คในรูปแบบจำลองสถานการณ์ที่พัฒนาขึ้น โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 หินและแร่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากประชากรจำนวน 9 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน สุ่ม 2 ห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 1 ห้อง โดยใช้แบบแผนการวิจัยรูปแบบการวิจัยเชิงทดลองและใช้การวิจัยแบบ Control Group Pretest-Posttest Design ผลการวิจัยพบว่า เลิร์นนิ่งออบเจ็คในรูปแบบจำลองสถานการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 84.40/83.13$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด $80 / 80$ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสอบได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 มีคะแนนหลังการเรียนโดยรวมสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วย เลิร์นนิ่งออบเจ็ค รูปแบบจำลองสถานการณ์ อยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51

อรนุช สมภักดี (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัล เลิร์นนิ่งออบเจ็ควิชาออกแบบเบื้องต้นสำหรับผู้เรียนด้านการออกแบบระดับอุดมศึกษา คือ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์วิชาออกแบบเบื้องต้นของผู้เรียนด้านการออกแบบระดับ อุดมศึกษา 2) ประเมินผลการเรียนรู้จากงานปฏิบัติของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งออบเจ็ควิชาออกแบบเบื้องต้น และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งออบเจ็ค วิชาออกแบบเบื้องต้น ผลงานวิจัย พบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์วิชาออกแบบเบื้องต้นสำหรับผู้เรียนด้านการออกแบบระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วย กระบวนการสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งออบเจ็ค และระบบบริหารจัดการ MOODLE RMUTL และผลการประเมินคุณภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียนอยู่ในระดับดีมาก 2) คะแนนทดสอบหลังเรียนภาคปฏิบัติสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการประเมินการเรียนรู้จากงานปฏิบัติของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งออบเจ็คอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และ ผลการประเมินจากแฟ้มสะสมผลงานโดยตัวผู้เรียนเองโดยเพื่อน และโดยผู้สอนอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 4.49 และ 4.45 ตามลำดับ และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งออบเจ็คอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91

วิไลพร ไชยสิทธิ์ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

ปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนบ้านจอมบึง (วาปีพร้อมประชาศึกษา) อ.จอมบึง จ.ราชบุรี จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แอปพลิเคชันฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test Statistic) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน คือด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน และด้านการวัดผลและประเมินผล ภาพรวมทุกด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.78/95.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนกับ หลังเรียนด้วยแอปพลิเคชัน พบว่า คะแนนหลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 4.28

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Wiley (2000) ได้ศึกษาเรื่อง “Learning Objects Design and Sequencing Theory” โดยใช้วิธีการศึกษาวิเคราะห์วิจารณ์งานวิจัยและศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการสร้างทฤษฎี สังเคราะห์และสร้างทฤษฎีการออกแบบการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์จากการวิจัย ทำให้ได้ทฤษฎีการออกแบบการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์ที่ชื่อว่า LODAS (Learning Objects Design and Sequencing Theory) เป็นทฤษฎีการออกแบบการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์ที่จะเป็น ตัวอย่างหรือแบบจำลองให้กับนักพัฒนาการออกแบบการสอน สามารถนำไปออกแบบให้ใช้ได้กับทุก บริบทของการศึกษา นอกจากนั้นผลการศึกษายังพบว่า องค์ประกอบ 3 ประการที่ทำให้เลิร์นนิ่งออบเจ็คต์สำเร็จ ได้แก่ ทฤษฎีการออกแบบการสอน, การแบ่งประเภทเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์และคำอธิบายการ เชื่อมต่อวัสดุ ที่เชื่อมต่อ (Connect) ทฤษฎีการออกแบบการสอนที่เชื่อมโยงไปสู่การแบ่งประเภทเลิร์น นิ่งออบเจ็คต์ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับประเภทของเป้าหมายของการเรียนรู้ การใช้ประเภทของเลิร์นนิ่ง ออบเจ็คต์ได้นำเสนอคำแนะนำในการออกแบบประเภทเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์ 5 ประเภท ได้แก่ 1. นำเสนอ แต่ภาพ ใช้ภาพเป็นสื่อ (Single type Learning Objects) 2. ใช้การอธิบาย โดยมีข้อความประกอบ เสียงบรรยาย (Combined-closed) 3. ใช้ลิงค์เชื่อมโยงข้อมูล (Combined-open) 4. นำเสนอ ประเด็นปัญหา (Generative presentation) 5. ออกแบบให้มีลักษณะเหมือนการสอนจริง ไม่นำเสนอ เพียงอย่างเดียว (Generative-instructional) ในแต่ละแบบจะมีหลักการและวิธีการดำเนินการ ออกแบบการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็คต์ ซึ่งนักออกแบบการสอนจะเลือกตามความเหมาะสมของหลักสูตร หรือเลือกตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

Lake et al (2009) ได้ศึกษาเรื่อง “Effective Use of Learning Objects in Class Environments” โดยพัฒนารูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่ช่วยทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียนด้วยเลิร์นนิ่งออบเจ็คซึ่งเป็นสื่อที่เหมือนกับสื่ออื่น ๆ ที่สามารถช่วยเหลือหรืออุดรอยรั่วปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนในห้องเรียนได้ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้สร้างกรอบโมเดลของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนขึ้น และพบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอน ผ่านหลักสูตร (Curriculum) ส่วนสนับสนุน (Professional support) และโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสม ในรูปของ ICT (Infrastructure) ซึ่งจะเป็ปัจจัยหลักช่วยให้การเรียนด้วยสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็คประสบความสำเร็จ และอภิปรายผลงานวิจัยว่าผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ มีผลมาจากรูปแบบโมเดลของการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

Gronn, Olivia & Gerard (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คมาใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียน 6 แห่งในเมืองเมลเบิร์นประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือระหว่าง The Learning Federation (TLF) กับ Learning and Teaching with Technology in Catholic Education ในการที่จะสนับสนุนให้โรงเรียนนำไอซีทีมาใช้ในการเรียนการสอน โดยสามารถนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คมาใช้ได้ทั้งในรูปแบบของสื่อออนไลน์ผ่านระบบ E-Learning และใช้โดยผ่านซีดีรอม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในผลการศึกษารูปได้ว่า ส่วนใหญ่ครูผู้สอนจะนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้หลักการหรือแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ผ่านเลิร์นนิ่งออบเจ็ค และถือเป็นสื่อการเรียนรู้อรูปแบบใหม่ที่จะช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นด้วยวิธีการนำเสนอเนื้อหาที่แปลกใหม่ ส่วนในด้านของผู้เรียนนั้นส่วนใหญ่เห็นว่าการนำเลิร์นนิ่งออบเจ็คมาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยให้การเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่น่าสนใจและสนุก ช่วยให้ผู้เรียนทำงานหรือทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ด้วยตนเองผ่านสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ส่วนในด้านการออกแบบของสื่อเลิร์นนิ่งออบเจ็คนั้น ผู้เรียนส่วนใหญ่เห็นว่าการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คในรูปแบบของสื่อประสมช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยวิธีการนำเสนอเนื้อหาหรือกิจกรรมที่แปลกใหม่หรือท้าทายให้กับผู้เรียน เช่น ในรูปแบบของเกมผู้เรียนสามารถที่จะควบคุมการเล่นหรือการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามระดับความสามารถและทักษะของผู้เรียน ฯลฯ แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนได้เสนอแนะว่าในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ควิชาคณิตศาสตร์นั้นควรออกแบบเนื้อหาและการนำเสนอของเลิร์นนิ่งออบเจ็คให้เหมาะสมกับอายุและความต้องการของผู้เรียนด้วย

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต (Tablet-based Learning)

การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ตเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากอุปกรณ์เทคโนโลยีที่หลากหลายผ่านการออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้สูงสุด โดยมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
2. ระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
3. ประเภทของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
4. การพัฒนาแอปพลิเคชันคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
5. ประเภทของโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา
6. การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
7. การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพ (Accelerometer)
8. การใช้มัลติทัช (Multi-Touch)
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แท็บเล็ต (Tablet) หมายถึง คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก รูปร่างเป็นแผ่นบาง มีหน้าจอแบนอยู่ในเครื่องเดียวกัน ออกแบบให้ทำงานได้โดยระบบสัมผัสหน้าจอ (Touch Screen) แป้นพิมพ์เสมือนจริง (Virtual Keypad) และดินสอเขียนบนจอ (Stylus) เพื่อให้สามารถทำงานได้เหมือนกับกระดาษขนวนหรือแผ่นจารึกที่อยู่ในรูปแผ่นหินแผ่นไม้ แผ่นดินเหนียว แผ่นไม้เคลือบขี้ผึ้งที่เคยมีใช้ในอดีต

คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต (Tablet computer) เรียกสั้น ๆ ว่า แท็บเล็ต เป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็กกว่าคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก พกพาง่าย น้ำหนักเบา มีคีย์บอร์ด (keyboard) ในตัว หน้าจอเป็นระบบสัมผัส (Touch-screen) ปรับหมุนจอได้อัตโนมัติ แบตเตอรี่ใช้งานได้นานกว่าคอมพิวเตอร์พกพาทั่วไป ระบบปฏิบัติการที่ใช้มีทั้งที่เป็น แอนดรอยด์ (Android) ไอโอเอส (IOS) และ วินโดวส์ (Windows) ระบบการเชื่อมต่อสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีทั้งที่เป็นไวไฟ (Wi-Fi) และ ไวไฟพลัส 3 จี (Wi-Fi + 3G)

คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต คือเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่สามารถพกพาได้และใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงานเป็นอันดับแรก ออกแบบให้สามารถทำงานได้ด้วยตัวมันเอง ซึ่งเป็นแนวคิดที่ได้รับความนิยมสูงเป็นอย่างมากหลังจากทาง Microsoft ได้ทำการเปิดตัว Microsoft Tablet PC ในปี 2001 แต่หลังจากนั้นก็เงียบหายไปและไม่เป็นที่นิยมมากนักแท็บเล็ตพีซี ไม่เหมือนกับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะหรือ Laptops ตรงที่อาจจะไม่มีแป้นพิมพ์ในการใช้งาน แต่อาจจะใช้แป้นพิมพ์เสมือนจริงในการใช้งานแทน (มีแป้นพิมพ์ปรากฏบนหน้าจอใช้การสัมผัสในการพิมพ์) แท็บเล็ตพีซี ทุกเครื่องจะมีอุปกรณ์ไร้สายสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและระบบเครือข่ายภายใน

ความแตกต่างระหว่าง แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ และ แท็บเล็ต พีซี นั้นคือ เริ่มแรก แท็บเล็ตพีซี จะใช้หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ที่ใช้สถาปัตยกรรม x86 ของ Intel เป็นพื้นฐานและมีการปรับแต่งนำเอาระบบปฏิบัติการหรือ OS ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือ Personal Computer หรือ PC มาทำให้สามารถใช้งานสัมผัสในการทำงานได้ ตัวอย่างเช่น Windows 7 หรือ Ubuntu Linux แทนที่จะใช้แป้นพิมพ์คีย์บอร์ดหรือเมาส์ และเนื่องจากการรวมกันระหว่างระบบปฏิบัติการ Windows และหน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ของ Intel ทำให้มีคนเรียกกันว่า Wintel ต่อมาในปี 2010 ได้เกิดแท็บเล็ตที่แตกต่างจาก แท็บเล็ตพีซี ขึ้นมาโดยไม่มีรอยขีดข่วนกับ Wintel แต่ไปใช้ระบบปฏิบัติการของโทรศัพท์เคลื่อนที่แทนนั้นก็คือ แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะใช้น้ำจอบแบบ capacitive แทนที่ resistive ทำให้สามารถสัมผัสโดยการใช้นิ้วได้โดยตรงและสัมผัสพร้อมกันที่หลายจุดได้หรือ multi-touch ประกอบกับการใช้หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ที่ใช้สถาปัตยกรรม ARM แทนซึ่งสถาปัตยกรรม ARM นี้ทำให้แท็บเล็ตนั้นมีการใช้งานได้ยาวนานกว่าสถาปัตยกรรม x86 ของ Intel หลาย ๆ คนคงจะรู้จักแท็บเล็ตตัวนี้กันเป็นอย่างดีนั่นก็คือ ไอแพด (iPad) นั่นเอง

สรุปความหมายของแท็บเล็ตก็คือ คอมพิวเตอร์พกพาหรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานขณะเคลื่อนที่ได้ขนาดกลางที่มีหน้าจอบแบบสัมผัสในการใช้งานเป็นหลักแต่นั้นก็เป็นมุมมองของแต่ละบริษัทและแต่ละคนว่าจะเรียกว่าอะไร ในอนาคตอาจจะมีการนิยามคำว่า แท็บเล็ต ใหม่ให้กระชับและครอบคลุมกว่านี้ก็ได้

2. ระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

2.1 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows OS)

เป็นระบบปฏิบัติการวินโดวส์ XP ที่เป็นเวอร์ชันพิเศษสำหรับ Tablet PC โดยเฉพาะ ซึ่งมีคุณสมบัติไม่แตกต่างไปจากเอ็กซ์พีที่ใช้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่มีการเพิ่มส่วนที่เรียกว่า Advanced handwriting และ Speech Recognition เข้าไปเสริม ทำให้ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลลงใน Tablet PC ได้อย่างอเนกประสงค์มากขึ้น ไม่ต้องใช้คีย์บอร์ดพิมพ์ข้อความเข้าไปอย่างเดียว

2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android OS)

เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ เน็ตบุ๊ก ทำงานบนลินุกซ์เคอร์เนล เริ่มพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์ (Android Inc.) จากนั้นบริษัทแอนดรอยด์ถูกซื้อโดยกูเกิล และนำแอนดรอยด์ไปพัฒนาต่อ ภายหลังจากพัฒนาในนามของ Open Handset Alliance ทางกูเกิลได้เปิดให้นักพัฒนาสามารถแก้ไขโค้ดต่าง ๆ ด้วยภาษาจาวา และควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางชุด Java libraries ที่กูเกิลพัฒนาขึ้น

3. ประเภทของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

3.1 แท็บเล็ตของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เป็นระบบปฏิบัติการแบบโอเพนซอร์ส (Open source) ใช้กับแท็บเล็ตยี่ห้อและรุ่นต่าง ๆ คือ เอเซอร์ ไอคอนียาแท็บ (Acer Iconia Tab) อัสซุส ทริปเปิลอีแพดทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Asus Eee Pad Transformer) เดลล์ สตรีก (Dell Streak) เอชทีซี ฟลายเออร์ (HTC Flyer) โมโตโรลา ซูม (Motorola Xoom) ซัมซุง กาแล็กซี่แท็บ (Samsung Galaxy Tab) โซนี่ แท็บเล็ตเอส (Sony Tablet S) สโคแพด (ScoPad)

3.2 ไอแพด (iPad)

แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบและพัฒนาโดยบริษัทแอปเปิล โดยมีหน้าที่หลักในด้านมัลติมีเดียในด้าน ภาพยนตร์ เพลง เกม อีบุ๊ก และท่องเว็บไซต์ ขนาดและน้ำหนักของไอแพดมีขนาดเบากว่าแล็ปท็อป โดยมีน้ำหนัก 680 กรัม และ 601 กรัม สำหรับไอแพดรุ่นแรกและไอแพดรุ่นสอง

3.3 แท็บเล็ตอื่น ๆ

3.3.1 ไมโครซอฟท์เซอร์เฟซ (Microsoft Surface) เป็นแท็บเล็ตที่ออกแบบและวางขายโดยบริษัทไมโครซอฟท์ โดยเซอร์เฟซจะมีวางจำหน่ายสองรุ่นคือ "เซอร์เฟซ" และ "เซอร์เฟซโปร" โดยตัวเครื่องจะทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ วินโดวส์อาร์ที และใช้ซีพียูของอินเทลมีขนาดหน้าจอ 10.6 นิ้ว แสดงผลในลักษณะจอกว้างไวด์สกรีนเฮชดี 16 : 9

3.3.2 แบล็กเบอรี่เพลย์บุ๊ก (BlackBerry PlayBook) เป็นแท็บเล็ตระดับมืออาชีพที่ใช้การประมวลผลแบบดual-core มัลติโปรเซสซิง และการทำงานแบบมัลติทาสกิง (Multi-tasking) เครื่องแรก รองรับการทำงานกับระบบงานแบบองค์กรธุรกิจขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับ องค์กรขนาดใหญ่หรือผู้ใช้ทั่วไป ออกแบบมาเพื่อระบบมัลติมีเดียประสิทธิภาพสูง ด้านระบบรักษาความปลอดภัยที่ทันสมัย

4. การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

เป็นการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตในชั้นการนำไปใช้งานสำหรับผู้เรียนที่เป็นลักษณะโปรแกรมประยุกต์ทางการศึกษา โดยพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต หรือที่เรียกว่า โมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิลป์ (2554) ได้ให้ความหมายของแอปพลิเคชัน ไว้ว่า แอปพลิเคชัน (Application) คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) โดยแอปพลิเคชัน

จะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางในการทำงานของผู้ใช้บนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา

ชูพงษ์ ชูเสมอ (2553) แบ่งประเภทของแอปพลิเคชัน ไว้ดังนี้

1. Desktop Application คือ Application ที่ทำงานบนเครื่อง Desktop Computer เช่น PC หรือ Mac เป็นต้น
 2. Mobile Application คือ Application ที่ทำงานบน Mobile Device เช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต เป็นต้น
 3. Web Application คือ Application ที่ทำงานบน Web เช่น Gmail เป็นต้น
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555) โหมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา หมายถึง โปรแกรมประยุกต์ทางการศึกษาที่นำไปใช้เป็นบทเรียนสำหรับแท็บเล็ต โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เสริมการเรียนรู้ เสริมการสอน หรือสร้างองค์ความรู้แก่ผู้เรียน มีการเรียนรู้ในรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน

5. ประเภทของโหมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา

โหมบายแอปพลิเคชันทางการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555)

5.1.1 แอปพลิเคชันรูปแบบเสริมการเรียนรู้ (Learning Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่นำเสนอเนื้อหา วัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชันการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ แอปพลิเคชันฝึกอ่าน – ฝึกเขียน เป็นต้น

5.1.2 แอปพลิเคชันรูปแบบเสริมการสอน (Instruction Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น วัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นสื่อช่วยครูในการสอน มีลักษณะที่เน้นภาพเคลื่อนไหว (Animation) ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชันแสดง ภูเขาไฟระเบิด แอปพลิเคชันแสดงการไหลเวียนของโลหิตในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

5.1.3 แอปพลิเคชันรูปแบบสร้างองค์ความรู้ (Construction Media) หมายถึง แอปพลิเคชันที่เป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือผลงานประกอบการเรียนรู้ หรือสร้างองค์ความรู้ ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชันสร้างรูปทรงสามมิติ เพื่อช่วยในการออกแบบ แอปพลิเคชันวัดระยะทาง/พื้นที่ เป็นต้น

โหมบายแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาที่ หรือโปรแกรมประยุกต์ทางการศึกษา มีคุณสมบัติ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ 1) แอปพลิเคชันรูปแบบเสริม การเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้เรียนรู้ในเชิงเนื้อหา การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน 2) แอปพลิเคชันรูปแบบเสริมการสอน โดยการใช้ภาพเคลื่อนไหว

(Animation) เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น และ 3)แอปพลิเคชันรูปแบบสร้างองค์ความรู้ ซึ่งได้นำวิธีการเรียนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐานเข้ามาใช้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมคุณธรรมด้านความมีวินัย

6. การออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

เป็นการออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คตามที่ Atkins and Jones (2004) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

6.1 การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical design) ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค สิ่งที่ผู้ออกแบบและพัฒนาควรคำนึงถึง คือ ลักษณะของผู้เรียน (Learner focus) เนื้อหาครบถ้วนถูกต้อง (Content integrity) การใช้งานง่าย (Usability) และการเข้าถึงได้ (Accessibility) ในรูปแบบของสื่อดิจิทัล นอกจากนี้ผู้ออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการศึกษา ซึ่งกลยุทธ์ในการสอนเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ คำนวณ หรือทำความเข้าใจแนวคิดหลักของเนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตัวของผู้เรียนเองผ่านสื่อการเรียนรู้เลิร์นนิ่งออบเจ็ค

6.2 การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) โดยพื้นฐานแล้วนั้น การออกแบบส่วนการโต้ตอบของบทเรียนอาจเปรียบได้กับการที่ผู้เรียนได้โต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน การออกแบบในส่วนนี้อาจต้องใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อจะช่วยให้ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

6.3 การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information design) การออกแบบเพื่อนำเสนอด้านเนื้อหาสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตัวอักษร ฯลฯ ซึ่งเนื้อหาที่จะนำเสนอให้กับผู้เรียนนั้นต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของบทเรียน และคำนึงถึงประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดียมาใช้ให้มากที่สุด เพื่อการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่แปลกใหม่หรือท้าทายสำหรับผู้เรียน

6.4 การออกแบบหน้าจอ (Interface design) การออกแบบหน้าจอถือเป็นส่วนที่ผู้ออกแบบควรให้ความสำคัญโดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานของผู้เรียน เช่น อายุหรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้การออกแบบหน้าจอจะประกอบด้วย การออกแบบตัวอักษร การใช้เสียง การใช้ภาพกราฟิกหรือภาพเคลื่อนไหว ส่วนของการใช้งาน เช่น การใช้เมาส์ คีย์บอร์ด หรือการพิมพ์ การออกจากบทเรียน (Exit) ปุ่มช่วยเหลือ (Help) การแสดงสถานะของปุ่มหรือข้อความ (Rollover and hover text) และอภิธานศัพท์ (Glossaries)

7. การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพ (Accelerometer)

7.1 การติดต่อกับเซ็นเซอร์

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร (2555) กล่าวถึงการทำงานของแท็บเล็ตแอนดรอยด์กับเซ็นเซอร์ไว้ว่าแท็บเล็ตแอนดรอยด์รุ่นใหม่ๆ จะมาพร้อมกับเซ็นเซอร์ (Sensor) หลายชนิด ซึ่งแท็บเล็ตแอนดรอยด์ได้เตรียม API ไว้ให้เข้าถึงข้อมูลจากเซ็นเซอร์เหล่านี้ได้ เช่น Accelerometer ที่เอาไว้จับความเคลื่อนไหวของตัวเครื่อง และเซ็นเซอร์แม่เหล็ก (Magnetic Sensor) ที่ทำให้อุปกรณ์แท็บเล็ตแอนดรอยด์ทำงานได้นั่นเอง

7.2 การเขียนโค้ดเพื่ออ่านค่าเซ็นเซอร์

7.2.1 การอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ไม่ว่าชนิดใด เป็นบริการด้านเซ็นเซอร์ (Sensor Service) จากแท็บเล็ตแอนดรอยด์โดยใช้เมธอด getSystemService

7.2.2 ใช้เมธอด getDefaultSensor เพื่อระบุชนิดของเซ็นเซอร์ที่ต้องการเข้าถึง

7.2.3 ใช้เมธอด registerListener

7.2.4 ใช้เมธอด onSensorChanged ของอินเทอร์เฟซ SensorEventListener

8. การใช้มัลติทัช (Multi-Touch)

การใช้มัลติทัช (Multi-Touch) เป็นการแตะหรือสัมผัสหน้าจอถือว่าเป็นวิธีการในการป้อนข้อมูลให้กับแท็บเล็ต ซึ่งแท็บเล็ตในปัจจุบันจะมาพร้อมกับหน้าจอสัมผัสแบบหลายจุด เรียกว่ามัลติทัช (Multi-Touch)

8.1 รูปแบบของการทัช มัลติทัช (Multi-Touch) คือการใช้ 2 นิ้วหรือมากกว่าแตะบนหน้าจอพร้อมกัน ที่ผ่านมาเป็นการเขียนโค้ดเพื่อจัดการกับการทัชแต่เป็นการทัชแบบจุดเดียว เรียกว่า Tap Gesture และนอกจากนั้นแล้วยังมีรูปแบบการทัชอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้นิ้วแท็บเล็ตบ่อย ๆ นั่นคือ Drag Gesture เป็นการแตะนิ้วลากไปมา ซึ่งมีการแตะนิ้วลากไปมาที่เพิ่มเติมขึ้นอีกคือ Pinch Zoom Gesture เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของมัลติทัช เป็นการใช้นิ้ว 2 นิ้วแตะบนหน้าจอแล้วจับนิ้วเข้าหากันหรือถ่างนิ้วออกจากกัน เพื่อย่อหรือขยายวัตถุบนหน้าจอในขณะนั้น เช่น หน้าจอเว็บ รูปภาพ

8.2 การสร้างแอปพลิเคชันวาดรูปบนแท็บเล็ต โดยทั่วไปมาตรฐานของแท็บเล็ต เช่น ปุ่มหรือ EditText จะรองรับการทัชอยู่แล้วโดยไม่ต้องเขียนโค้ดอะไรเพิ่ม แต่สำหรับวิวที่สร้างขึ้นเอง (Custom view) จะต้องตรวจจับการทัชในรูปแบบต่าง ๆ เอง โดยอาศัยข้อมูลจากออบเจ็กต์ MotionEvent ที่ส่งผ่านมาทางเมธอด onTouchEvent ของวิว

8.3 การสร้างแอปพลิเคชันย่อ-ขยายภาพที่รองรับ Pinch Zoom Gesture การเขียนโค้ดให้รองรับการทัชหลายจุดหรือมัลติทัช สามารถสร้างแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้สามารถย่อ-ขยายรูปภาพได้โดยใช้การจิบนิ้ว (Pinch Zoom Gesture) และสามารถใช้นิ้วเดียวในการแตะลากรูปภาพ

การใช้มัลติทัช คือ ลักษณะ 1) การควบคุมการเคลื่อนที่ 2) การควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพ 3) การควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพ 4) การใช้ ScaleGestureDetector

อิศเรศ ภาชนะกาญจน์ (2555) กล่าวถึงการควบคุมการใช้งานเครื่องแท็บเล็ตว่าเนื่องจากแท็บเล็ต Android จะต่างจากโทรศัพท์รุ่นเก่า โดยจะมีปุ่มหลัก ๆ 5-6 ปุ่มแล้วแต่รุ่น นอกจากนั้นเป็นการสัมผัสที่หน้าจอแทน ดังนั้นจึงต้องเรียนรู้วิธีการใช้งานของเครื่องก่อนที่จะไปรู้จักส่วนต่าง ๆ ภายในจอแท็บเล็ต Android ได้แก่

1. การแตะ เป็นการใช้นิ้วแตะลงบนจอ 1 ครั้งเพื่อเลือกเปิดใช้แอปพลิเคชันที่ต้องการหรือแตะเพื่อเลือกใช้คำสั่ง

2. การแตะค้าง เป็นการใช้นิ้วแตะลงบนจอค้างไว้เพื่อเรียกเมนูคำสั่ง เช่น แตะค้างที่หน้าจอหลักเพื่อเรียกคำสั่งเกี่ยวกับหน้าจอหลัก หรือแตะที่ช่องพิมพ์ค้างไว้เพื่อเรียกคำสั่งในการเปลี่ยนรูปแบบแป้นพิมพ์

3. การแตะค้างแล้วลาก เป็นการใช้นิ้วแตะลงบนจอค้างไว้ แล้วลากนิ้วไปในทิศทางที่ต้องการ ใช้ในการปลดล็อคหน้าจอหรือลบบแอปพลิเคชันที่ไม่ต้องการจากหน้าจอทั้ง

4. การแตะค้าง 2 ครั้ง เป็นการแตะนิ้วที่จอ 2 ครั้งต่อเนื่องกันคล้ายการดับเบิลคลิกเมาส์เพื่อใช้ในการขยายมุมมองภาพและแตะอีก 2 ครั้งเพื่อกลับมาเป็นมุมมองปกติ วิธีนี้จะเป็นการขยายมุมมองในขนาดที่จำกัดไม่เหมือนกับการใช้นิ้วกางหรือบีบ

5. การกางนิ้วออก/บีบนิ้วเข้า เป็นการใช้นิ้วแตะที่จอแล้วกางออกหรือใช้นิ้วบีบเข้ามา มักใช้กับการเล่นเกมบางอย่าง การดูเว็บหรือการดูภาพถ่ายในเครื่อง

6. การปัดนิ้วซ้ายขวา/บนล่าง เป็นการใช้นิ้วปัดไปในทิศทางที่ต้องการเพื่อเลื่อนหน้าจอทั้งแนวตั้งและแนวนอน เช่นถ้าปัดนิ้วไปในทางซ้ายหน้าขวาก็จะเลื่อนมาทันที

7. การหมุนจอ เป็นการหมุนเครื่องให้อยู่ในแนวนอน หน้าจอจะหมุนภาพเป็นแนวนอนหรือหมุนเครื่องให้อยู่ในแนวตั้ง ภาพก็จะหมุนกลับมาในแนวตั้ง เพื่อใช้ในการเล่นเกมบางเกม ใช้ดูภาพที่เราถ่ายในแนวนอนหรือใช้ในการพิมพ์

ศรีนลิน พิมพ์ประเสริฐ (2555) ได้กล่าวถึงการใช้งานแท็บเล็ตระบบ Android มีขั้นตอนการใช้งานดังต่อไปนี้

1. การแตะ 1 ครั้งบนไอคอนแอปพลิเคชันจะเปิดเข้าใช้งาน หรือถ้าแตะที่คำสั่งต่าง ๆ รวมถึงลิงค์บนหน้าเว็บก็จะเป็นการเรียกดูข้อมูล

2. การแตะค้าง เมื่อแตะค้างไว้ตรงลิงค์บนหน้าเว็บหรือบนข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงแตะค้างไว้บนหน้า Home Screen จะเป็นการเปิดคำสั่งขึ้นมา (Menu text) เพื่อให้คุณสามารถใช้งานได้สะดวกและง่ายขึ้น

3. การบีบ/กางนิ้วเพื่อย่อ-ขยาย เป็นการใช้นิ้ว 2 นิ้ว กางออกบนหน้าเว็บหรือรูปภาพเพื่อขยายให้ใหญ่ขึ้นได้เรื่อย ๆ หรือการใช้นิ้ว 2 นิ้วบีบเข้าหากันเพื่อย่อให้เล็กลงให้พอดีกับหน้าจอ

4. การแตะติดกัน 2 ครั้งเพื่อย่อ-ขยาย เป็นการแตะติดกัน 2 ครั้งบนหน้าจอจะขยายภาพหรือเว็บให้ใหญ่ขึ้นหรือแตะติดกัน 2 ครั้งอีกทีจะย่อให้เล็กลงเหมือนเดิม

5. การแตะลากหน้าจอ ขณะที่ขยายหน้าเว็บหรือดูแผนที่ให้แตะแล้วลากไปมาเพื่อดูข้อมูลโดยรอบตามความต้องการ

6. การสไลด์หน้าจอ เป็นการเลื่อนหน้าจอเพื่อเปิดอ่านข้อความจากด้านบนลงด้านล่างให้สไลด์ขึ้น หน้าจอก็จะเลื่อนไปเรื่อย ๆ และหากต้องการจะกลับมาหน้าบนสุดก็ให้เลื่อนลงเรื่อย ๆ เช่นกัน

7. การย่อขยายหน้าจอด้วย Touch Wiz เป็นการปรับขยาย-ย่อหน้าจอด้วยท่าทางการใช้นิ้วมือ โดยใช้นิ้วโป้งทั้งสองข้างแตะบนหน้าจอค้างไว้แล้วเอียงขึ้น-ลง ก็จะปรับขยาย-ย่อหน้าจอ

8. การหมุนหน้าจอ ขณะที่เปิดหน้าจอ เมื่อทำการพลิกเครื่องในแนวนอนหน้าจอก็จะปรับใหญ่ให้พอดีกับหน้าจอ หรือถ้าเป็นภาพถ่ายในแนวนอนเมื่อพลิกหน้าจอแนวนอนก็จะปรับภาพให้พอดีกับหน้าจอเช่นกัน

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning)

การเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน เกี่ยวข้องกับเกมคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปที่เน้นความสนุก เพลิดเพลินในการเล่น กับเกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาหรือเกมการสอน (Instruction Game) ที่เป็นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ประเภทหนึ่งที่น่าเสนอเนื้อหาที่มีลักษณะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ ฯลฯ มีหัวข้อต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน ดังนี้

1. เกมคอมพิวเตอร์ (Computer Game)
 - 1.1 ความหมายของเกมคอมพิวเตอร์
 - 1.2 ประเภทของเกมคอมพิวเตอร์
2. เกมการสอน (Games based Learning)
 - 2.1 ความหมายของเกมการสอน
 - 2.2 คุณค่าและความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เกมการสอน
 - 2.3 รูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน
3. แนวทางการออกแบบเกมเป็นฐาน
 - 3.1 องค์ประกอบของเกมคอมพิวเตอร์
 - 3.2 ปัจจัยที่ต้องระมัดระวังในการสร้างเกม
 - 3.3 ทฤษฎีสร้างแรงจูงใจการออกแบบบทเรียนประเภทเกม
 - 3.4 ขั้นตอนการออกแบบเกมทางการสอน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมเป็นฐาน

1. เกมคอมพิวเตอร์ (Computer Game)

1.1 ความหมายของเกมคอมพิวเตอร์

Scholars (อ้างถึงใน Fengfeng, 2009) ให้ความหมายของเกมว่า เป็นการใช้ทักษะร่างกายหรือทักษะทางด้านจิตใจและความแข็งแรง เพื่อให้ผู้เล่นมีส่วนร่วมตามกฎกติกาที่กำหนดไว้ เฉพาะเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมาย

Prensky (2001) ให้คำอธิบายของเกมว่า การแข่งขันที่ผู้เล่นใช้ความสามารถทางร่างกายหรือวิถีคิด และพลังกำลัง เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมาย ตามกฎกติกา ยังให้ลักษณะ เฉพาะอีกว่า เกมจะต้องประกอบด้วยคุณแจสำคัญหลัก 6 ประการ คือ กฎ กติกา, เป้าหมายและวัตถุประสงค์, ผลลัพธ์และผลสะท้อนกลับ, ความขัดแย้ง/การแข่งขัน/ความท้าทาย/คู่แข่ง, การปฏิสัมพันธ์, และการเป็นตัวแทนหรือเนื้อเรื่อง

1.2 ประเภทของเกมคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปแล้วการแบ่งประเภทของเกมคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบของเกมที่มีนิยามแบ่งมีดังต่อไปนี้ (Prensky, 2001)

1.2.1 Adventure Game เกมการผจญภัยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผู้เล่นเกมรู้จักการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลค้นหาคำตอบและการทดสอบสมมติฐาน เพราะผู้เล่นเกมในขณะนั้นจะมีข้อมูลเกี่ยวกับ วิธีการและรายละเอียดน้อยมาก ในขณะที่ต้องมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ต้องแข่งกับเวลาหรือต้องต่อสู้อุปสรรคต่าง ๆ แต่ละด่านจนกระทั่งได้ชัยชนะในตอนจบ เป็นการชิงไหวพริบและทักษะด้าน Cognitive มาก

1.2.2 Arcade-type Game เกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง ใช้เวลาและคะแนนเป็นตัววัดและเสริมแรงอยู่ตลอด มีการแข่งขันกับเวลาและคำตอบของแต่ละคน

1.2.3 Board Game นิยมใช้สอนเด็กเล็ก เป็นเกม 2 มิติ คล้ายหมากกระดาน

1.2.4 Gambling Game ออกแบบเพื่อพัฒนาเด็กให้เกิดความเข้าใจเรื่องราว โดยใช้เงินเป็นแรงจูงใจ ในตอนท้ายของเกมจะดูว่าใครเป็นผู้ใช้จ่ายได้ประหยัดที่สุด

1.2.5 Combat Game การต่อสู้กัน เป็นเกมที่ค่อนข้างใช้ความรุนแรง มีการแข่งขันสูงมากทั้งกับโปรแกรมและกับตัวผู้เล่น

1.2.6 Logic Game เป็นเกมที่ต้องการให้ผู้เล่นใช้ตรรกะในการแก้ปัญหา

1.2.7 Psychomotor Game เป็นเกมที่รวมการฝึกทักษะกับความสามารถทางความคิดเข้าด้วยกันโดยไม่มีคำแนะนำ ผู้เรียนเป็นผู้คิดค้นวิธีการที่ต้องการเอาชนะฝ่ายตรงข้ามเอง

1.2.8 Role-Playing Game ผู้เรียนจะต้องเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนและจะต้องแก้สถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ให้ได้

1.2.9 TV Quiz Game เป็นเกมการตอบปัญหาธรรมดา

1.2.10 Word Game เป็นเกมสอนคำศัพท์

1.2.11 Template Game เป็นเกมที่ประยุกต์การใช้งานของทุก ๆ เกมที่กล่าวข้างต้น

วรสุตา บุญยไวโรจน์ (2530) ได้ทำการแบ่งประเภทของเกมคอมพิวเตอร์ตามลักษณะของการนำเกมไปใช้ สามารถแบ่งเกมได้เป็น 2 พวก คือ เกมที่ไม่เกี่ยวกับการศึกษา (Nonacademic games) และเกมการศึกษา (Academic games)

1. เกมที่ไม่เกี่ยวกับการศึกษา เป็นเกมที่จัดเพื่อความสนุกสนาน ลักษณะของความแตกต่างของเกมชนิดนี้เป็นเรื่องของกฎเกณฑ์ หรือกติกาที่กำหนดไว้ให้เหมาะสมกับการเล่นในแต่ละเกมเท่านั้น

2. เกมการศึกษา เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน หรือด้านการศึกษา บางครั้งอาจนำเอาเกมที่ไม่เกี่ยวกับการศึกษาที่เด็กชอบมาดัดแปลงเป็นเกมการศึกษาได้ โดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์ของการสอนบทเรียนนั้น ๆ

2. เกมการสอน (Games based Learning)

2.1 ความหมายของเกมการสอน

เกมคอมพิวเตอร์ บทเรียนเกมคอมพิวเตอร์ หรือเกมการสอน (Instruction game) มีวัตถุประสงค์ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน มีการแข่งขัน สามารถใช้เกมในการสอน และเป็นสื่อที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้ในแง่ของกระบวนการ ทักษะคิด ตลอดจนทักษะต่าง ๆ ช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มากขึ้น (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541)

Ellington (1982) ได้ให้ความหมายของเกมวิชาการไว้ว่า เป็นเกมที่จะถูกออกแบบสำหรับการศึกษาระดับใดก็ได้ เนื้อหาวิชาใดก็ได้ และใช้ได้กับเด็กทุกระดับอายุ รูปแบบของเกมวิชาการนั้นมีตั้งแต่ระดับพื้นฐานง่าย ๆ จนถึงระดับที่ซับซ้อนหรือมีวิธีการที่ลึกลับสำหรับผู้ใหญ่ เมื่อเกมถูกพัฒนาให้มาใช้ได้ในห้องเรียน จึงต้องให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ธรรมชาติและบทบาทของเกมวิชาการ เกณฑ์ในการให้คะแนน และวิธีการที่จะได้เป็นผู้ชนะ สิ่งสำคัญคือผู้ออกแบบเกมจะต้องพัฒนาและปรับให้เหมาะสมเมื่อนำมาใช้ในห้องเรียน คือ การให้ความเพลิดเพลินกับผู้เรียน

Alessi and Trollip (2001) ให้ความหมายของเกมว่า เป็นเครื่องมืออีกอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้คอมพิวเตอร์อย่างแพร่หลายในโรงเรียน การเล่นเกมมีส่วนคล้ายกับการแสดงบทบาทสมมติ จึงเป็นการสร้างสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้และทักษะ การแสดงบทบาทสมมติจะสอนโดยเลียนแบบความจริง แต่เกมอาจเลียนแบบความจริงหรือไม่ก็ได้และเกมจะให้ความสนุกสนานท้าทายมากกว่า

2.2 คุณค่าและความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เกมการสอน

Prensky (2001) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการนำเกมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนไว้ว่า เมื่อคิดถึงเกมคอมพิวเตอร์บางคนคงจะคิดว่ามีเพียงแต่เรื่องของการดึงดูดความสนใจแต่ไม่สนใจเกี่ยวกับเนื้อหา แต่เมื่อสามารถรวมสองสิ่งนี้เข้าไว้ด้วยกันจะก่อให้เกิดวิธีการเรียนรู้ผ่านทางคอมพิวเตอร์ที่น่าสนใจได้ซึ่งมี 3 เหตุผลสำคัญที่ทำให้การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์ ประสบผลสำเร็จ ประกอบด้วย

2.2.1 การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมกับความจำเป็นและรูปแบบการเรียนของผู้เรียนในปัจจุบันและในอนาคต

2.2.2 การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เป็นการกระตุ้นผู้เรียนเพราะว่ามีความสนุกสนานในการเรียน

2.2.3 การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์มีความสามารถอย่างมากสามารถปรับให้เข้ากับทุกสาขาวิชา ข้อมูลหรือทักษะการเรียน และเมื่อใช้อย่างถูกต้องก็จะทำให้ได้ผลอย่างสูงสุด

Malone (1981 อ้างถึงใน สุกวี รอดโพธิ์ทอง, 2546) พบว่า องค์ประกอบที่ทำให้เกมได้รับความนิยมอย่างมากคือ ความท้าทาย (Challenge) จินตนาการเพ้อฝัน (Fantasy) และความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) Quinn (1997) ให้การสนับสนุนว่า การใช้เกมเพื่อการศึกษา มีประโยชน์ต่อผู้เรียนทั้งในด้านการฝึกหัดและทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี โดยการนำความสนุกสนานของเกมมาใช้ในการออกแบบการสอนและการออกแบบระบบให้มีการจูงใจ มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเกมกับผู้เรียน ดังนั้น เกมจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพในส่วนของ Betz (1995) กล่าวว่า การเล่นและการเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันอย่างมาก การนำคอมพิวเตอร์เกมมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนนั้น สามารถทำให้เด็กได้เรียนรู้ในด้านการรับภาพ ได้ทดลอง ได้คิดอย่างสร้างสรรค์ และสามารถแก้ปัญหาได้

นอกจากนี้ Prensky ยังได้กล่าวเสริมอีกว่า เกมคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งบันเทิงที่ดึงดูดใจผู้เล่นอย่างมาก เนื่องจากประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 12 ประการ ดังต่อไปนี้

- 1) เกมคือรูปแบบของความสนุกสนาน ซึ่งจะให้ความเพลิดเพลินและความพอใจแก่ผู้เล่น
- 2) เกมคือรูปแบบของการเล่น ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นเกิดความกระตือรือร้นและเอาใจใส่
- 3) เกมมีกติกา ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นมีลักษณะการคิดที่มีแบบแผน
- 4) เกมมีเป้าหมาย ซึ่งก่อให้เกิดแรงจูงใจให้กับผู้เล่นเกม
- 5) เกมเป็นลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นได้มีการปฏิบัติ
- 6) เกมมีผลลัพธ์และผลป้อนกลับ ทำให้ผู้เล่นได้เกิดการเรียนรู้
- 7) เกมสามารถที่จะปรับใช้งานได้ในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งช่วยลดอุปสรรคในการใช้งาน
- 8) เกมมีสถานการณ์ของความเป็นผู้ชนะ ทำให้ผู้เล่นเกิดความพึงพอใจส่วนตัว
- 9) เกมมีการต่อสู้ แข่งขันกับฝ่ายตรงกันข้าม ทำให้เกิดความท้าทาย และทำให้ผู้เล่นหลังสารอะดรีนาลีนขณะเล่นเกม

- 10) เกมจะมีการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เล่นเกิดประกายในการสร้างสรรค์งาน
- 11) เกมมีปฏิสัมพันธ์ ทำให้ผู้เล่นมีสังคมร่วมกับผู้อื่น
- 12) เกมมีการแสดงและเป็นเรื่องราว ทำให้ผู้เล่นมีอารมณ์ร่วมไปกับเกมด้วย

3. แนวทางการออกแบบเกมเป็นฐาน

3.1 องค์ประกอบของเกมคอมพิวเตอร์

ในการออกแบบเกมเพื่อการเรียนการสอนนั้น ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงลักษณะสำคัญ ๆ ของเกม ได้แก่ เป้าหมาย กฎกติกา การแข่งขัน ความท้าทาย จินตนาการ ความปลอดภัย และความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Alessi, 2001) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 เป้าหมาย (Goals) เกมแต่ละตอนจะต้องมีการตั้งเป้าหมายให้ผู้เรียนไปให้ถึงเพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจของผู้เรียน โดยเป้าหมายนี้จะต้องเป็นเป้าหมายที่ไม่ยาก จนเกินไป โดยผู้เรียนจะได้เสริม สร้างความรู้และความชำนาญระหว่างที่ผู้เรียนเดินทางไปสู่เป้าหมาย ก่อให้เกิดแรงจูงใจให้กับผู้เล่นเกม

3.1.2 กฎกติกา (Rules) กฎกติกาเป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับหรือข้อจำกัดต่างๆ ของสิ่งที่ผู้เรียนสามารถกระทำได้ภายในบทเรียน ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น

3.1.3 การแข่งขัน (Competition) บทเรียนประเภทเกมจะต้องมีการแข่งขัน ซึ่งอาจจะเป็นการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้ามกับตนเองหรือแข่งกับเวลาหรือการแข่งขันกับปัจจัยหลาย ๆ ด้าน

3.1.4 ด้านความท้าทาย (Challenge) บทเรียนประเภทเกมจะต้องท้าทายผู้เรียน ซึ่งความท้าทายนั้น ได้แก่ ความพยายามที่จะไปสู่เป้าหมาย ความท้าทายในบางบทเรียนประเภทเกม ควรจะมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียน

3.1.5 จินตนาการ (Fantasy) บทเรียนประเภทเกม มักจะใช้จินตนาการเป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เรียน ระดับของการใช้จินตนาการในบทเรียนแตกต่างกันไปตั้งแต่ระดับที่ใกล้เคียงกับความจริงไปจนถึงระดับที่เต็มไปด้วยความเพ้อฝัน

3.1.6 ความปลอดภัย (Safety) บทเรียนประเภทเกมการจำลองต้องยึดหลักความปลอดภัยของผู้เรียน กล่าวคือจะต้องจำลองสถานการณ์เพื่อความปลอดภัย ซึ่งในความเป็นจริงสถานการณ์นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้เรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้ ตัวอย่างเช่น สถานการณ์ในการรบหรือสถานการณ์ เป็นต้น

3.1.7 ความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Entertainment) แม้ว่าวัตถุประสงค์หลักของบทเรียนประเภทเกม คือการให้ความรู้และทักษะแก่ผู้เรียน แต่ความสนุกสนานเพลิดเพลินถือว่าเป็น

ลักษณะสำคัญซึ่งสำคัญที่สุดประการหนึ่ง เพราะความสนุกสนานเพลิดเพลินเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดแรงจูงใจซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ในที่สุด

การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานจึงเป็นการเรียนที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งใช้ได้กับผู้เรียนระดับใดก็ได้ เนื้อหาวิชาใดก็ได้ ซึ่งเน้นในเรื่องของความสนุกสนานเพลิดเพลินและให้สาระให้กับผู้เรียน โดยจะมีกฎ กติกา และเป้าหมายให้ผู้เรียนได้ทำทนาย

3.2 ปัจจัยที่ต้องระมัดระวังในการสร้างเกม

จากลักษณะสำคัญที่เป็นองค์ประกอบสำคัญภายในเกมที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว Squire (1993) ได้กล่าวถึงปัจจัย 3 ประการที่ต้องระมัดระวังในการสร้างเกม ได้แก่

3.2.1 นักเรียนมีความต้องการหรือมีความอยากที่จะเล่นเกม ควรปฏิเสธการช่วยเหลือในรูปแบบของตัวช่วยในการเรียนรู้

3.2.2 เกมคอมพิวเตอร์มักจะมีรูปแบบของการจบเกมในหลายรูปแบบซึ่งมากกว่าเกมในรูปแบบอื่น ๆ หรือมากกว่าการสอนภายในโรงเรียน

3.2.3 ความล้มเหลวจากการเล่นเกม ในผู้เล่นที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ใช้เวลาเล่นเกมที่ยากและซับซ้อนอาจจะโทษตัวเองว่าไม่ฉลาดพอได้

3.3 ทฤษฎีสร้างแรงจูงใจการออกแบบบทเรียนประเภทเกม

ทฤษฎีสร้างแรงจูงใจของ Malone (1981) ซึ่งประกอบด้วย 1) ความท้าทาย (Challenge) 2) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) 3) จินตนาการ (Fantasy) และ 4) ความรู้สึกได้ควบคุมบทเรียน (Control) ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

3.3.1 ความท้าทาย (Challenge) ความท้าทายจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบทเรียนนั้นมีเป้าหมายที่ชัดเจน ในขณะที่เดียวกันมีผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเคารพในตนเอง ดังนี้

1) เป้าหมาย (Goals) บรรยากาศในการเรียนจากบทเรียนประเภทเกมจะต้องมีความท้าทายซึ่งความท้าทายจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีเป้าหมายในการเรียน เพราะการมีเป้าหมายถือเป็นบรรยากาศที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน ซึ่งเป้าหมายนั้นจะต้องเป็นเป้าหมายที่มีความหมายต่อผู้เรียน เกมส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ เป้าหมายที่แน่นอนตายตัว และเป้าหมายที่ไม่ตายตัวบทเรียนประเภทเกมส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายที่แน่นอน เช่น การตอบคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาให้ถูกต้องเพื่อช่วยให้ตัวนำเรื่องปลอดภัยหรือการคำนวณการซื้อขายให้ถูกต้องเพื่อให้มีกำไร เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเรียนบางส่วนที่มีเป้าหมายที่ไม่ตายตัว ได้แก่ เป้าหมายที่เป็นผลงานที่เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ซึ่งมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป เช่น เกมเกี่ยวกับการวาดภาพ หรือเกมเกี่ยวกับการแต่งเรื่อง เป็นต้น

2) ผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน บทเรียนประเภทเกม ควรที่จะนำเสนอผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัว ซึ่งผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัวนี้เกิดได้จาก 4 วิธี ได้แก่

(1) ความแตกต่างของระดับความยากง่าย ซึ่งผู้เรียนควรที่จะมีโอกาสควบคุมระดับความท้าทายได้ตามความสามารถของตน

(2) ความหลากหลายของเป้าหมายในบทเรียนหนึ่งบทเรียนควรจะมีเป้าหมายหลายระดับซึ่งอาจอยู่ในรูปของเป้าหมายเดิมแต่มีความยากง่ายแตกต่างกันหรือเป้าหมายระดับสูงขึ้นไปคือการทำให้เป้าหมายเดิมแต่ให้ไปถึงได้ยากยิ่งขึ้น เช่น ใช้เวลาน้อยลงหรือใช้จำนวนครั้งน้อยครั้งลง เป็นต้น

(3) การไม่เปิดเผยข้อมูลความรู้ทั้งหมด โดยการเก็บเนื้อหาความรู้บางส่วนไว้เลือกที่จะเปิดเผยให้ผู้เรียนทราบแต่เพียงบางส่วน เพื่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและส่งผลให้เกิดความรู้สึกไม่แน่นอน

(4) การสุ่มตัวอย่าง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถคาดเดาสິ่ที่เกิดขึ้นได้

3) ความเคารพในตนเอง ผู้เรียนทุกคนต้องการความสำเร็จ ความสำเร็จจะทำให้ผู้เรียนมีความเคารพในตนเอง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้เกิดจากการออกแบบให้บทเรียนมีการจัดหาเป้าหมายที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน นอกจากนี้ยังควรจัดหาผลป้อนกลับที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมุ่งมั่นที่จะไปถึงเป้าหมาย

3.3.2 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) Malone (1981) ยังอธิบายถึงความอยากรู้อยากเห็นไว้ว่า บรรยากาศการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นได้นั้นจะต้องเป็นบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่และสร้างความประหลาดใจให้แก่ผู้เรียน ความอยากรู้อยากเห็นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1) ความอยากรู้อยากเห็นทางความรู้สึก (Sensory Curiosity) เป็นความอยากรู้อยากเห็นที่เริ่มจากการถูกกระตุ้นความรู้สึกผ่านทางโสต (การได้ยิน) และทัศนะ (การเห็น) โดยสิ่งเร้าที่แปลกใหม่และมีความดึงดูดความสนใจ การออกแบบบทเรียนประเภทต่าง ๆ การนำเสนอที่แปลกใหม่และดึงดูดความสนใจอยู่ตลอดเวลาบนหน้าจอจะช่วยคงความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน

2) ความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา (Cognitive Curiosity) ความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา คือ ความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่ ไม่คาดหวัง ไม่แน่นอน และเป็นข้อยกเว้น ซึ่งแตกต่างไปจากกฎเกณฑ์ โดยเหตุการณ์ที่ไม่คาดหวัง ไม่แน่นอนเหล่านี้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

3.3.3 จินตนาการ (Fantasy) เกมทุกเกมควรก่อให้เกิดจินตนาการให้ผู้เรียน จินตนาการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจและส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งจินตนาการนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ทางด้านปัญญาและทางด้านอารมณ์

3.3.4 ความรู้สึกที่ได้ควบคุม (Control) องค์ประกอบสุดท้ายที่ Malone (1981) ได้กล่าวถึงในทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจในเกมคือ ความรู้สึกที่ได้ควบคุม เป็นการอนุญาตให้ผู้เรียนได้มีส่วนในการควบคุมการเรียนรู้ของตนในบทเรียนประเภทเกม ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของเกมหรือเลือกลำดับของเนื้อหาตามความต้องการตามความถนัดและความสามารถของตน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

3.4 ขั้นตอนการออกแบบเกมทางการสอน

Chris (2011) อธิบายขั้นตอนการออกแบบเกมคอมพิวเตอร์การสอนไว้ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการออกแบบ

- 3.4.1 กำหนดหัวข้อและเป้าหมาย ผู้ออกแบบควรมีเป้าหมายชัดเจนเพื่อการวางแผน
- 3.4.2 หาข้อมูลและเตรียมความพร้อม
- 3.4.3 ขั้นตอนการออกแบบ
- 3.4.4 ขั้นตอนทดสอบ เพื่อตรวจสอบให้เกมโต้ตอบ และแสดงผลได้ตรงตามโครงสร้างโปรแกรมที่ออกแบบไว้
- 3.4.5 ขั้นตอนการจัดทำโปรแกรม เพื่อให้เกมสามารถดำเนินไปได้ตามโครงสร้างโปรแกรมที่ออกแบบไว้ ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องอาศัยความสามารถในการเขียนโปรแกรม
- 3.4.2 ขั้นทดสอบ ตรวจสอบความสมบูรณ์ อาจให้ผู้อื่นช่วยในการตรวจสอบว่าสามารถเข้าใจเกมได้หรือไม่ จำเป็นต้องศึกษาจากคู่มือตลอดการเล่นหรือไม่ พอใจในองค์ประกอบหรือไม่

ตารางที่ 2-3 ตารางสังเคราะห์การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (GBL Design)

องค์ประกอบ	Chris (2011)	Alessi (2001)	Prensky (2001)	สรุปของ ผู้วิจัย
1. เป้าหมาย	✓	✓	✓	✓
2. กฎกติกา		✓	✓	✓
3. การแข่งขัน		✓	✓	✓
4. ความท้าทาย		✓	✓	✓
5. จินตนาการ		✓		
6. ความปลอดภัย		✓		

องค์ประกอบ	Chris (2011)	Alessi (2001)	Prensky (2001)	สรุปของ ผู้วิจัย
7. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน		✓	✓	✓
8. ผลลัพธ์	✓		✓	✓
9. การปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบ	✓		✓	✓
10. การเป็นตัวแทน			✓	
11. หาข้อมูลและเตรียม ความพร้อม	✓			
12. การออกแบบ	✓			
13. จัดทำโปรแกรม	✓			
14. การทดสอบ	✓			

จากตารางสังเคราะห์การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สามารถสรุปขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานได้ดังต่อไปนี้

1. เป้าหมาย (Goals) ผู้ออกแบบเกมควรมีเป้าหมายชัดเจนเพื่อการวางแผนการออกแบบเกมในแต่ละขั้นตอนและเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนไปให้ถึงยังเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยเป้าหมายจะต้องเป็นเป้าหมายที่ไม่ยากจนเกินไป ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และความชำนาญระหว่างที่ผู้เรียนเดินทางไปสู่เป้าหมาย ก่อให้เกิดแรงจูงใจให้กับผู้เล่นเกม

2. กฎกติกา (Rules) เป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับหรือข้อจำกัดต่าง ๆ ของสิ่ง que ผู้เรียนสามารถกระทำได้ในเกม ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงกฎกติกาได้ตามความจำเป็น จะส่งผลทำให้ผู้เล่นมีลักษณะการคิดที่มีแบบแผน

3. การแข่งขัน (Competition) บทเรียนประเภทเกมจะต้องมีการต่อสู้ แข่งขัน ซึ่งอาจจะเป็นการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้ามกับตนเองหรือแข่งกับเวลาหรือการแข่งขันกับปัจจัยหลาย ๆ ด้าน ทำให้เกิดความท้าทาย และทำให้ผู้เล่นหลังสารอะดรีนาลีนขณะเล่นเกม

4. ความท้าทาย (Challenge) บทเรียนประเภทเกมจะต้องมีการท้าทายผู้เรียน ซึ่งความท้าทายนั้น ได้แก่ ความพยายามที่จะไปสู่เป้าหมาย ความท้าทายในบางบทเรียนประเภทเกมควรมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียน

5. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Entertainment) บทเรียนประเภทเกมจะต้องเป็นรูปแบบของความสนุกสนานเพลิดเพลิน ซึ่งจะก่อให้เกิดแรงจูงใจ ความเพลิดเพลินและความพอใจแก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

6. การปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบ (Interactive) เกมจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ ทำให้ผู้เล่นมีสังคมร่วมกับผู้อื่น และเป็นการตรวจสอบให้เกมโต้ตอบได้ตรงตามโครงสร้างโปรแกรมที่ออกแบบไว้

7. ผลลัพธ์ (Output) เกมมีผลลัพธ์และผลป้อนกลับ ทำให้ผู้เล่นได้เกิดการเรียนรู้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมเป็นฐาน

4.1 งานวิจัยในประเทศ

เนตร หงส์ไกรเลิศ (2547) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนอายุระหว่าง 7-10 ปี ที่มีอาการสมาธิสั้น เพื่อศึกษาผลของการควบคุมบทเรียน ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนแบบโปรแกรมควบคุมบทเรียน และการควบคุมบทเรียนแบบผสมผสานระหว่างผู้เรียนและโปรแกรมที่มีต่อความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอายุระหว่าง 7-10 ปีที่มีสมาธิสั้น และมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่ง รูปแบบของการวิจัยเป็นแบบ Pre test-Post test Control Group Design กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการระบุลักษณะว่ามีอาการสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่ง จำนวน 120 คน ใช้แบบวัดสมาธิต่อเนื่องของเด็กนักเรียน พบนักเรียนที่มีอาการสมาธิสั้น แบ่งกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดลองใน 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือการวิจัยที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม 3 แบบ และแบบผู้ช่วยสอน มีประสิทธิภาพที่ระดับเกณฑ์ 85/85 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเที่ยง 0.88 และความเชื่อมั่นที่ 0.93 ข้อมูลที่รวบรวมได้นำไปวิเคราะห์ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า ความคงทนในการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการเรียนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยนันท์ ปานน้อม (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการเสริมแรงทางบวกในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่ง มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเสริมแรงทางบวกในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่ง 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนขณะเล่นเกมจากการสังเกตของครูและผู้ปกครอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการประเมินจากโรงเรียนว่าเป็นนักเรียนที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่งของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน

24 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง แบ่งเข้ากลุ่มทดลองโดยวิธีจับคู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากัน แล้วจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองกลุ่มละ 12 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยเกมบนเว็บแบบ การเสริมแรงทางสังคม กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยเกมบนเว็บแบบการเสริมแรงด้วยเบียร์รลกร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย โปรแกรมเกมบนเว็บ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

พรพิมล รอดเคราะห์ (2550) ได้ศึกษาผลของรูปแบบของการให้ผลป้อนกลับในเกม มัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 และเพื่อเปรียบเทียบผลของรูปแบบของการให้ผลป้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา 3 รูปแบบ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายประถมที่กำลังศึกษาอยู่ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 63 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 21 คน จากนั้นสุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เข้ารับการทดลองด้วยเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีรูปแบบ การให้ผลป้อนกลับต่างกัน 3 รูปแบบ คือ 1) แบบให้คำอธิบายทันที 2) แบบให้โอกาสผู้เรียนเลือกรับ คำอธิบาย และ 3) แบบไม่มีคำอธิบาย ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 9 กลุ่มย่อย ซึ่งในแต่ละกลุ่มมีจำนวน กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 7 คน คือ กลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่เรียนด้วยเกมมัลติมีเดียที่มี รูปแบบการให้ผลป้อนกลับต่างกัน 3 รูปแบบ กลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางที่เรียนด้วย เกมมัลติมีเดียที่มีรูปแบบการให้ผลป้อนกลับต่างกัน 3 รูปแบบ และกลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่ำที่เรียนด้วยเกมมัลติมีเดียที่มีรูปแบบการให้ผลป้อนกลับต่างกัน 3 รูปแบบ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ ด้วย Post Hoc Test โดยใช้ Tukey7 HSD ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยเกมมัลติมีเดีย เพื่อการศึกษาที่มีรูปแบบของการให้ผลป้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีรูปแบบของการให้ ผลป้อนกลับต่างกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สกุล สุขศิริ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เกมเป็นสื่อในการเรียนรู้ที่สามารถ กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าทั้งระดับความจำและความเข้าใจ และรูปแบบ

ของเกมสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน เพราะฉะนั้นเราสามารถที่จะใช้ Game Based Learning ไปแทนที่ การฝึกอบรมรูปแบบเดิม ๆ ได้เช่นวิชาใดเป็นวิชาที่ยาก ข้อมูลเยอะ ผู้เรียนไม่ค่อยอยากเรียนวิชานี้ นักฝึกอบรมหรือผู้ออกแบบการเรียนรู้สามารถนำเอาเนื้อหาเหล่านั้นมาดัดแปลงเป็นเกม เพื่อให้เกิด ความน่าสนใจและง่ายต่อความเข้าใจมาก

วเรศเรษฐ์ อาเขต (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการฟื้นฟูเด็ก สมองพิการ โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบเกมคอมพิวเตอร์สำหรับเด็กสมองพิการ 2) เพื่อพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของเกมคอมพิวเตอร์ 4) เพื่อศึกษาความ พึงพอใจของผู้ใช้สำหรับเกมคอมพิวเตอร์ การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ประเมินความต้องการ การวิเคราะห์รูปแบบเกม ออกแบบระบบเกม พัฒนาเกม คอมพิวเตอร์ ทดสอบประสิทธิภาพ การดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง สรุปผลและรายงาน ผลการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แบบสอบถามการพัฒนาเกมสำหรับเด็กสมองพิการ เกมคอมพิวเตอร์สำหรับเด็กสมองพิการจำนวน 5 เกมใหญ่ แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเกม แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานเกมคอมพิวเตอร์ เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มจากกลุ่มตัวอย่าง เด็กสมองพิการจำนวน 10 คน ผลการดำเนินงานการวิจัย ได้รูปแบบการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ สำหรับฟื้นฟูเด็กสมองพิการ ผลการพัฒนาได้เกมคอมพิวเตอร์จำนวน 5 เกมได้แก่ เกมตกปลา กับพีทมิ เกมเก็บผลไม้กับพีทมิ เกมพีทมิ กับสมบัติบินได้ เกมพีทมิ กับปืนใหญ่ยิงดวงดาว และเกมบิน บินไปกับ พีทมิ ซึ่งเกมให้ผลการรักษาด้านการทำงานประสานของมือและตา การฝึกการทรงตัว พิสัยการทำงาน ของข้อเท้า การเรียนรู้และสื่อสาร ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค มีความเห็นว่าอยู่ในระดับดี ($X = 4.16$, $S.D. = 0.48$) และผู้เชี่ยวชาญด้านการรักษามีความเห็นว่า อยู่ในระดับดี ($X = 4.28$, $S.D. = 0.70$) ความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อเกมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนา มีความชอบอยู่ในระดับพอใจมาก คิดเป็นร้อยละ 97.98

ศรีสุตา ด้วงโต๊ด (2554) ได้ศึกษาผลการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชา คอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ การแก้ปัญหา ของนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่เรียนวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐานโดยอาศัยเกม เป็นฐานการเรียนรู้ ด้วยการกำหนดปัญหาทางคอมพิวเตอร์ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา โดยบูรณาการร่วมกับวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนอานวยวิทย์นครปฐม จำนวน 70 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียน ด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนบูรณาการคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์

บูรณาการคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ และ 3) แบบวัดทักษะ การแก้ปัญหาผลวิจัยปรากฏว่า ผลการประเมินเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ บูรณาการคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีประสิทธิภาพระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คอมพิวเตอร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการ คณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะ การแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการ คณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Feng (1996) ได้ทำการวิจัย เรื่อง Computer-Based Game Playing Within Alternative Classroom Goal Structures on Fifth-Graders' Math Learning Outcomes: Cognitive, Metacognitive, And Affective Evaluation And Interpretation ได้ศึกษาเกี่ยวกับ เกมการศึกษาที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยเชิง ประจักษ์เกี่ยวกับการเสริมสร้างองค์ความรู้ของเกมอภิปัญญาและการสร้างแรงบันดาลใจ งานวิจัยนี้ เป็นการใช้เกมการศึกษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิม เป็นการทดลองแบบ Quasiexperimental มีการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลองการออกแบบถูกนำมาใช้ ในการตรวจสอบผลกระทบของสภาพการเรียนรู้ (คอมพิวเตอร์การเรียนรู้ เกม และตามแบบดั้งเดิม) และห้องเรียน เป้าหมายโครงสร้าง (ความร่วมมือระหว่างบุคคลในการแข่งขันและและแบบเล่น คนเดียว) กำหนดเกณฑ์ (ตามมาตรฐาน ประสิทธิภาพของการสอบ คณิตศาสตร์ ทักษะคิด แบบสอบถาม และตอบแบบสำรวจ การรับรู้ของ อภิปัญญา) เพศของนักเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ และสังคม,และระดับความสามารถก่อนที่จะถูกพิจารณาว่าเป็นตัวแปร มีการดูแลคุณภาพ ในห้องทดลอง มีการบันทึกการสังเกตและวิธีการ การพูดคุยของผู้เข้าร่วมการทดลอง ทำการวิเคราะห์ เพื่อยืนยันผลข้อมูลเชิงปริมาณ ผลลัพธ์เชิงปริมาณที่ระบุไว้ในการเล่นคอมพิวเตอร์ ทักษะที่ดีต่อ การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญมากขึ้นเกมแบบดั้งเดิม ประโยชน์ในการทดสอบคณิตศาสตร์ องค์ความรู้และการรับรู้ของอภิปัญญาไม่ได้มีนัยสำคัญ นอกจากนั้นยังพบว่าโครงสร้างเป้าหมาย ของความร่วมมือโดยทั่วไป เมื่อเทียบกับโครงสร้าง เป้าหมาย ในการแข่งขัน อย่างมีนัยสำคัญที่มี ประสิทธิภาพมากขึ้นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่วนแรงจูงใจมีโครงสร้าง เป้าหมายแต่ละตัว มีผล อย่างมีนัยสำคัญมากขึ้นกว่าความแตกต่างระหว่างโครงสร้าง ทางเลือกในการเสริมสร้างอภิปัญญาใน การเล่นเกม หรือโครงสร้างเป้าหมายในห้องเรียนมีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ คุณภาพ เกม การมีส่วนร่วม มีผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือการสำรวจ ความบันเทิง บูรณาการ เข้าด้วยกัน การเรียนรู้ ความสนุกสนานจะขึ้นอยู่กับเกมที่มีจินตนาการ และมี

ประสิทธิภาพสูงสุดอย่างแท้จริง นอกจากนี้ พบว่า การทำงานร่วมกัน การร่วมกันคิดระหว่างผู้เข้าร่วม ในระหว่างการเล่นเกมส์ สามารถควบคุมในการแก้คำถามคณิตศาสตร์

Tan, Ling & Ting (2007) ได้ทำการวิจัย เรื่อง Adaptive Digital Game-Based Learning Framework ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนและการเรียนรู้ร่วมกันเกี่ยวกับการให้ความรู้ในการเรียนภายในห้องเรียนด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศบนเว็บ การเรียนรู้ได้รับการส่งเสริมการเรียนการสอนในฐานะที่เป็นทางเลือกและวิธีการเรียนรู้เกมดิจิทัลชนิดโต้ตอบที่ใช้เทคโนโลยีภายในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มัลติมีเดียได้ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนชาย นักวิจัยและนักออกแบบเกมได้นำเสนอ และตั้งข้อสังเกตว่าแนวโน้มการออกแบบเทคโนโลยีนี้และรูปแบบการส่งเสริมให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มัลติมีเดีย อย่างไรก็ตามรูปแบบส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ที่พฤติกรรมการเรียนรู้ในการเล่นเกมส์ การออกแบบ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะอำนวยความสะดวกในกระบวนการเรียนรู้ในการเรียนรู้ผ่าน ในมุมมองของนักวิจัยมุ่งเน้นไปที่การนำเสนอและพูดถึงส่วนประกอบที่ใช้ประโยชน์ในด้านการสอนในการออกแบบเกมตามสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

Dowling (2012) ได้ทำการวิจัย เรื่อง Rules of the Game: Effects of a Game-based Metaphor on Instructional Activity Design and the Use of Student Mentors on Learning Outcomes in a Middle School General Science Class ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ผลกระทบของสภาพแวดล้อมในเกมที่เหมือนกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้พี่เลี้ยงโดยนักเรียนเองเพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้ ในโรงเรียนมัธยมชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผู้เข้าร่วมในการศึกษาคั้งนี้มี 165 คน อายุ 13-14 ปี ที่ได้เข้าเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 8 ที่โรงเรียนมัธยม mid-Atlantic middle การดำเนินการวิจัยมีการใช้ 2 คำถาม คือ 1) เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการออกแบบและประสบความสำเร็จในการเรียนการสอนโดยใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นอย่างไร 2) การใช้การมีส่วนร่วมของนักเรียนและใช้นักเรียนเป็นพี่เลี้ยงในการช่วยเหลือโดยตรงจากปัญหาในการเรียนมีต่อผลการเรียนรู้อย่างไร? ในการศึกษาได้ใช้เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ชีววิทยาเบื้องต้น ที่ได้รับการออกแบบโดยใช้เกมตามโครงสร้างหลักสูตร มีการใช้นักเรียนด้วยกันเป็นพี่เลี้ยงเพื่อช่วยในการมุ่งเน้นไปที่เนื้อหา และการไม่ใช้เทคโนโลยีด้านเกม ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบการเรียนการสอนของหน่วยการใช้สภาพแวดล้อมในเกมประสบความสำเร็จ และนักเรียนที่เป็นพี่เลี้ยงก็เป็นประโยชน์ต่อเพื่อนของพวกเขา

ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding)

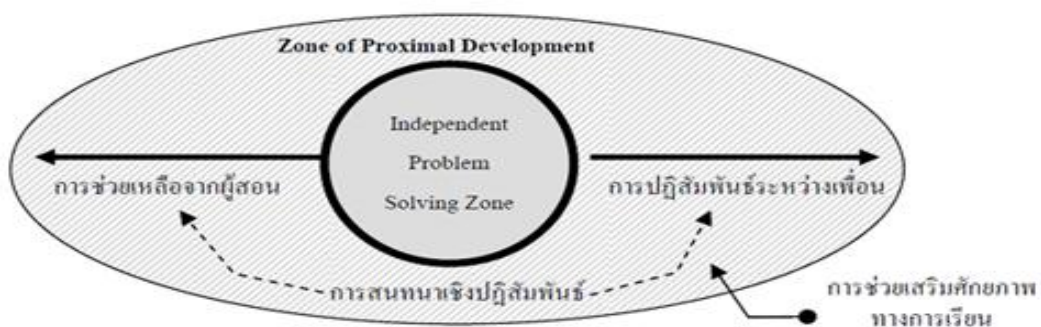
การช่วยเสริมศักยภาพ มีชื่ออื่น ๆ ที่สามารถเรียกได้ คือ กลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ การเสริมต่อการเรียนรู้ หรือระบบเสริมศักยภาพ เป็นวิธีการช่วยเหลือเด็กที่ไม่สามารถประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย จึงต้องค่อย ๆ ให้การช่วยเหลือแก่เขาสามารถไปได้ทีละขั้น ๆ จนกระทั่งถึงเป้าหมายที่ต้องการ มีหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของการช่วยเสริมศักยภาพ
2. แนวคิดการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้โดยการช่วยเสริมศักยภาพ
3. รูปแบบของการช่วยเสริมศักยภาพ
4. กลวิธีและเทคนิคในการช่วยเสริมศักยภาพ
5. การช่วยเสริมศักยภาพที่ใช้เทคโนโลยี
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเสริมศักยภาพ

1. ความหมายของการช่วยเสริมศักยภาพ

สุพรรณฯ สารพล (2550: 4) ได้ให้ความหมาย การช่วยเสริมศักยภาพ เป็นการแนะนำแนวทางในการหาคำตอบทำให้สามารถคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

สอดคล้องกับ สุมาลี ชัยเจริญ (2548 : 19) กล่าวว่า การช่วยเสริมศักยภาพ เป็นการให้ความช่วยเหลือ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎี Social Constructivism ซึ่งมีรากฐานมาจากไวโกตสกี (Vygotsky) ที่มีแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีด้านจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนา เรียกว่า เขตที่สามารถพัฒนาได้ ZPD (Zone of Proximal Development) ถ้าผู้เรียนมีระดับความสามารถต่ำกว่า เขตที่สามารถพัฒนาได้ (Zone of Proximal Development) แสดงว่าผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือในการเรียนรู้ เรียกว่า สแคฟโฟลด์ดิ้ง (Scaffolding)



ภาพที่ 2-2 โซนที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือ

ซาราห์ (Sarah, 2003) กล่าวว่า การช่วยเสริมศักยภาพ หมายถึง กลวิธีการสอนที่ผู้สอนจะให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนตลอดกระบวนการเรียนของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียน โดยผู้สอนจะให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนตลอดกระบวนการเขียนของพวกเขา เมื่อผู้เรียนมีความสามารถและความมั่นใจเพิ่มขึ้น การเสริมต่อการเรียนรู้จะลดน้อยลง กลวิธีการสอนเสริมต่อการเรียนรู้เป็นวิธีการที่ช่วยเชื่อมระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วและสิ่งที่ไม่รู้ ซึ่งผู้สอนจะต้องทราบและเข้าใจว่าผู้เรียนมีความรู้และไม่รู้ในเรื่องใดบ้างเพื่อที่จะสร้างสะพานเชื่อมช่องว่างระหว่างความรู้และความไม่รู้ นั่นวิธีการสอนนี้ส่งเสริมความเป็นตัวตนของผู้เรียน และเป็นกลวิธีการสอนที่เน้นการฝึกฝนสถานการณ์จริง ให้ผู้เรียนรู้ว่าต้องเขียนงานอย่างไรและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนจนกระทั่งผู้เรียนบรรลุเป้าหมายในการเขียน

Lexico Publishing Group (2012) ให้ความหมายว่า การช่วยเสริมศักยภาพ หมายถึง การแนะนำในขั้นแรกๆ การให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่ในการส่งเสริมการเรียนรู้ในกรณีที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดและทักษะ การส่งเสริมดังกล่าวครอบคลุมถึง 4 ประการ คือ 1) สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ 2) ภาระงานที่แน่นอน 3) ตัวอย่างและคำแนะนำ และ 4) การแนะนำในทักษะการคิดและทักษะทางสังคม

นอกจากนี้ สุมาลี ชัยเจริญ (2545 : 5) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของการช่วยเสริมศักยภาพไว้ดังนี้ คือ 1) เป็นสิ่งที่สนับสนุน 2) เปรียบเสมือนเครื่องมือในการเรียนรู้ 3) เป็นสิ่งที่ช่วยขยายฐานความรู้ของผู้เรียน 4) อนุญาตให้ผู้เรียนทำภารกิจงานให้สำเร็จเท่าที่เป็นไปได้ 5) ผู้เรียนสามารถเลือกสิ่งที่ตนเองต้องการจะรู้ ได้ตรงเป้าหมาย นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนใช้ฐานการเรียนรู้ช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนไม่สามารถคิดหาคำตอบได้ หลังจากทีอ่านสถานการณ์ปัญหาในบางสถานการณ์ ปัญหาหรือเมื่อต้องการคำตอบและพบว่าผู้เรียนบางคนใช้การช่วยเสริมศักยภาพแก้ปัญหา ถ้าเรื่องใดที่ผู้เรียนพิจารณาแล้วว่าไม่สามารถแก้ปัญหาได้ การช่วยเสริมศักยภาพจะเข้ามามีบทบาทสำคัญที่จะทำ

ให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้ การช่วยเสริมศักยภาพมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างความรู้ และการทำความเข้าใจของผู้เรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน

การช่วยเสริมศักยภาพ เป็นการสนับสนุนผู้เรียนในการแก้ปัญหา หรือการเรียนรู้ คล้ายกับเครื่องมือในการเรียนรู้ให้สำเร็จด้วยตัวเองได้ โดยการให้ความช่วยเหลืออาจเป็นคำแนะนำ แนวทางตลอดจนกลยุทธ์ต่าง ๆ ช่วยขยายฐานความรู้ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติการ การจัดการเรียนรู้ให้สำเร็จเท่าที่เป็นไปได้

2. แนวคิดการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้โดยการช่วยเสริมศักยภาพ

การใช้วิธี “การช่วยเสริมศักยภาพ” เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจะได้ผลดีนั้น ต้องประกอบด้วยลักษณะ 5 ประการ ดังนี้ (Berk and Winsler, 1995: 26-29)

2.1 การแก้ปัญหาร่วมกัน (Join problem solving) คือ การสร้างความกระตือรือร้นต่อสิ่งที่น่าสนใจและมีความหมายทางวัฒนธรรมในการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา หรือไปสู่จุดมุ่งหมายร่วมกันระหว่างเด็กกับเด็กหรือเด็กกับผู้ใหญ่

2.2 การสร้างความเข้าใจร่วมกัน (Intersubjectivity) คือ กระบวนการที่เริ่มต้นจากผู้ที่มีความเข้าใจต่างกันมาแลกเปลี่ยนความเข้าใจกันด้วยวิธีการสื่อสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การมีความเข้าใจพื้นฐานสำหรับผู้ร่วมงานแต่ละคน ในการติดต่อสื่อสาร และสร้างทัศนคติที่เหมาะสมต่อกัน ผู้ใหญ่จะพยายามสร้างความเข้าใจร่วมกันในขณะที่ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของตนให้แก่เด็ก

2.3 การตอบสนองอย่างอบอุ่น (Warm and responsiveness) คือ การที่ผู้ใหญ่มีการตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของเด็กอย่างชื่นชมและเป็นมิตร เพื่อให้เด็กรู้สึกมีความสุขและกระตือรือร้นในการทำงานที่ทำทลายความสามารถของตน

2.4 การเอาใจใส่ดูแลผู้เรียน (Keep the child in the ZPD) คือ การช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองด้วยการทำงานไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยทำได้ 2 ทาง คือ

2.4.1 จัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับความต้องการของเด็ก เช่น ถ้างานนั้นยากเกินไปก็ช่วยทำให้ง่ายลง หรือถ้าเด็กเริ่มเบื่อก็นำเสนองานที่ทำทลายให้

2.4.2 การสอดแทรกในจังหวะที่เหมาะสม คือ การให้ความช่วยเหลือและการสอนเมื่อเด็กต้องการและคอยสังเกตอยู่ห่าง ๆ เมื่อเด็กทำงานได้แล้ว

2.5 การส่งเสริมการกำกับตนเอง (Promote self-regulation) คือ การสนับสนุนให้เด็กกำกับกิจกรรมที่ทำร่วมกันให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยกระตุ้นให้เด็กพยายามแก้ปัญหา

จนสำเร็จได้ด้วยตนเองมากกว่าการให้คำตอบสำเร็จรูป และการออกคำสั่งให้เด็กทำตาม เพื่อให้เด็กสามารถทำงานโดยอิสระได้ในที่สุด

การช่วยเสริมศักยภาพเป็นวิธีการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งมีขอบข่ายของกิจกรรมและภาระงาน ดังนี้ (Branford, 2000)

1. จูงใจให้เด็กสนใจในภาระงานที่จะทำ
2. แจกแจงงานให้ง่าย มีความชัดเจน เพื่อให้เด็กสามารถทำได้และบรรลุผลสำเร็จ
3. ให้เด็กได้เห็นทิศทางของงานเพื่อช่วยให้เด็กมุ่งให้เด็กทำงานบรรลุเป้าหมาย
4. ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของผลงานของเด็กกับมาตรฐานของงานที่ต้องการ
5. ลดสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคหรือความเสี่ยงที่จะทำให้เด็กไม่ประสบความสำเร็จ
6. สาธิตการทำกิจกรรมหรือภาระงานให้ดูเป็นตัวอย่าง

Meece (2002) เห็นว่าสิ่งหนึ่งที่น่าไปใช้ได้เกิดผลดีที่สุดของทฤษฎีของ Vygotsky คือ รูปแบบการสอนซ่อมเสริมแบบพึ่งพากัน (Reciprocal Teaching) ซึ่งรูปแบบนี้ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับการช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มอ่อน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่งาน (Recruitment) ครูจูงใจให้เด็กสนใจในงาน โดยมุ่งให้บรรลุเป้าหมายของงาน ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถกำหนดความสำเร็จสู่เป้าหมายด้วยตนเองได้

2. การสาธิตการแก้ปัญหา (Demonstrate Solution) ครูสาธิตหรือทำให้ดูเป็นตัวอย่างแล้วให้เด็กทำตาม

3. ทำให้งานดูง่ายขึ้น (Simplifying the task) ครูแจกแจงงานให้เป็นงานย่อย ๆ ซึ่งเหมาะกับระดับความสามารถของเด็กที่จะทำงานให้ประสบความสำเร็จได้

4. รักษาการมีส่วนร่วมในกิจกรรมให้คงอยู่ (Maintaining participation) ครูคอยสนับสนุนและให้เด็กปรับปรุงงานเพื่อมุ่งไปสู่เป้าหมายของกิจกรรม

5. ให้ผลย้อนกลับ (Providing feedback) ครูให้ผลย้อนกลับว่าความแตกต่างของผลงานที่เด็กกำลังทำอยู่กับงานที่เสร็จสมบูรณ์แล้วมีความแตกต่างกันอย่างไร

6. ควบคุมปัญหาและอุปสรรค (Controlling frustration) ครูช่วยควบคุมปัญหาและอุปสรรคตลอดจนความเสี่ยงที่อาจจะทำให้เด็กไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งอาจเกิดขึ้นในการทำงาน

ผู้สอนสามารถเลือกใช้กระบวนการที่เห็นว่าเหมาะสมมาช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา นั้น ๆ ด้วยตนเองได้ ประกอบด้วยกระบวนการ 6 กระบวนการ คือ

1. การชักจูง (Recruitment) คือ การทำให้ผู้เรียน สนใจการเรียนรู้ และตั้งเป้าหมายในการเรียน ด้วยการกระตุ้น ชักชวน รวมทั้งการเลือกรื่องที่เหมาะสม และนำเสนอ

2. การลดทางเลือก (Reduction in degrees of freedom) คือ การลดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น และลดขนาดของงานลง

3. การรักษาเส้นทาง (Direction maintenance) คือ การรักษาความสนใจ ที่มีต่อเป้าหมายด้วยการจัดงานที่จะทำให้ดูสนุกสนานน่าสนใจ การเอ่ยถึงคุณค่าของงานที่กำลังทำ และความน่าสนใจของงานที่จะทำต่อไป

4. การชี้จุดสำคัญ (Marking critical features) คือ การชี้ให้เห็นคุณสมบัติสำคัญที่แสดงว่างานนั้นสำเร็จหรือไปถูกทางแล้ว รวมถึงการให้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่อง หรือคลาดเคลื่อนในงานที่กำลังทำอยู่ด้วย

5. การป้องกันปัญหา (Frustration control) คือ การป้องกันอันตราย และความเครียดในการเรียน โดยการจัดเตรียมงานให้มีความปลอดภัย และสะดวกพอเพียงสำหรับการทำกิจกรรมของผู้เรียน และป้องกันไม่ให้ผู้เรียนต้องกลัวทำผิด วิตกกังวล หรือต้องฟังพหูสอนมากเกินไปในระหว่างการทำกิจกรรม

6. การสาธิต (Demonstration) คือการแสดงตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น

ส่วน McKenzie (2012) ได้กล่าวถึงการช่วยเสริมศักยภาพว่า มีการนำวิธีการนี้มาใช้ในวงการศึกษากันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากวิธีการดังกล่าวมีลักษณะ 8 ประการ คือ

1. จัดเตรียมเส้นทางที่ชัดเจนให้กับผู้เรียน (Provide Clear Directions) เป็นวิธีการที่ทำให้มองเห็นทิศทางที่ชัดเจนว่านักเรียนจะต้องทำงานหรือกิจกรรมอะไร มีลำดับการทำงานเป็นอย่างไร เพื่อไปถึงสิ่งที่คาดหวังไว้สำหรับการทำกิจกรรมหนึ่ง ๆ การชี้ทางควรเป็นลักษณะเป็นกันเอง เพื่อลดความสับสนให้น้อยลง และเกิดความชัดเจนและความรวดเร็วที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการเรียน

2. กำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน (Clarifies Purpose) ทำให้เห็นเป้าหมายชัดเจน เข้าใจได้ง่ายว่าทำไมนักเรียนต้องทำงานหรือกิจกรรมนั้น ทำไมพวกเขาต้องเรียนหรือทำงานชิ้นนี้ และทำไมมันจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะมันจะเป็นแรงจูงใจในการเรียนหรือทำงานให้ประสบความสำเร็จ

3. สนับสนุนให้นักเรียนทำงาน (Keeps Students on Task) ช่วยให้นักเรียนทำงานตรงกับระดับความสามารถของตนเอง จัดเตรียมโครงสร้างขั้นตอน เส้นทาง หรือเค้าโครงกว้าง ๆ ในการทำงานให้กับผู้เรียนได้ตัดสินใจดำเนินการ จะได้ทำให้พวกเขาไม่หลงทาง หรือผิดพลาดจนทำให้ใช้เวลามากกว่าปกติ เพื่อเป็นการให้ความมั่นใจว่าพวกเขาจะไม่ออกนอกเส้นทาง

4. นำเสนอการประเมินผลที่ชัดเจนที่นำไปสู่สิ่งที่คาดหวัง (Offers Assessment to Clarify Expectation) ช่วยให้นักเรียนเห็นถึงลักษณะของงานที่คาดหวังและแนวทางการประเมินตลอดจนทราบผลย้อนกลับที่ชัดเจน โดยการจัดหาตัวอย่างของงานที่มีคุณภาพที่จัดทำโดยผู้อื่น มาให้

นักเรียนได้ดูเป็นตัวอย่าง ตั้งแต่เริ่มต้นการทำกิจกรรม ตลอดจนการประเมินผลและมาตรฐานต่าง ๆ นำมาแจ้งให้นักเรียนได้ทราบด้วย

5. ชี้ให้นักเรียนเห็นถึงแหล่งข้อมูลที่มีคุณค่า (Point Students to Worthy Sources) ชี้ให้นักเรียนเห็นแหล่งเรียนรู้ที่มีคุณค่าที่จะช่วยให้ตนเองทำงานได้สำเร็จ โดยการจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์ที่สุดให้กับผู้เรียน เพื่อลดความสับสน อุปสรรค และเวลาในการเข้าถึงข้อมูล เพราะข้อมูลในอินเทอร์เน็ตทั่วไปมักมีมากเกินไปจนเกิดความจำป็น และข้อมูลอาจไม่น่าเชื่อถือ ทำให้เสียเวลาในค้นหา

6. ลดความไม่แน่นอน ความประหลาดใจและความผิดหวัง (Reduces Uncertainty, Surprise and Disappointment) เป็นวิธีการที่ลดความไม่แน่นอนและความท้อแท้ผิดหวังที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากนักเรียนจะประสบความสำเร็จในทุกขั้นตอนของงานหรือกิจกรรม

7. เป็นวิธีการที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

8. เป็นวิธีการที่สร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป โดยลักษณะใน 6 ประการแรกจะเป็นผลที่เกิดต่อการเรียนการสอนในครั้งหนึ่ง ๆ โดยตรงส่วนลักษณะใน 2 ประการสุดท้ายจะเป็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

การพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้โดยการช่วยเสริมศักยภาพต้องประกอบด้วยลักษณะการแก้ปัญหาพร้อมกันอย่างกระตือรือร้น มีการสร้างความเข้าใจร่วมกันในขณะถ่ายทอดความรู้ โดยมีการตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเป็นมิตร มีการเอาใจใส่ดูแลผู้เรียนตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และมีการส่งเสริมการกำกับตนเองคือแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

Wood, Bruner and Ross (1976: 98) ได้เสนอวิธีการที่ผู้สอน จะเสริมศักยภาพแก่ผู้เรียนไว้ 6 ประการ ได้แก่

1. การคัดสรรงานและแจกแจงงานให้เหมาะสม (Recruitment) ชั้นแรกของการทำงาน ผู้สอนจะต้องเลือกงานที่เหมาะสม แจกแจงประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ และให้เชื่อมโยงผูกมัดกับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในงานนั้น เช่น การสร้างความสนใจในงานที่ทำให้เห็นความสำคัญเป้าหมายของงาน

2. การลดงานให้เป็นงานย่อย ๆ (Reduction in Degree of Freedom) เป็นการแจกแจงงานให้เป็นขั้นย่อย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ลดขนาดของงานลง ให้งานมีลักษณะที่ง่ายขึ้นแต่ละขั้นจะมีทักษะที่จำเป็นสำคัญ ๆ ที่จะง่ายต่อการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อผู้เรียน ในระยะแรกผู้เรียนจะทำงานในส่วนที่ทำได้และครูจะทำให้ในส่วนที่เหลือ

3. การสร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่อง (Direction Maintenance) เป็นการรักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนทำงานที่อยู่ในระดับที่เหนือจากระดับที่ผู้เรียนเพิ่งทำงานได้สำเร็จ

4. การชี้จุดสำคัญ (Marking Critical Features) เป็นการชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติสำคัญที่แสดงให้เห็นว่างานนั้นสำเร็จหรือไปถูกทางแล้ว รวมถึงการบอกข้อบกพร่องหรือความคลาดเคลื่อนในงานที่ทำอยู่

5. การควบคุมปัญหาหรือหรือความคับข้องใจ (Frustration Control) การแก้ปัญหาหรืองานควรจะมีปัญหาหรือหรือความเครียดอยู่ได้บ้าง ดีกว่าจะไม่มีเลย ในการทำงานผู้สอนจะต้องช่วยเหลือให้ผู้เรียนไม่รู้สึกรัดอกกังวลจากความผิดพลาด ไม่ให้ผู้เรียนรู้สึกเสียหน้าจากความผิดพลาดของตนเอง ผู้สอนดึงส่วนที่ผู้เรียนพอใจมาเป็นประโยชน์ หรือผู้สอนใช้วิธีการอื่น ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเครียดเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญกว่า ผู้สอนจะต้องระวังความเสี่ยงที่จะเกิดจากการที่ผู้เรียนพึ่งพาผู้สอนมากเกินไประหว่างการทำกิจกรรม

6. การสาธิต (Demonstration) เป็นการแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญอยู่ รวมถึงการให้ผู้เรียนเกิดการเลียนแบบและสร้างเสริมคุณลักษณะเฉพาะตัวของผู้เรียน

ตารางที่ 2-4 ตารางสังเคราะห์กระบวนการช่วยเสริมศักยภาพ

องค์ประกอบ	Meece (2002)	Bran ford (2000)	McKenzie (1999)	Berk and Win sler (1995)	Wood, Bruner and Ross (1976)	สรุป ของ ผู้วิจัย
1. การมีส่วนร่วม การแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจร่วมกัน	✓		✓	✓		✓
2. การประเมินผล การตอบสนอง การให้ผลป้อนกลับ	✓		✓	✓		✓
3. การเอาใจใส่ดูแลผู้เรียน				✓		
4. การทำงาน การกำกับตนเอง			✓	✓	✓	✓
5. การกระตุ้นชักจูง สร้างแรงจูงใจ	✓	✓	✓		✓	✓
6. แจกแจงการทำงานให้้ง่ายๆ ย่อยๆ	✓	✓			✓	✓
7. ชี้ให้เห็นทิศทาง ชี้จุดสำคัญ	✓	✓	✓		✓	✓
8. ให้เห็นความแตกต่างของ ผลงาน		✓				

องค์ประกอบ	Meece (2002)	Branford (2000)	McKenzie (1999)	Berk and Winster (1995)	Wood, Bruner and Ross (1976)	สรุปของผู้วิจัย
9. ป้องกันปัญหา ลดอุปสรรค	✓	✓	✓		✓	✓
10. การสาธิต	✓	✓			✓	✓
11. นำเข้าสู่งาน	✓					
12. ลดทางเลือก	✓					
13. กำหนดวัตถุประสงค์			✓			
14. ทราบถึงแหล่งข้อมูล			✓			

จากตารางสังเคราะห์กระบวนการช่วยเสริมศักยภาพ สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการช่วยเสริมศักยภาพมีกระบวนการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การมีส่วนร่วม การแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจร่วมกัน เป็นการที่นักเรียนทำงานร่วมกัน แก้ปัญหาร่วมกันและทำความเข้าใจในสิ่งที่ทำร่วมกัน เป็นกระบวนการที่เริ่มจากนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจร่วมกันตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้นักเรียนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

2. การประเมินผล การตอบสนอง การให้ผลป้อนกลับ เป็นกระบวนการที่ให้ผลย้อนกลับถึงความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน เป็นการประเมินการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของนักเรียนให้ได้ทราบผลได้ทันที เพื่อตอบสนองและกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการทำงานที่ท้าทายความสามารถของตน

3. การทำงาน การกำกับตนเอง เป็นการให้นักเรียนทำงานตรงกับความสามารถของแต่ละคน สนับสนุนให้ทำกิจกรรมร่วมกันตามประเด็นที่นักเรียนสนใจ ตามแผนและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้

4. การกระตุ้นชักจูง สร้างแรงจูงใจ เป็นการทำให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้และตั้งเป้าหมายในการเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจในสิ่งที่ทำอย่างสม่ำเสมอในภาระงานที่ทำ

5. แจกแจงการทำงานให้ง่าย ๆ ย่อย ๆ เป็นการแจกแจงงานให้เป็นขั้นตอนย่อย ๆ และไม่ซับซ้อน ลดขนาดของงานลงให้งานมีลักษณะที่ง่ายขึ้นแต่ละขั้นจะมีทักษะที่จำเป็นสำคัญ ๆ ที่จะง่ายต่อการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถทำได้และบรรลุผลสำเร็จ

6. ชี้ให้เห็นทิศทาง ชี้จุดสำคัญ เป็นการชี้ให้เห็นถึงแหล่งข้อมูลที่มีความสำคัญและมีคุณค่าที่แสดงให้เห็นว่างานที่สำเร็จอยู่นั้นทำได้ถูกต้องหรือมีข้อบกพร่องและคลาดเคลื่อนในประเด็นใด เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียนในการลดความสับสน อุปสรรค และเวลาในการเข้าถึงข้อมูล และสามารถชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของผลงานของเด็กกับมาตรฐานของงานที่ต้องการ

7. ป้องกันปัญหา ลดอุปสรรค เป็นกระบวนการลดสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคหรือความเสี่ยงที่จะทำให้เด็กไม่ประสบความสำเร็จ ลดความไม่แน่นอนและความท้อแท้ผิดหวังที่จะเกิดขึ้น ป้องกันไม่ให้ผู้เรียนต้องกลัวทำผิด วิดกกังวล หรือต้องพึ่งพาผู้สอนมากเกินไปในระหว่างการทำกิจกรรม

8. การสาธิต เป็นการสาธิตการทำกิจกรรม ภาระงาน การแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน

3. รูปแบบของการช่วยเสริมศักยภาพ

Hannafin (1999 อ้างอิงมาจาก สุมาลี ชัยเจริญ, 2548: 20–24) ได้จำแนกรูปแบบของการช่วยเสริมศักยภาพไว้ ดังนี้

3.1 การช่วยเสริมศักยภาพการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) เป็นสิ่งที่ช่วยทำให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน แยกแยะความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอดที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สร้างโครงสร้างที่จะทำโดยแยกไปสู่หมวดหมู่ของความคิดรวบยอด เช่น กลไกการจัดลำดับความสัมพันธ์โดยใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer) แสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครง ของลักษณะที่เป็นส่วนย่อย สารสนเทศ หรือการบอกใบ้ (Hint) โดยผู้เชี่ยวชาญแก่ผู้เรียน

3.2 การช่วยเสริมศักยภาพด้านกลยุทธ์ (Strategic Scaffolding) คือการสนับสนุนการคิดวิเคราะห์ วางแผนกลยุทธ์ การตัดสินใจระหว่างการเรียนรู้ เน้นวิธีการจำแนก และเลือกสารสนเทศที่ต้องการเชื่อมความรู้เดิม กับประสบการณ์ใหม่กลยุทธ์ (Strategic Scaffolding) จะกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวกับเครื่องมือ และทรัพยากรที่อาจเป็นประโยชน์ภายใต้สถานการณ์นั้นแนะแนวทางการใช้ซึ่งอาจเป็นข้อคำถามที่จะช่วยให้นักเรียนได้พิจารณา

3.3 การช่วยเสริมศักยภาพเกี่ยวกับการคิด (Metacognitive Scaffolding) จะแนะแนวสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิธีการคิดในระหว่างการเรียนรู้โดยอาศัยหลักการ Metacognition คือการรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง คนที่มี Metacognition เปรียบเสมือนการที่มีครูคอยกระตุ้นเตือนอยู่ตลอดเวลา

3.4 การช่วยเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ (Procedural Scaffolding) จะช่วยแนะนำวิธีการใช้แหล่งทรัพยากรและเครื่องมือ และแนะนำผู้เรียนขณะเรียนรู้ ซึ่งอยู่ในรูปของการแนะนำการใช้เครื่องมือทางปัญญา

Feng, Zhang, and Chan (2008) ได้อธิบายลักษณะการช่วยเสริมศักยภาพ 8 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน (Purpose Clarification) นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ร่วมกันว่าจะต้องทำอะไร และทำอย่างไรถึงจะบรรลุผลตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยการเสริมศักยภาพด้วยการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยผ่านวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน โดยสรุปเป็นการสนับสนุนโดยการกำหนดวัตถุประสงค์และสิ่งที่คาดหวังให้ชัดเจน

2. ด้านการจัดการเนื้อหา (Content) ถ้านักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ร่วมกัน การเสริมศักยภาพจะต้องกำหนดรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ และระยะเวลาในแต่ละขั้นตอน จำเป็นต้องจัดลำดับของการเรียนรู้ร่วมกันด้วย โดยสรุปเป็นการสนับสนุนการจัดการเส้นทางในการเรียนรู้ที่ชัดเจนและอธิบายโครงสร้างและจัดการเนื้อหาให้เหมาะสม

3. ด้านการจัดการกลุ่ม (Group Task) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องสนับสนุนนักเรียนในเรื่องวิธีการจัดการกลุ่ม วิธีการกำหนดบทบาทและงานระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ตลอดจนวิธีการประเมินงานของสมาชิกแต่ละคนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งวิธีการกระตุ้นการปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มและวิธีการดำเนินการอย่างละเอียด

4. ด้านทักษะการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Skill) นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ทักษะทางสังคม เช่น ทักษะการเรียนรู้หรือการทำงานร่วมกัน การตัดสินใจ การติดต่อสื่อสาร การเสริมศักยภาพจะเป็นกลไกสนับสนุนให้เกิดทักษะการเรียนรู้ร่วมกันและทักษะในการติดต่อสื่อสาร

5. ด้านการรวบรวมข้อมูล (Data Collection) การเสริมศักยภาพจะทำการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นให้กับผู้เรียนโดยตรง เพื่อเป็นการลดความไม่ชัดเจน ความสับสน และอุปสรรคต่าง ๆ โดยจะแนะนำแหล่งข้อมูล วิธีการรวบรวมข้อมูล การทำให้ข้อมูลเป็นระบบและการบันทึกข้อมูลที่มีประโยชน์

6. ด้านการจัดการข้อมูล (Data Process) การเสริมศักยภาพจะสนับสนุนให้นักเรียนในการรวบรวมข้อมูลและแปลงข้อมูลให้เป็น ข้อความ รูปภาพ เสียงดนตรี หรือการนำเสนอในรูปแบบอื่น ๆ ช่วยให้ผู้เรียนประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาได้ให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ต้องการ

7. ด้านการนำเสนอผลงาน (Outcome Presentation) ผลลัพธ์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนจำเป็นต้องนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้ โดยจะสนับสนุนให้นักเรียนนำเสนอผลงานของเขา ด้วยการบอกมาตรฐานการประเมินผลให้ชัดเจน

8. ด้านการประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลประกอบด้วย การประเมินผลตนเองการประเมินผลซึ่งกันและกัน การประเมินผลโดยกลุ่ม ระบบสแคฟโฟลด์ จะบอกลำดับให้ผู้เรียนรู้อะไรจะประเมินเมื่อไร ประเมินอะไร และประเมินอย่างไร

4. กลวิธีและเทคนิคในการช่วยเสริมศักยภาพ

นักการศึกษาได้เสนอเทคนิคของในการช่วยเสริมศักยภาพไว้ดังนี้

Eggen และ Kauchak (1997: 57) ได้แบ่งประเภทกลวิธีในการช่วยเสริมศักยภาพไว้ 5 ประเภท

4.1 การเป็นตัวแบบ (Modeling) เช่น การแสดงวิธีปัญหา

4.2 การคิดดัง (Think aloud) เป็นตัวแบบของกระบวนการโดยให้ผู้เรียนได้ทราบถึงกระบวนการคิดของผู้สอนในขณะที่กำลังแก้ปัญหา

4.3 การใช้คำถาม (Question) การใช้คำถามจะเป็นการช่วยเหลือเจาะประเด็นความสนใจและการแนะนำทางเลือก

4.4 การปรับเนื้อหา (Adapting Instructional material) เช่น การปรับงานให้มีความง่ายหรือเป็นลำดับงานย่อย ๆ

4.5 การใช้การชี้แนะหรือการชี้แนะ (Prompts and cues) เช่น การวางแผนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนจัดการจัดระบบการคิดของตนเองก่อนเขียนงานที่ได้รับมอบหมายการช่วยเหลือนี้จะหยุดลงเมื่อผู้เรียนซึมซับเอาแผนงานหรือขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ในตนเองแล้วอย่างอัตโนมัติ

Wood, Bruner and Ross (1976: 98) ได้เสนอวิธีการที่ผู้สอน จะเสริมศักยภาพแก่ผู้เรียนไว้ 6 ประการ ได้แก่

1. การคัดสรรงานและแจกแจงงานให้เหมาะสม (Recruitment) ชั้นแรกของการทำงานผู้สอนจะต้องเลือกงานที่เหมาะสม แจกแจงประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ และให้เชื่อมโยงผูกมัดกับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในงานนั้น เช่น การสร้างความสนใจในงานที่ทำให้เห็นความสำคัญเป้าหมายของงาน

2. การลดงานให้เป็นงานย่อย ๆ (Reduction in Degree of Freedom) เป็นการแจกแจงงานให้เป็นขั้นย่อย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ลดขนาดของงานลง ให้งานมีลักษณะที่ง่ายขึ้นแต่แต่ละขั้นจะมีทักษะที่จำเป็นสำคัญ ๆ ที่จะง่ายต่อการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อผู้เรียน ในระยะแรกผู้เรียนจะทำงานในส่วนที่ทำได้และครูจะทำให้ในส่วนที่เหลือ

3. การสร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่อง (Direction Maintenance) เป็นการรักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนทำงานที่อยู่ในระดับที่เหนือจากระดับที่ผู้เรียนเพิ่งทำงานได้สำเร็จ

4. การชี้จุดสำคัญ (Marking Critical Features) เป็นการชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติสำคัญที่แสดงให้เห็นว่างานนั้นสำเร็จหรือไปถูกทางแล้ว รวมถึงการบอกข้อบกพร่องหรือความคลาดเคลื่อนในงานที่ทำอยู่

5. การควบคุมปัญหาหรือหรือความคับข้องใจ (Frustration Control) การแก้ปัญหาหรืองานควรจะมีความเครียดอยู่ได้บ้าง ดีกว่าจะไม่มีเลยเลย ในการทำงานผู้สอนจะต้องช่วยเหลือให้ผู้เรียนไม่รู้สึกวิตกกังวลจากความผิดพลาด ไม่ให้ผู้เรียนรู้สึกเสียหน้าจากความผิดพลาดของตนเอง ผู้สอนดึงส่วนที่ผู้เรียนพอใจมาเป็นประโยชน์ หรือผู้สอนใช้วิธีการอื่น ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเครียดเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญกว่า ผู้สอนจะต้องระวังความเสี่ยงที่จะเกิดจากการที่ผู้เรียนพึ่งพาผู้สอนมากเกินไประหว่างการทำกิจกรรม

6. การสาธิต (Demonstration) เป็นการแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญอยู่ รวมถึงการให้ผู้เรียนเกิดการเลียนแบบและสร้างเสริมคุณลักษณะเฉพาะตัวของผู้เรียน

Hartman (2002: 23) ได้สรุปเทคนิคของการช่วยเสริมศักยภาพไว้ 7 ประการ ได้แก่

1. การให้ตัวอย่าง (Modeling)
2. การให้คำแนะนำ (Cues)
3. การบอกบท (Prompts)
4. การบอกใบ้ (Hints)
5. การบอกวิธีการแก้ปัญหาบางส่วน (Partial Solution)
6. การให้ตัวอย่างในการคิด (Think-Aloud Model)
7. การให้การชี้แนะโดยตรง (Direct Instruction)

5. การช่วยเสริมศักยภาพที่ใช้เทคโนโลยี

Sherman (2005: 3-4) แบ่งประเภทของการช่วยเสริมศักยภาพที่ใช้เทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอมพิวเตอร์ ออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

5.1 การช่วยเสริมศักยภาพด้านวิธีปฏิบัติ (Procedural Scaffolds) เป็นการจัดการแนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้แหล่งข้อมูลและเครื่องมือในการเรียนการสอน เช่น เอกสารเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แผนที่ ภาพรวม หรือแผนภาพ

5.2 การช่วยเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ (Process Scaffolds) เป็นการช่วยให้ผู้เรียนรู้ว่า ตนเองกำลังอยู่ในตำแหน่งใดในการเรียนการสอน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่า จำเป็นต้องทำอะไรบ้างเพื่อไปยังจุดที่ต้องการ เช่น การแสดงภาพรวม โดยใช้ซอฟต์แวร์ผังมโนทัศน์ การแสดงเส้นทางของผู้ใช้งานการจัดโครงสร้างของเมนูอย่างชัดเจน และแผนที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดโครงสร้างข้อมูลได้

5.3 การช่วยเสริมศักยภาพด้านมโนทัศน์ (Conceptual Scaffolds) ซึ่งเป็นการจัดการแนะนำเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนควรพิจารณา หรือการสะท้อนเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ เช่น การใช้ Visual Advance Organizer การแสดงผังมโนทัศน์และภาพรวม โดยใช้ซอฟต์แวร์ รวมถึงการจัดอภิปรายโดยใช้ห้องสนทนา และกระดานสนทนาเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องต่าง ๆ

5.4 การช่วยเสริมศักยภาพด้านเมตาคอกนิชัน (Metacognition: Scaffolds) แบ่งเป็น 3 แบบ ได้แก่

5.4.1 การวางแผน (Metacognitive: Planning) การช่วยเสริมศักยภาพด้านเมตาคอกนิชันเป็นกลไกที่ช่วยแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการคิดที่ดีที่สุดเกี่ยวกับปัญหาที่ศึกษา โดยการช่วยเสริมศักยภาพในการวางแผน ช่วยให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายและจุดประสงค์ สร้างผังเปรียบเทียบและกำหนดจุดสิ้นสุดโครงการสร้างผังมโนทัศน์ เป็นต้น

5.4.2 การกำกับ (Metacognitive: Regulation) การช่วยเสริมศักยภาพในการกำกับ ช่วยให้ผู้เรียนในการกำกับติดตามความก้าวหน้าและได้รับผลป้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติของตนเอง ซึ่งอาจทำโดยผลป้อนกลับจากเพื่อนโดยการใช้การสนทนาผ่านกลุ่มสนทนาบนเว็บไซต์ การเปรียบเทียบกับตัวแบบจากวิดีโอ การทดสอบย่อย แบบฝึกหัดแบบมีปฏิสัมพันธ์

5.4.3 การประเมิน (Metacognitive: Evaluating) การช่วยเสริมศักยภาพด้านการประเมิน ช่วยให้ผู้เรียนวิพากษ์วิจารณ์ของกันและกัน การส่งเอกสารไปและกลับจากผู้สอนเพื่อการปรับปรุง เช่น การใช้เกณฑ์การให้คะแนน แบบตรวจสอบรายการ ฯลฯ

5.5 การช่วยเสริมศักยภาพด้านกลวิธี (Strategic Scaffolds) เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการสนทนาโดยใช้ Chat และกระดานสนทนา

5.6 การช่วยเสริมศักยภาพด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interpersonal Scaffolds) เป็นการให้การแนะนำเพื่อสนับสนุนการร่วมมือสร้างความรู้ และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เช่น การเป็นตัวแบบ การให้ตัวอย่างโดยใช้วิดีโอ แบบตรวจสอบรายการสำหรับการปฏิสัมพันธ์ฝั่งแสดง การกำหนดบทบาทเฉพาะ การช่วยเหลือในการสนทนาดังกล่าว

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเสริมศักยภาพ

6.1 งานวิจัยในประเทศ

สำเนา ดวงแก้ว (2550) ได้ศึกษาการช่วยเสริมศักยภาพที่มีอยู่ในสื่อการเรียนรู้นบนคอมพิวเตอร์แบบพึ่งตัวเอง โดยการช่วยเสริมศักยภาพเป็นความช่วยเหลือที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะมีในการเรียนการสอนและสื่อ การเรียนรู้แบบพึ่งตัวเอง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาชนิด รูปแบบ และจำนวนของการช่วยเสริมศักยภาพที่มีอยู่ในโปรแกรมการเรียนภาษาอังกฤษซ่อมเสริม และศึกษาถึงการใช้การช่วยเสริมศักยภาพที่มี อยู่ในโปรแกรมนี้ของนักศึกษา โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนภาษาอังกฤษซ่อมเสริมนี้จัดทำ โดยกระทรวงศึกษาธิการ และแจกจ่ายไปยังมหาวิทยาลัยทั่วประเทศสำหรับนักศึกษาที่อ่อน ภาษาอังกฤษ เพื่อฝึกฝนเพื่อเติม กลุ่มประชากรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 5 คน ซึ่งลงทะเบียนเรียนวิชา LNG 101 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 ในภาค การศึกษาที่ 1 ในปี 2550 เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบวินิจฉัยชนิด รูปแบบ และจำนวนของการช่วยเสริมศักยภาพ โปรแกรมจับภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ และการสัมภาษณ์กึ่งมีรูปแบบ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวินิจฉัยเพื่อค้นหาชนิดรูปแบบ และจำนวนของการช่วยเสริมศักยภาพที่มีอยู่ในโปรแกรมการเรียนภาษาอังกฤษซ่อมเสริม จากนั้นผู้วิจัยได้นำเอาโปรแกรมภาษาอังกฤษซ่อมเสริมมาทดลองใช้กับนักศึกษาเพื่อให้เรียนในแต่ละทักษะตามความสามารถของตนเอง ในขณะเดียวกันการเรียนของนักศึกษาจะถูกบันทึกภาพด้วยโปรแกรมจับภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลจากโปรแกรมจับภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์เพื่อดูจำนวนของการช่วยเสริมศักยภาพที่นักศึกษาได้ใช้เพื่อจะนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาประกอบการสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่าชนิดของการช่วยเสริมศักยภาพอยู่จำนวน 6 ชนิด และอยู่ใน 4 รูปแบบ ชนิดของการช่วยเสริมศักยภาพที่มีมากที่สุดคือ modeling และชนิดของการช่วยเสริมศักยภาพที่พบน้อยที่สุดคือ prompt นอกจากนี้ทักษะการออกเสียงเป็นทักษะที่มีการช่วยเสริมศักยภาพปรากฏมากที่สุด ในขณะที่ทักษะการเขียนมีการช่วยเสริมศักยภาพน้อยที่สุด ผลจากการสัมภาษณ์พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจกับการช่วยเสริมศักยภาพที่มีอยู่ในโปรแกรม และจำนวนของการช่วยเสริมศักยภาพมีเพียงพอที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษให้ดียิ่งขึ้น จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาของจำนวนการช่วยเสริมศักยภาพ ผู้วิจัยสามารถแบ่งการใช้การช่วยเสริมศักยภาพ ออกเป็นสามรูปแบบ คือ ใช้การช่วยเสริมศักยภาพมากกว่าจำนวนที่มี ใช้การช่วยเสริมศักยภาพน้อยกว่าจำนวนที่มี และใช้การช่วยเสริมศักยภาพเท่ากับจำนวนที่มี นอกจากนี้ธรรมชาติการเกิดของการช่วยเสริมศักยภาพนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยบางประการ เช่น รูปแบบการเรียนการสอน เป็นต้น

จุไรศิริ ชูรักษ์ (2552) ได้พัฒนาวิธีการช่วยเสริมศักยภาพทักษะการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการโดยใช้ชุดฝึกทักษะ และเพื่อศึกษาผลของการใช้วิธีการการช่วยเสริมศักยภาพทักษะการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการโดยใช้ชุดฝึกทักษะ การวิจัยนี้เป็นการศึกษาตามระเบียบวิธีของการวิจัยและพัฒนา และประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพโดยการศึกษาทักษะการเรียนรู้ที่นักเรียนมีปัญหาและอุปสรรคต่อการเรียนและกำหนดกลุ่มนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการศึกษารูปแบบของชุดฝึกทักษะจากตำราและเว็บไซต์ต่างประเทศแล้วนำมาสังเคราะห์ให้ได้รูปแบบชุดฝึกการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตามแนววิธีการการช่วยเสริมศักยภาพ หลังจากนั้นจึงนำชุดฝึกทักษะการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยค่าความถี่และร้อยละประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดควนแร่ จังหวัดพัทลุงปีการศึกษา 2551 จำนวน 7 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการ ได้มาโดยผ่านกระบวนการคัดกรองด้วยวิธีสัมภาษณ์ครูผู้สอนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนชุดฝึกทักษะการเรียนรู้ อนุทินบันทึกบรรยากาศและพฤติกรรมนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างใช้ชุดฝึกและแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้ชุดฝึกการวิจัยได้ผลดังนี้ 1) พบนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการ จำนวน 7 คน ทักษะที่เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการเรียนของนักเรียน ได้แก่ การเลือกแหล่งข้อมูล การอ่านร้อยแก้ว การอ่านกราฟิก การฟังนิทาน การดูภาพนิ่ง และการจำข้อมูลประเภทกราฟิกและความเรียง 2) ผลจากการพัฒนาวิธีการช่วยเสริมศักยภาพทักษะการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทำให้ได้ชุดฝึกซึ่งประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้จำนวน 6 หน่วย 3) ผลการใช้ชุดฝึก ทำให้ได้พบว่า (1) นักเรียนทุกคนทำใบงานในแต่ละชุดฝึกได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป จากเกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ (2) ในบางทักษะนักเรียนต้องได้รับขั้นตอนการวางการช่วยเสริมศักยภาพย่อยเพิ่มเติมโดยการจัดแบ่งภาระงานเป็นงานย่อยเพิ่มเข้าไปจึงจะประสบความสำเร็จได้ (3) นักเรียนทุกคนเห็นว่าชุดฝึกมีรูปแบบการวางการช่วยเสริมศักยภาพที่เหมาะสม และเห็นว่าต่อไปจะสามารถแสดงทักษะการเรียนรู้ที่ได้รับจากการฝึกครั้งนี้ได้ด้วยตนเอง

พงศ์นัช แซ่จู (2554) ได้ศึกษาการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่งเป็นวิวัฒนาการหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ในงานการศึกษา พร้อมทั้งระบบความช่วยเหลือหรือการช่วยเสริมศักยภาพ ที่สนับสนุนการใช้งานของผู้เรียนให้เกิดความสะดวกมากยิ่งขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการคัดแยกคุณลักษณะความรู้ด้านเมตาคอกนิชันของเทคนิคดาต้าไมนิ่ง 2) สังเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการเมตาคอกนิชัน 3) พัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชันโดยใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่ง และการช่วยเสริมศักยภาพ

4) หาประสิทธิภาพของสิ่งแวดลอมการเรียนรู๕ 5) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังของผูเรียน 6) หาความคงที่ของพฤติกรรมกรเรียนรู๕แบบเมตาคอกนิน๕นของผูเรียน และ 7) หาความพึงพอใจของผูเรียนที่เรียนดวยสิ่งแวดลอมการเรียนรู๕แบบเมตาคอกนิน๕น โดยใช๕เทคนิคด๕ต๕ไมน๕นและการชว๕เสริมศ๕กยภาพ มี๕ขั้นตอนการวิจัย คือ 1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการค๕ดแยกของเทคนิคด๕ต๕ไมน๕น 2) ศ๕กษาและสังเคราะห๕๕ขั้นตอนของกระบวนการด๕นเมตาคอกนิน๕นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข๕อง3) พัฒน๕สิ่งแวดลอมการเรียนรู๕ และเตรียมระบบฐานข๕อมูล 4) พัฒน๕ระบบการชว๕เสริมศ๕กยภาพเพื่อชว๕ให๕ผูเรียนใช๕งานได๕สะดวกมากขึ้น 5) พัฒน๕แบบสอบถามเพื่อเก็บข๕อมูลจากผู๕เชี่ยวชาญและความพึงพอใจของผูเรียน 6) ตรวจสอบประสิทธิภาพ และทดลองใช๕เครื่องมือก๕อนนำไปใช๕จริง7) น๕าเครื่องมือไปทดลองจริงกับกลุ๕มทดลอง และ 8) เก็บรวบรวมข๕อมูลเพื่อน๕าไปประมวลผลทางสถิติ มีการด๕เนินการวิจัยได๕ผล คือ 1) เทคนิคการค๕ดแยกน๕าอ๕ฟเบ๕น เป็นเทคนิคการค๕ดแยกคุณลักษณะของข๕อมูลที่มีการน๕ายได๕แมน๕ย๕และเหมาะสมที่สุดคือร๕อยละ 92.04 2) ๕ขั้นตอนของกระบวนการเมตาคอกนิน๕นที่สังเคราะห๕ได๕มี 4 ๕ขั้นตอนคือ การวางแผนการเรียนรู๕ (Planning), การทบทวน (Monitoring and Control), การประเมินผล (Evaluation), และการแก๕ไขปรับปรุง (Revising) 3) ความคิดเห็นของผู๕เชี่ยวชาญ 10 คนที่มีต๕อสิ่งแวดลอมการเรียนรู๕แบบเมตาคอกนิน๕น โดยแบ๕งเป็นผู๕เชี่ยวชาญด๕นเนื้อหา และผู๕เชี่ยวชาญด๕นเทคนิคและวิธีการด๕นละ 5 คนมีความคิดเห็นว๕าสิ่งแวดลอมการเรียนรู๕แบบเมตาคอกนิน๕นมีความเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนดและประสิทธิผลของเครื่องมือมีมากกว่า 0.50 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผูเรียนหลังเรียนสูงกว่าก๕อนเรียนอย๕างมีน๕ยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) ความคงที่ของพฤติกรรมกรเรียนรู๕แบบเมตาคอกนิน๕นที่ระดับร๕อยละ 60 ๕นไปมีจ๕นวนมากกว่าร๕อยละ 80 และ 6) ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยภาพรวมของผูเรียนที่มีต๕อสิ่งแวดลอมการเรียนรู๕แบบเมตาคอกนิน๕น โดยใช๕เทคนิคด๕ต๕ไมน๕นและการชว๕เสริมศ๕กยภาพอยู๕ในระดับมากที่สุด

6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Johnson and Koedinger (2006) ได้ศ๕กษา เรื่อง Designing Knowledge Scaffolds to Support Mathematical Problem Solving เป็นการสร๕างบทเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก๕ปัญหา๕จ๕ทย๕ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช๕วิธีการชว๕เสริมศ๕กยภาพ กลุ๕มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จ๕นวน 223 คน ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยด๕เนินการวิจัย 3 ระยะ คือระยะที่ 1 ทดสอบความสามารถของนักเรียน แล๕วิเคราะห์ปัญหาและความบกพร๕อง ซึ่งพบว๕า นักเรียนมีปัญหาด๕น การอ่าน๕จ๕ทย๕ การสร๕างความคิดรวบยอด และการใช๕กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามแนวทางการชว๕เสริมศ๕กยภาพแล๕น๕าไปใช๕กับนักเรียน ระยะที่ 3 ทดสอบความสามารถของนักเรียนหลังการใช๕บทเรียน ผลการวิจัยพบว๕า นักเรียน

มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการใช้บทเรียนโดยวิธีการการช่วยเสริมศักยภาพสูงกว่าก่อนใช้

Kim (2006) ได้ศึกษา เรื่อง Scaffolding Learner Motivation Through A Virtual Peer เป็นการศึกษาถึงการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงช่วยในการใช้เอกสารอย่างมีประสิทธิภาพสามารถใช้วิธีการช่วยเสริมศักยภาพในการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนารูปแบบวิธีการเรียนแบบจับคู่เพื่อนในห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจที่แนบชิดต่อผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การรับรู้ความสามารถในการทำงานของตนเองโดยเฉพาะ เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ 3 ประการ คือ การสืบเสาะถึงศักยภาพของคู่เพื่อนเสมือน หรือ Virtual Peers (VPs) ได้แก่ ตัวอักษรดิจิทัล ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ การออกแบบจะใช้วิธีการช่วยเสริมศักยภาพด้านแรงจูงใจ ของนักศึกษาที่มีต่อการทำงานวางแผนบทเรียน การศึกษาตรวจสอบ วิธีการที่แตกต่างกัน ลักษณะของ VPs แรงบันดาลใจของการเรียนรู้เช่น วัตถุประสงค์ของผู้เรียน ความเชื่อของตนเองประสิทธิภาพงานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน และความสนใจในงานและในการทำงานกับ VPs โดยศึกษา 1) การตรวจสอบความสามารถ และการทำงานร่วมกันที่ประเภทของ VPs 2) การตรวจสอบเพศ และการแสดงออกทางอารมณ์ของ VPs และ 3) การตรวจสอบเพศ และการตอบสนองทางอารมณ์ของ VPs ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่าง แรงจูงใจ ผู้เรียน และลักษณะ VPs เหล่านี้ ผลการวิจัยสนับสนุนยู่ที่ลึกลับ การเรียนการสอนของการจับคู่เพื่อนเสมือนเป็นโครงสร้างด้านแรงบันดาลใจ

Shin, Horng & Pan (2010) ได้ศึกษา เรื่อง A Scaffolding M-Learning Framework with IMS based IPTV PVR Service โดยเป็นการศึกษาถึง กิจกรรมการเรียนรู้ M - Learning โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพในการเป็นกรอบการช่วยเหลือ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบดั้งเดิมถูกจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ กระบวนทัศน์การเรียนรู้ใหม่ เช่น M - Learning จะกลายเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในกรณีการเรียนรู้ตลอดชีวิต สามารถรองรับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น เซลลูลาร์ มือถือ(WCDMA, WiMAX และ LTE) และ WLAN (IEEE 802.11b/g/n) เทคโนโลยีเหล่านี้จะมีการเข้าถึงเครือข่ายที่แตกต่างกันและใช้ในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายดายทุกที่ทุกเวลา กับอุปกรณ์พกพาใด ๆ เช่น PDA, Laptop, Notebook รวมทั้งสมาร์ทโฟน ในขณะที่การใช้งานที่เกิดขึ้นใหม่หลาย ๆ อย่างถูกนำมาใช้ใน M - Learning เช่น ข้อความสั้น บริการ Multimedia Messaging Service บริการกระจายเสียง เช่น IPTV IPTV เป็นบริการโทรทัศน์กระจายเสียง ตาม Internet Protocol ส่วนบริการโทรทัศน์แบบดั้งเดิมเป็นที่นิยมมากในบ้านโรงเรียนหรือ บริษัท แต่ก็ยังเป็นบริการโทรทัศน์ทิศทางเดียว (ไม่มีปฏิสัมพันธ์) ส่วนบริการ IPTV มีคุณสมบัติหลักของการเชื่อมต่อสองทิศทางที่สามารถให้บริการโทรทัศน์แบบโต้ตอบ เช่น บริการการเรียนการสอนแบบโต้ตอบ Personal Video Recorder (PVR) ซึ่งเป็นหนึ่งในบริการ IPTV ที่สำคัญ เนื้อหาวิดีโอจากทีวีที่เป็นบริการ IPTV PVR สามารถใช้สื่อ

การสอนมัลติมีเดียแบบโต้ตอบได้ผลดังนั้นก็การศึกษาลักษณะนี้จะเสนอกรอบการทำงานของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ การใช้การช่วยเสริมศักยภาพในการเป็นกรอบการช่วยเหลือของ M - Learning ด้วย IMS ตาม PVR บริการ IPTV ในกรอบตาม IMS นี้ การเข้าถึงเครือข่ายที่ได้รับการสนับสนุนโดย IMS สามารถรวมเข้ากับเครือข่ายหลัก IMS และบริการสามารถดำเนินการระหว่างเครือข่ายที่มีการเข้าถึงที่แตกต่างกันด้วยการช่วยเสริมศักยภาพช่วยในการปรับตัวการเรียน การศึกษาอิสระ การจัดการกับสถานการณ์ใด ๆ ที่พบ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ที่ไร้รอยต่อของพัฒนาการ



ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Concept)

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics concept) เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งหลักหรือแนวคิดนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์หรือนำไปใช้งานได้ การมีมโนทัศน์ที่ดีและมีความเข้าใจลึกซึ้งจะสามารถพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของมโนทัศน์
 - 1.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
3. กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
4. การเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
5. การสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
6. หลักสูตรคณิตศาสตร์
7. การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของมโนทัศน์ (Concept) มีผู้กำหนดคำอื่น ๆ แต่มีความหมายเดียวกัน เช่น ความคิดรวบยอด มโนคติ มโนมติ มโนภาพ สังกัป เป็นต้น โดยผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

McDonal (อ้างใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2546: 119) กล่าวว่าความคิดรวบยอด หมายถึง กลุ่มระบบของสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะจำเพาะร่วมกัน

Bruner (1956: 244) กล่าวถึงมโนทัศน์ว่า เป็นการจัดประเภทของสิ่งของ การกระทำ หรือความคิด ซึ่งได้มาจากการจัดสิ่งเหล่านั้นให้เป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยคุณลักษณะ (Attributes) เป็นเกณฑ์

สุวิทย์ คำมูล และ อรทัย คำมูล (2546: 174) ได้กล่าวไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่ม สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือ การได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้ คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะ คล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นมโนทัศน์ จะทำให้เราสามารถจำแนกสิ่งใหม่ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ของเราที่ผ่านมา

มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจในข้อสรุปหรือการจำกัดความในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น เป็นผลจากสรุปจากการรับรู้มารวมกัน เป็นรูปแบบเดียวกัน

1.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Enggen and Kauchak (2006: 108) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดของมุมทั้งสี่เท่ากัน และเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2547: 5) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุ หรือเหตุการณ์ว่า เป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของการเท่ากัน มโนทัศน์ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปของสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม เป็นต้น

จากความหมายของ มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดสำคัญและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดมาจากความรู้ การสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยสรุปออกมาเป็นบทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติของวิชาคณิตศาสตร์

2. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

De Cecco (1974: 402-416) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ สรุปได้ว่า

2.1 มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่เราตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ละเอียดอ่อนเป็นเรื่องยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้มโนทัศน์ในการจัดแบ่งสิ่งต่าง ๆ เป็นกลุ่มทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2.2 มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่าง ๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น การแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร อยู่ในพวกไหน และใช้มโนทัศน์นี้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

2.3 มโนทัศน์ช่วยในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เช่น เมื่อมีการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ เราสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเรียนซ้ำ เช่น รู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากนั้นเมื่อเราพบสัตว์ประเภทเดียวกันเราก็สามารถแยกแยะได้

2.4 มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้เรารู้จักว่าวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใดเหตุการณ์ใหม่ อยู่ในกลุ่มใด แล้วทำให้เกิดการตัดสินใจต่อไป ดังนั้นการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับ ทำให้รู้จักการแก้ปัญหามากขึ้น

2.5 มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนต้องอาศัยการสื่อสาร ในรูปการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ คือ ช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาช่วยการจัดแบ่งสิ่งต่าง ๆ เป็นกลุ่ม ช่วยในการเรียนรู้ได้มากขึ้น สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องเรียนซ้ำ ช่วยในการแก้ปัญหาและรู้จักการแก้ปัญหาในการเรียนการสอน

3. กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Lovell (1996: 12-13) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่ากระบวนการสร้างมโนทัศน์มี 3 ขั้นตอน คือ การรับรู้ (Perception) การย่อ (Abstraction) การสรุป (Generalization) การย่อเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเด่นที่รวมกันของวัตถุหรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้นๆ นักเรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนสามารถแยกแยะสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุมในลักษณะที่รวมกันของสิ่งที่ค้นพบได้

ปราณี รามสูต (2528) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ของคนเรา เป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ คือ เมื่อได้ปะทะความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า จนในที่สุดเกิดโครงสร้างของมโนทัศน์ขึ้นมาได้ ซึ่งมีกระบวนการเป็นลำดับดังนี้

- 1) การรับรู้
- 2) ความจำ
- 3) การคิดหาเหตุผล
- 4) การจัดระเบียบหรือประสมประสานความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งเร้าให้เป็นหมวดหมู่

จากกระบวนการดังกล่าว อธิบายได้ว่า เมื่อปะทะกับสิ่งเร้า บุคคลจะเกิดการรับรู้เมื่อรับแล้วก็จะไปเก็บไว้ในความจำ เมื่อได้รับรู้กลุ่มของสิ่งเร้าใดมากเข้า ความจำเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นก็จะมีมากขึ้น ก็เกิดการคิดหาเหตุผล มีการประสมประสานกันระหว่างการรับรู้ ความจำ และความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งนั้น การมองเห็นความแตกต่างของกลุ่มสิ่งเร้า นั้น ๆ กว่าต่างไปจากกลุ่มของสิ่งเร้าอื่นอย่างไร และสรุปรวบยอดลักษณะของกลุ่มของสิ่งเร้า นั้นว่าคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าประเภทเดียวกันในแง่ใดบ้าง

Ausubel (1968: 517) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่ากระบวนการสร้างมโนทัศน์ประกอบด้วย

- 1) ความสามารถในการจำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้าได้
- 2) สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งเร้าที่เหมือนกัน
- 3) ทดสอบสมมติฐานมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
- 4) เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้
- 5) จัดลักษณะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากสมมติฐาน ให้มาสัมพันธ์กับระบบการคิดที่มีอยู่เดิมแล้ว ในโครงสร้างของความคิด
- 6) แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่ กับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน
- 7) สรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ใหม่ ให้ครอบคลุมไปยังส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม

8) คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสม มาใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่รับมาใหม่

Bell (1981: 108) ได้กล่าวถึง กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความคิดทางนามธรรมในการจัดกลุ่มสิ่งของ หรือเหตุการณ์ใดที่เป็นตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่าง เช่น คำว่า เซต สับเซต การเท่ากัน การไม่เท่ากัน รูปสามเหลี่ยม ลูกบาศก์ รัศมี และเลขยกกำลัง เป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คนที่จะเรียนรู้มโนทัศน์ของรูปสามเหลี่ยมจะต้องสามารถจำแนกเซตของรูปต่างๆ เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เป็นรูปสามเหลี่ยมกับกลุ่มที่ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยม

4. การเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ปราณี รามสูต (2528: 138) มโนทัศน์ของคนเราเกิดจากการได้รับประสบการณ์ และกระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์นั้น เกิดขึ้นเมื่อได้ปะทะกับสิ่งเร้า บุคคลจะเกิดการรับรู้ (Perception) เมื่อรับรู้แล้วก็จะเก็บเอาเป็นความจำ (Memory) เมื่อได้รับรู้กลุ่มของสิ่งเร้าใดมากเข้าความจำเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้านั้นมีมากขึ้น ก็เกิดการคิดหาเหตุผล มีการประสมประสาน (Integration) กันระหว่างการเรียนรู้ ความจำ และความคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น การมองเห็นความแตกต่างของกลุ่มสิ่งเร้านั้น ๆ ว่าต่างไปจากกลุ่มสิ่งเร้าอื่นอย่างไร (Discrimination) และการสรุปขยาย (Generation) ลักษณะของสิ่งเร้านั้นว่าคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าประเภทเดียวกันในแง่ใดบ้าง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534:111) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการเรียนรู้มโนทัศน์ดังนี้

- 1) การเรียนรู้เริ่มต้นจากการได้รับประสบการณ์ของผู้เรียนจากสิ่งที่ได้เห็นและสิ่งที่ได้สัมผัสมาก่อน

2) จากประสบการณ์เดิม ผู้เรียนจะนำความรู้ที่รู้นั้นมาใช้ในการแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ได้รับ

3) ผู้เรียนจะเริ่มพิจารณาถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้านั้น

4) ตั้งสมมติฐานว่าความรู้ในทัศนะนั้นคืออะไร

5) ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น

6) เลือกข้อสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกันหากปรากฏว่าถูกก็จะคงสมมติฐานไว้อย่างนั้น ถ้าผิดจะกลับไปสังเกตและคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนกว่าจะถูกต้อง ก็จะคงสมมติฐานนั้นไว้

Ausubel (1968: 517) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้ทัศนคติเกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ

1. การสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) หมายถึง การเรียนรู้ทัศนคติจากประสบการณ์ของการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้โดยการค้นพบ หรือใช้วิธีการอุปมาน (Inductive Process) ตัวอย่างเช่น เด็กที่เรียนรู้ทัศนคติของเครื่องใช้ชีวิตประจำวัน เช่น หมวก และรองเท้า โดยการมีประสบการณ์ว่า ถ้าจะออกไปข้างนอกจะต้องสวมหมวกที่ศีรษะสวมรองเท้าที่เท้าเป็นต้น

2. การแตกย่อยมโนทัศน์ (Concept Assimilation) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์แบบอนุมาน (Deductive Process) โดยทราบคำจำกัดความของมโนทัศน์พร้อมกับตัวอย่างของมโนทัศน์และคุณลักษณะวิกฤติ (Critical Attributes) ของมโนทัศน์นั้น เด็กโตและ ผู้ใหญ่ใช้กระบวนการ Concept Assimilation นี้

5. การสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Charlesworth (2005: 29-34) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเด็กเล็ก ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้สามารถใช้ได้กับการสอนทั่ว ๆ ไป โดยการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ประเมินสภาพที่นักเรียนเป็นอยู่ (Assess) เพื่อให้ทราบความรู้ของนักเรียน อันจะนำไปสู่การวางแผนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกัน

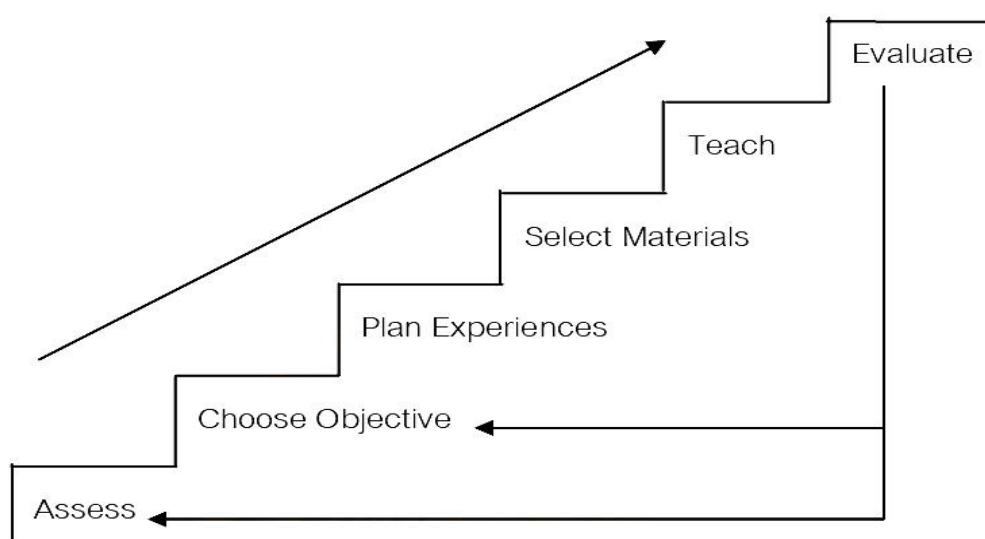
5.2 ตั้งวัตถุประสงค์ (Choose Objectives) เมื่อประเมินสภาพในขั้นที่ 1 แล้วครูนำ สภาพนั้นมาช่วยในการตั้งวัตถุประสงค์ โดยอย่างน้อยต้องตั้งวัตถุประสงค์ให้นักเรียนที่อ่อนได้เรียนรู้ เพิ่มขึ้นเท่ากับนักเรียนที่เก่ง

5.3 วางแผนการจัดประสบการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ (Plan Experience) ต้องพึงระลึกว่าเด็กเล็กจะเรียนได้ดีในประสบการณ์ตามธรรมชาติ

5.4 เลือกวัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่อต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน (Select Materials) โดยสื่อต้องเป็นสื่อที่ดี ทำอย่างดี ปลอดภัยต่อเด็ก ต้องออกแบบเพื่อให้นักเรียนเข้าถึง มีโน้ตทัศน์นั้น สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเหมาะสมกับระดับของนักเรียน

5.5 ปฏิบัติการสอนนักเรียนตามแผนที่วางไว้ (Teach)

5.6 ประเมินว่านักเรียนเรียนรู้สิ่งที่ต้องการสอนหรือไม่ (Evaluate) ถ้าเรียนรู้แล้วกลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 2 แต่ถ้ายังไม่เกิดการเรียนรู้ ครูต้องกลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง ทั้งนี้สามารถเขียนสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนได้ดังแผนภาพ ดังนี้



ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนทฤษฎีการพัฒนการเรียนรู้ ของ Piaget (อ้างใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2546: 126) แบ่งการพัฒนารู้ออกเป็นขั้นต่างๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความสามารถทางประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (ระดับอายุ 0 - 2 ปี) เป็นช่วงเวลาที่เด็กพยายามเคลื่อนไหว การพัฒนาของตนจากความเกี่ยวพันในตนเอง ไปสู่การแยกแยะความแตกต่างของตนเองกับวัตถุสิ่งของ และได้มีการพัฒนาการด้านการรับรู้เกี่ยวกับที่ว่าง เวลา การลอกเลียนแบบ และความเกี่ยวพันของเหตุและผล ในการนี้ประสาทสัมผัสและทักษะของการเคลื่อนไหวจัดสภาพการรับรู้ต่อเนื่องไป โดยเน้นการรับรู้สิ่งหนึ่งสิ่งใดทีละอย่าง

ขั้นที่ 2 ขั้นเตรียมปฏิบัติการจัดระเบียบแบบรูปธรรม (ระดับอายุ 2 - 11 ปี) ในขั้นนี้เป็นช่วงเวลาที่การแสดงออกของเด็กในด้านความคิดจะปรากฏขึ้นเป็นครั้งแรก และในที่สุดจะเป็นความคงที่ การแสดงความคิดนี้เด็กจะใช้รูปแบบของสัญลักษณ์ในการจัดระเบียบกลุ่มของ

เหตุการณ์แยกจากกัน ซึ่งเป็นอิสระจากขอบเขตของรูปธรรมตามความเป็นจริง และเป็นการปฏิบัติทางด้านสัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการปกติ (ระดับอายุ 11 - 15 ปี) การแสดงความคิดในช่วงนี้พัฒนาขึ้นมาเป็นสิ่งที่มีความตรงตามความเป็นจริงและเกี่ยวพันกันกับการใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางขึ้น

6. หลักสูตรคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

หลักสูตรคณิตศาสตร์ที่ใช้เรียนในปัจจุบัน เป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มี ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

6.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้ จำนวนนับ 1 ถึง 100 และ 0 การบอกจำนวน การอ่านและการเขียนตัวเลขฮินดู อารบิกและตัวเลขไทยแสดงจำนวน ชื่อหลักค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก การเขียนในรูปการกระจายการเปรียบเทียบจำนวน การใช้เครื่องหมาย $<$ $>$ การเรียงลำดับจำนวน การนับเพิ่ม ทีละ 1 ทีละ 2 การนับลดทีละ 1 การบวก การลบ และโจทย์ปัญหา ความหมายของการบวก การลบ และการใช้เครื่องหมาย $+$ $-$ การบวกที่ไม่มี การทด การลบที่ไม่มี การกระจาย การบวก ลบระคน โจทย์ปัญหา การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การวัดความยาว ความสูง และระยะทางโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน การเปรียบเทียบความยาว การชั่ง การชั่งโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน การเปรียบเทียบน้ำหนัก การตวง การตวงโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน การเปรียบเทียบปริมาตรและความจุ เวลา ช่วงเวลาในแต่ละวัน (กลางวัน กลางคืน เช้า สาย เที่ยง บ่าย เย็น) จำนวนวันและชื่อวันในสัปดาห์ การเตรียมความพร้อมทางเรขาคณิต รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี แบบรูปและความสัมพันธ์ แบบรูปของจำนวนที่เพิ่มขึ้นทีละ 1 ทีละ 2 แบบรูปของจำนวนที่ลดลงทีละ 1 แบบรูปของรูปที่มีรูปร่าง ขนาดหรือสีที่สัมพันธ์กันอย่างไรอย่างใดอย่างหนึ่ง

เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์

รวมทั้งเห็นคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณและเชื่อมั่นในตนเอง

6.2 โครงสร้างรายวิชา

6.2.1 หน่วยที่ 1 จำนวนนับ 1 ถึง 10 และ 0 มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) การเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวน
- (2) การอ่านตัวเลขฮินดูอารบิกและตัวเลขไทย
- (3) การนับเพิ่มทีละ 3 ทีละ 4 ทีละ 25 และ ทีละ 50
- (4) การนับลดทีละ 3 ทีละ 4 ทีละ 5 ทีละ ๒๕ และทีละ 50
- (5) หลักและค่าของเลขโดดในแต่ละหลักและการใช้ 0 ในการยึด

ตำแหน่งของหลัก

- (6) การเขียนตัวเลขแสดงจำนวนในรูปกระจาย
- (7) การเปรียบเทียบจำนวนและการใช้เครื่องหมาย $=$ $>$ $<$
- (8) การเรียงลำดับจำนวนไม่เกินห้าจำนวน

6.2.2 หน่วยที่ 2 การบวกจำนวนสองจำนวนที่มีผลบวกไม่เกิน 9 มีสาระ

แกนกลาง คือ

- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย $+$
- (2) การบวกที่ไม่มีการทด
- (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย $-$
- (4) การลบที่ไม่มีการกระจาย
- (5) โจทย์ปัญหาการบวก การลบ
- (6) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน
- (7) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ

6.2.3 หน่วยที่ 3 การลบจำนวนสองจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 9 มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย $+$
- (2) การบวกที่ไม่มีการทด
- (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย $-$
- (4) การลบที่ไม่มีการกระจาย
- (5) การบวก ลบระคน
- (6) โจทย์ปัญหาการบวก การลบ
- (7) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน

- (8) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ
- 6.2.4 หน่วยที่ 4 จำนวนนับ 11 ถึง 20 มีสาระแกนกลาง คือ
- (1) การใช้จำนวนบอกปริมาณที่ได้จากการนับ
 - (2) การเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก และตัวเลขไทยแสดงจำนวน
 - (3) การอ่านตัวเลขฮินดูอารบิกและตัวเลขไทย
 - (4) การนับเพิ่มทีละ 1 ทีละ 2 การนับลดทีละ 1
 - (5) หลักและค่าของเลขโดดในแต่ละหลัก
 - (6) การเขียนตัวเลขแสดง
 - (7) การเปรียบเทียบจำนวนและการใช้เครื่องหมาย = \square > <
 - (8) การเรียงลำดับจำนวนไม่เกินห้าจำนวน
- 6.2.5 หน่วยที่ 5 การบวกจำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 20 มีสาระแกนกลาง คือ
- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย +
 - (2) การบวกที่ไม่มีการทด
 - (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย -
 - (3) การลบที่ไม่มีการกระจาย
 - (4) การบวก ลบระคน
 - (5) โจทย์ปัญหาการบวก การลบ
 - (6) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน
 - (7) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ
- 6.2.6 หน่วยที่ 6 การลบจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 20 มีสาระแกนกลาง คือ
- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย +
 - (2) การบวกที่ไม่มีการทด
 - (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย -
 - (4) การลบที่ไม่มีการกระจาย
 - (5) การบวก ลบระคน
 - (6) โจทย์ปัญหาการบวก การลบ
 - (7) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน
 - (8) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ
- 6.2.7 หน่วยที่ 7 การวัดความยาว มีสาระแกนกลาง คือ
- (1) การเปรียบเทียบความยาว (สูงกว่า เตี้ยกว่า ยาวกว่า สั้นกว่า ยาวเท่ากัน สูงเท่ากัน)

เท่ากัน สูงเท่ากัน)

- (2) การวัดความยาวโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน
- (3) การเปรียบเทียบน้ำหนัก (หนักกว่า เบากว่า หนักเท่ากัน)
- (4) การชั่งโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน
- (5) การเปรียบเทียบปริมาตรและความจุ (มากกว่า น้อยกว่า เท่ากัน

จุมากกว่า จุน้อยกว่า จูเท่ากัน) การตวงโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน

6.2.8 หน่วยที่ 8 การชั่งและการตวง มีสาระแกนกลาง คือ

(1) การเปรียบเทียบความยาว (สูงกว่า เตี้ยกว่า ยาวกว่า สั้นกว่า ยาวเท่ากัน สูงเท่ากัน)

- (2) การวัดความยาวโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน
- (3) การเปรียบเทียบน้ำหนัก (หนักกว่า เบากว่า หนักเท่ากัน)
- (4) การชั่งโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน
- (5) การเปรียบเทียบปริมาตรและความจุ (มากกว่า น้อยกว่า เท่ากัน

จุมากกว่า จุน้อยกว่า จูเท่ากัน)

(6) การตวงโดยใช้หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน

6.2.9 หน่วยที่ 9 จำนวน 21 ถึง 100 มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) การใช้จำนวนบอกปริมาณที่ได้จากการนับ
- (2) การเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก และตัวเลขไทยแสดงจำนวน
- (3) การอ่านตัวเลขฮินดูอารบิกและตัวเลขไทย
- (4) การนับเพิ่มทีละ 1 ทีละ 2 การนับลดทีละ 1
- (5) หลักและค่าของเลขโดดในแต่ละหลัก
- (6) การเขียนตัวเลขแสดงจำนวนในรูปกระจาย
- (7) การเปรียบเทียบจำนวนและการใช้เครื่องหมาย $=$ \square $>$ $<$
- (8) การเรียงลำดับจำนวนไม่เกินห้าจำนวน

6.2.10 หน่วยที่ 10 การเตรียมความพร้อมทางเรขาคณิต มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) รูปสามเหลี่ยม
- (2) รูปสี่เหลี่ยม
- (3) รูปวงกลม
- (4) รูปวงรี

6.2.11 หน่วยที่ 11 แบบรูปและความสัมพันธ์ มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) แบบรูปของจำนวนที่เพิ่มขึ้นทีละ 1 ทีละ 2
- (2) แบบรูปของจำนวนที่ลดลงทีละ 1

(3) แบบรูปของรูปที่มีรูปร่าง ขนาดหรือสีที่สัมพันธ์กันอย่างไร
 อย่างหนึ่ง เช่น $\triangle \square \triangle \square \triangle \square \text{ ---}$

6.2.12 หน่วยที่ 12 เวลา มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) ช่วงเวลาในแต่ละวัน (กลางวัน กลางคืน เช้า สาย เที่ยง บ่าย เย็น)
- (2) จำนวนวันและชื่อวันในสัปดาห์

6.2.13 หน่วยที่ 13 การบวกที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 100 มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย +
- (2) การบวกที่ไม่มีการทด
- (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย -
- (4) การลบที่ไม่มีการกระจาย
- (5) การบวก ลบระคน
- (6) โจทย์ปัญหาการบวก การลบ
- (7) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน
- (8) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ

6.2.14 หน่วยที่ 14 การลบจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 100 มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย +
- (2) การบวกที่ไม่มีการทด
- (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย -
- (4) การลบที่ไม่มีการกระจาย การบวก ลบระคน
- (5) การบวก ลบระคน
- (6) โจทย์ปัญหาการบวกการลบ
- (7) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน
- (8) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก

6.2.15 หน่วยที่ 15 การบวกลบระคน มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย +
- (2) การบวกที่ไม่มีการทด
- (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย -
- (4) การลบที่ไม่มีการกระจาย การบวก ลบระคน
- (5) การบวก ลบระคน
- (6) โจทย์ปัญหาการบวกการลบ
- (7) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน
- (8) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ

6.2.16 หน่วยที่ 16 โจทย์ปัญหาการบวกลบระคน มีสาระแกนกลาง คือ

- (1) ความหมายของการบวก และการใช้เครื่องหมาย +
- (2) การบวกที่ไม่มีการทด
- (3) ความหมายของการลบ และการใช้เครื่องหมาย -
- (4) การลบที่ไม่มีการกระจาย
- (5) การบวก ลบระคน
- (6) โจทย์ปัญหาการบวกการลบ
- (7) โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน
- (8) การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ

หลักสูตรคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีการเรียนการสอนทางด้านคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง ประกอบด้วย 1) จำนวนนับ 1 ถึง 10 และ 0 2) การบวกจำนวนสองจำนวน ที่มีผลบวกไม่เกิน 9 3) การลบจำนวนสองจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 9 4) จำนวนนับ 11 ถึง 20 5) การบวกจำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 20 6) 7) การวัดความยาว 8) การชั่งและการตวง 9) จำนวน 21 ถึง 100 10) การเตรียมความพร้อมทางเรขาคณิต 11) แบบรูปและความสัมพันธ์ 12) เวลา 13) การบวกที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 100 14) การลบจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 100 15) การบวกลบระคน 16) โจทย์ปัญหาการบวกลบระคน สำหรับเนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาเฉพาะ เรื่อง เลขจำนวน

7. การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

เมื่อนักเรียนได้รับการสอนจนเกิดมโนทัศน์แล้ว การวัดประเมินผลจึงเป็นสิ่งสำคัญ การตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพียงใด ซึ่งการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้มี นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Wilson (1971: 645-670) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาสัมพันธ์กัน

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520: 222) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การวัดความคิดในเชิงนามธรรม คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ วิธีการในทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูว่าเด็กมีความเข้าใจและมีมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์เพียงใด ดังนั้นข้อสอบมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์จึงเป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ จึงเป็นการวัดความเข้าใจข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ และขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยลักษณะคำถามต้องมีใช้การให้เหตุผลล์ แต่เป็นการถามถึงข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ และขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

8.1 งานวิจัยในประเทศ

ประกายดาว ใจคำปัน (2549) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทหลักเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยศึกษาจากกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านท่าข้าม อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 25 คน โดยใช้แผนการจัดประสบการณ์สำหรับเด็กปฐมวัย จำนวน 8 หน่วยการเรียนรู้ 40 แผนการจัดประสบการณ์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย จำนวน 5 ฉบับ การจัดประเภทหรือการจัดหมวดหมู่ การจัด ลำดับ การเปรียบเทียบจำนวนและการนับจำนวน เวลา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่จัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทหลักและทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับแผนการจัดประสบการณ์ทั้ง 8 กิจกรรม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี รวมทั้งการทำแบบทดสอบความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย เมื่อเปรียบเทียบแล้ว พบว่านักเรียนมีคะแนนในเรื่องจำนวนและการนับจำนวนอยู่ในระดับดี ส่วนความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในเรื่องการจัดประเภทหรือการจัดหมวดหมู่ การจัดลำดับ การเปรียบเทียบ และเรื่องเวลา อยู่ในระดับดี

ณัฐกานต์ จอมขันเงิน (2549) ได้ศึกษาผลการใช้เกมฝึกสมองเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยง และคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย จึงอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของครู และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียน การวิเคราะห์ว่าครูและนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้างและคลาดเคลื่อนอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่ถูกต้องจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการระมัดระวัง ไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนเหล่านั้นตลอดจนเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้นให้หมดไป ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

พรพิรุณ บุตรดา (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ ยูทศาสตร์เมตาคอกนิชันและการเรียนด้วยวิธีสอนตามแบบปกติระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ระหว่างการเรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยูทศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการเรียนด้วยวิธีสอน ตามแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่สอนโดยใช้ยูทศาสตร์เมตาคอกนิชัน จำนวน 15 แผน แผนกาจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ที่สอนตามแบบปกติ จำนวน 15 แผน แบบทดสอบความ สามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์แบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบ จำนวน 12 ข้อ การเรียนการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ยูทศาสตร์เมตาคอกนิชันเป็นการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด ซึ่งกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีขั้นตอนวิธีการนี้เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในการเรียน การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์จึงควรนำวิธีการเรียนการสอนการแก้โจทย์ ปัญหาโดยใช้ยูทศาสตร์เมตาคอกนิชัน ไปใช้สอนคณิตศาสตร์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นเพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป

ปราณี พรภวิชัยกุล (2549) ได้ศึกษา เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดล การสร้างมโนทัศน์ เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใช้โมเดลการสร้างมโนทัศน์และ กลุ่มที่ได้รับ การสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 44 คน ได้รับการสอนโดยการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล คือแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเป็นค่าสถิติด้วยค่า มัชฌิมเลขคณิต ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐาน ด้วยค่าที (t-test)

8.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Ghanbari, N. et.al. (2011) ได้ทำวิจัยเรื่อง Study of Educational Plays Effect to Learn Concepts of Mathematics Curriculum in First-Grade Girl Students of Shar-E-Ray ได้ศึกษาหลักสูตร คณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่จัดเป็นความรู้ที่สำคัญ ดังนั้นจึงมี การสอน ในปีแรกของหลักสูตรในโรงเรียน เริ่มที่ให้ความรู้ความสำคัญเกี่ยวกับการคำนวณ ระยะเวลา

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในชีวิตของคนทุกคน เพื่อให้ความรู้นี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ ในช่วงปีแรกของเด็กในโรงเรียนประถมศึกษาผ่านการเรียนรู้และการศึกษาเกี่ยวกับวัตถุและสิ่งที่จับต้องได้ เพื่อเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน วิธีการเล่นเป็นหนึ่งในวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และวิธีที่ดีที่สุดในการสอนเด็ก การศึกษา โดยใช้การเล่นมีข้อดีหลายประการ สำหรับนักเรียน เช่น การเล่นและ มีส่วนร่วมในการเล่นของพวกเขา จะปรากฏสถานการณ์ที่ง่ายหรือซับซ้อนของชีวิต และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ ปัญหาการศึกษา เป็นผลให้พวกเขาสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้ได้ศึกษา ผลกระทบที่เกมการศึกษา การเรียนรู้ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา ของ Shahr-e-Ray เป้าหมายของการวิจัยและผลการศึกษาตรวจสอบการเล่นที่จะเรียนรู้ เกี่ยวกับแนวคิดของหลักสูตร ในเริ่มแรก เกรดนักเรียนคณิตศาสตร์ ประชากรที่ศึกษาประกอบด้วยนักเรียนผู้หญิงชั้นประถมศึกษา ปีแรกทุกคนในโรงเรียน Shahr - e - Ray ปี ค.ศ. 2010 - 2011 นักเรียนจำนวน 50 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 25 คน (กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม) โดยใช้วิธีการสุ่ม การระดับการเรียนรู้ ของนักเรียนเป็นการวัดตามแบบสอบถาม จำนวน 30 คำถาม ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดหลักสูตร คณิตศาสตร์ รวมถึง 1) สรุปรตามแนวคิด 2) แนวคิดการลบ เกมการศึกษา (2 เกม) ได้ดำเนินการ ในระหว่าง 8 ภาคการศึกษา คือ ก่อนการทดลอง กึ่งทดลองและ หลังการทดลอง กับกลุ่มควบคุม และติดตามขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมานถูกนำมาใช้หาผล ของการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า เกมการศึกษา มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในการบวกและลบ พบว่า การเล่น การศึกษา มีผลกระทบ

ตอนที่ 7 แนวคิดเกี่ยวกับความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Learning Disability)

1. ความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 1.1 ความหมายของความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 1.2 สาเหตุและปัญหาความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 1.3 ลักษณะของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 1.4 ความรู้เกี่ยวกับเด็กแอลดี 50 ประการ
2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 ลักษณะความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์
3. แนวทางการช่วยเหลือเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 3.1 หลักการสอนเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 3.2 การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 3.3 การช่วยเหลือทางจิตวิทยาแก่นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
4. วิธีแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ความบกพร่องทางการเรียนรู้

1.1 ความหมายของความบกพร่องทางการเรียนรู้

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disability) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า แอลดี (LD) ก็คือ เป็นความบกพร่องของกระบวนการเรียนรู้ที่แสดงออกทางด้านปัญหาการอ่าน การเขียน สะกดคำ การคำนวณและเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีสาเหตุมาจากการทำงานที่ผิดปกติของสมอง กรรมพันธุ์ หรือเกิดจากสิ่งแวดล้อมซึ่งล้วนแล้วแต่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กต่ำกว่า ศักยภาพที่แท้จริง

กระทรวงศึกษาธิการ (2552: 47) ระบุถึงบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ว่าเป็นบุคคลที่มีความผิดปกติในการทำงานของสมองบางส่วนที่แสดงถึงความบกพร่องในกระบวนการเรียนรู้ที่อาจเกิดขึ้นเฉพาะความสามารถด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้าน คือ การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ซึ่งไม่สามารถเรียนรู้ในด้านที่บกพร่องได้ ทั้งที่มีระดับสติปัญญาปกติ ความบกพร่องดังกล่าวข้างต้นเป็นสาเหตุของปัญหาในการเรียนรู้ของเด็ก

Reynoeds and Brich (1977) อ้างถึงใน ผดุง อารยะวิญญู (2544: 115) กล่าวว่า เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องเกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยา ความบกพร่องนี้เกี่ยวข้องกับการใช้ภาษาของเด็กทั้งภาษาพูดและภาษาเขียน เด็กมีปัญหาในด้าน การฟัง การคิด การพูดคุยกับผู้อื่น การอ่าน การสะกดคำ หรือการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงเด็กที่มีความบกพร่องทางการรับรู้ การได้รับบาดเจ็บทางสมองดิสเล็กเซีย (Dyslaxia) และอะเฟเซีย (Aphasia) แต่ไม่รวมถึงเด็กที่มีปัญหาอันเกิดจากความบกพร่องทางสายตา ทางการได้ยินและทางการเคลื่อนไหว ปัญญาอ่อน ความบกพร่องทางอารมณ์และความเสียเปรียบทางสภาพแวดล้อม

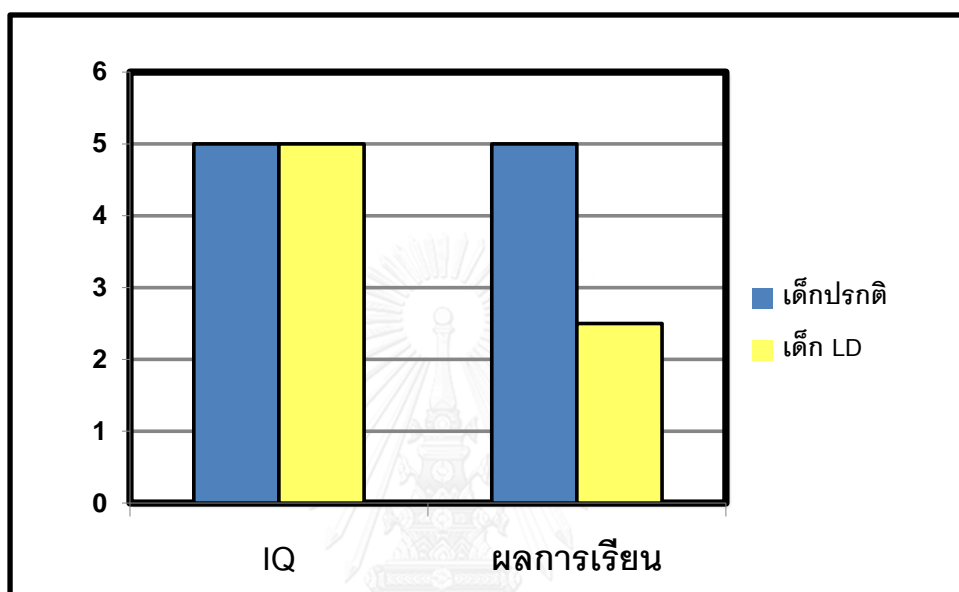
ศรียา นิยมธรรม (2537: 3) ได้ให้ความหมายของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ไว้ว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disabilities Children) หมายถึง เด็กที่มีความผิดปกติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของกระบวนการพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ เกี่ยวกับความเข้าใจ การใช้ภาษาพูดหรือภาษาเขียน ซึ่งความผิดปกตินี้อาจเห็นได้ในลักษณะของการมีปัญหาในการรับฟัง การคิด การอ่าน การเขียน การสะกด หรือการคำนวณ ตลอดจนการรับรู้อันเป็นผลจากความผิดปกติทางสมอง แต่ไม่รวมถึงเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อันเนื่องมาจากการมองเห็น ปัญญาอ่อน การไม่ได้ยิน การเคลื่อนไหวไม่ปกติเนื่องจากร่างกายพิการมีอารมณ์แปรปรวน หรือเด็กด้อยโอกาสทางการศึกษา

สมาคมเด็กและผู้ใหญ่ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ได้ให้คำจำกัดความ คือ สภาวะบกพร่องเรื้อรังที่มีต้นเหตุจากระบบประสาท ซึ่งทำให้ขัดขวางต่อพัฒนาการ การบูรณาการ การแสดงออกของความสามารถทางภาษา และความสามารถที่ไม่เกี่ยวข้องกับภาษา ภาวะบกพร่องเฉพาะทางนี้มีอยู่อย่างเด่นชัดแตกต่าง ในระดับของความรุนแรงและสามารถมีผลกระทบต่อความตระหนักถึงคุณค่าของตนเอง การศึกษาการประกอบอาชีพ การถ่ายทอดทางสังคม และการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันตลอดชีวิตของบุคคลนั้น (Shapiro & Rich, 1999 อ้างใน กานดา พุฒพัฒน์, 2547)

พระราชบัญญัติการศึกษาสำหรับผู้พิการ ระบุคำจำกัดความของความบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นสองส่วนสำคัญ คือ ปัญหาทางการเรียนรู้เฉพาะทาง โดยอธิบายว่าหมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องเพียงหนึ่งด้าน หรือหลายด้านของกระบวนการพื้นฐานทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจหรือการใช้ภาษาพูดหรือเขียนซึ่งความบกพร่องดังกล่าวแสดงออกให้เห็นในการขาดความสามารถด้านการฟัง พูด อ่าน เขียน สะกด หรือคำนวณทางคณิตศาสตร์ (ศรียา นิยมธรรม, 2540)

จากความหมายต่าง ๆ ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ คือ เด็กที่มีสติปัญญาอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือฉลาดกว่า แต่การเรียนรู้ในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลาย ๆ ด้าน จะช้ากว่าเด็กในวัยเดียวกัน เด็กจะมีสภาพร่างกายภายนอกปกติทุกอย่าง เพียงแต่มีปัญหาเกี่ยวกับ

ความไม่สมดุลของสมอง ทำให้เด็กมีความบกพร่อง ในเรื่องของการอ่าน การเขียน การฟัง การพูด การคิดคำนวณ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกลุ่มนี้ มีปัญหาเรื่องของการเรียนรู้ข้อมูล และแปลงข้อมูลได้ ไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน และเด็กบางคน อาจจะมีความบกพร่อง เฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง ดังนั้น หากวินิจฉัยได้เร็ว เด็กก็ได้รับการช่วยเหลือที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้เด็กสามารถพัฒนาไปได้ตามศักยภาพของตนเอง



ภาพที่ 2-4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างเด็กปกติกับเด็กแอลดี ทางด้านไอคิวที่ใกล้เคียงกันแต่ผลการเรียนแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 สาเหตุและปัญหาความบกพร่องทางการเรียนรู้

ความบกพร่องทางการเรียนรู้หรือปัญหาความบกพร่องทางเรียนรู้มีสาเหตุด้วยกันหลายประการ ดังที่ ผดุง อาระวีญญู (2544: 8-9) ได้จำแนกปัญหาต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1.2.1 การได้รับบาดเจ็บทางสมอง บุคลากรทางการแพทย์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ในหลายประเทศ มีความเชื่อว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้เด็กเหล่านี้ไม่สามารถเรียนได้ดีนั้น เนื่องมาจากการได้รับบาดเจ็บทางสมอง (Brain Damage) อาจจะเป็นการได้รับบาดเจ็บก่อนคลอด ระหว่างคลอด หรือหลังคลอดก็ได้ การบาดเจ็บนี้ทำให้ระบบประสาทส่วนกลางไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ อย่างไรก็ตามการได้รับบาดเจ็บอาจไม่รุนแรงนัก (Minimal brain dysfunction) สมองและระบบประสาทส่วนกลางยังทำงานได้ดีเป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนเท่านั้นที่มีความบกพร่องไปบ้าง ทำให้เด็กมีปัญหาในการรับรู้ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ของเด็ก แต่ปัญหานี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับทั้งหมด เพราะเด็กบางคนอาจเป็นกรณียกเว้นได้

1.2.2 กรรมพันธุ์ งานวิจัยจำนวนมากระบุตรงกันว่า ความบกพร่องทางการเรียนรู้ บางอย่างสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการศึกษาเป็นรายกรณีพบว่า เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้บางคน อาจมีพี่น้องเกิดจากท้องเดียวกัน มีปัญหาทางการเรียนรู้เช่นกันหรือ อาจมีพ่อแม่ พี่ น้อง หรือญาติใกล้ชิดมีปัญหาทางการเรียนรู้เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในการอ่าน การเขียน และการเข้าใจภาษา มีรายงานการวิจัยที่น่าเชื่อถือได้ว่า เด็กฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน (Identical Twin) มีพบว่าฝาแฝดคนหนึ่งมีปัญหาในการอ่านฝาแฝดอีกคนมักมีปัญหาในการอ่านเช่นเดียวกัน แต่ปัญหานี้ไม่พบบ่อยนักสำหรับฝาแฝดที่เกิดจากไข่นอกไข่ (Fraternal Twin) จึงอาจโดยสรุปได้ว่า ปัญหาในการเรียนรู้ อาจสืบทอดทางพันธุกรรมได้

1.2.3 สิ่งแวดล้อม สาเหตุทางสภาพสิ่งแวดล้อมนี้ หมายถึง สาเหตุอื่น ๆ ที่มีใช้ การได้รับบาดเจ็บทางสมอง และกรรมพันธุ์ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับเด็กภายหลังการคลอด เมื่อเด็กเติบโตขึ้นมาในสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง เช่น การที่เด็กมีพัฒนาการทางร่างกายล่าช้าด้วยสาเหตุบางประการ การที่ร่างกายได้รับสารบางประการอันเนื่องมาจากสภาพมลพิษในสิ่งแวดล้อม การขาดสารอาหารในวัยทารกและในวัยเด็ก การสอนที่ไม่มีประสิทธิภาพของครู ตลอดจนการขาดโอกาสทางการศึกษา เป็นต้น แม้ว่าองค์ประกอบทางสภาพแวดล้อมเหล่านี้จะไม่ใช่อุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดความบกพร่องทางการเรียนรู้โดยตรง แต่องค์ประกอบเหล่านี้ อาจทำให้สภาพการเรียนรู้ของเด็กมีความบกพร่องมากขึ้น

เบญจพร ปัญญาองค์ (2543: 13) ได้กล่าวไว้ว่า ความบกพร่องในการเรียนรู้ อาจมีสาเหตุมาจากสมองทำงานผิดปกติ โดยมีรายงานการวิจัยสนับสนุน ดังนี้

1. พยาธิสภาพทางสมอง การศึกษาเด็กที่มีบาดแผลทางสมอง เช่น คลอดก่อนกำหนด ตัวเหลืองหลังคลอด ฯลฯ

2. ความผิดปกติของสมองซีกซ้าย โดยปกติสมองซีกซ้ายจะควบคุมการแสดงออกทางด้านภาษาและสมองซีกซ้ายจะมีขนาดโตกว่าสมองซีกขวา แต่เด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้สมองซีกซ้ายและซีกขวามีขนาดเท่ากัน และมีความผิดปกติอื่น ๆ ที่สมองซีกซ้ายด้วย

3. ความผิดปกติของคลื่นสมอง เด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้จะมีคลื่นอัลฟาที่สมองซีกซ้ายมากกว่าเด็กปกติ

4. กรรมพันธุ์ เด็กที่มีปัญหาทางการอ่าน บางรายมีความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 15 และสมาชิกของครอบครัวเคยเป็น LD โดยที่พ่อแม่มักเล่าว่าเมื่อตอนเด็ก ๆ ตนเคยมีในลักษณะคล้าย ๆ กัน

5. พัฒนาการล่าช้า เดิมมีความเชื่อว่าเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีผลมาจากพัฒนาการล่าช้า แต่ปัจจุบันไม่เชื่อเช่นนั้นเพราะเมื่อโตขึ้นเด็กไม่ได้หายจากโรคนั้น

สาเหตุและปัญหาของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มีสาเหตุมาจากหลาย ๆ สาเหตุ ดังเช่น การได้รับบาดเจ็บทางสมองจนเกิดการผิดปกติ เกิดจากกรรมพันธุ์ ซึ่งความบกพร่องทาง

การเรียนรู้บางอย่างสามารถถ่ายทอดกันได้ และสุดท้ายเกิดจากสิ่งแวดล้อม เช่น การได้รับสารบางสารบางอย่างที่เกิดขึ้นภายหลังการคลอด

1.3 ลักษณะของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2538) กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ดังนี้

1.3.1 ปัญหาด้านการอ่าน เด็กที่มีปัญหาด้านการอ่านจะไม่สามารถอ่านหนังสือได้เท่ากับระดับของเด็กในชั้นเรียนเดียวกันแม้ว่าจะพยายามช่วยเหลือในเรื่องความจำเป็นพิเศษแล้ว ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความบกพร่องของการมองเห็น หรือการอ่านได้พฤติกรรมกรรมการอ่านที่ไม่เหมาะสม จึงปรากฏอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังนี้

- 1) การเคลื่อนไหวร่างกายที่แสดงอาการเครียด เช่น อารมณ์เสีย หนีงอ
- 2) อ่านหลงบรรทัด อ่านซ้ำคำ
- 3) อ่านตกหล่น อ่านเพิ่มคำ หาคำมาแทนที่หรืออ่านกลับคำ
- 4) อ่านเรียงลำดับคำผิด สัมผัสตำแหน่ง ประธาน กริยา กรรม
- 5) อ่านสับกันระหว่างอักษรหรือคำที่คล้ายคลึงกัน
- 6) อ่านช้า และตะกุกตะกัก
- 7) อ่านด้วยความลังเลไม่แน่ใจ
- 8) อ่านเอาเรื่องไม่ได้
- 9) บอกลำดับเรื่องราวไม่ได้
- 10) จำประเด็นสำคัญของเรื่องราวไม่ได้
- 11) แยกสระเสียงสั้น ยาวไม่ได้

1.3.2 ปัญหาการเขียน เด็กที่มีปัญหาการเขียน อาจมีสาเหตุมาจากความบกพร่องใน 3 ลักษณะ คือ

- 1) การประสานสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อ และสายตาไม่ดี จึงทำให้เด็กลอกตัวอักษร และตัวเลขไม่ถูก
- 2) ความบกพร่องของการจำสิ่งที่มองเห็น จึงทำให้เด็กจำคำที่เห็นไม่ได้
- 3) ความบกพร่องในการทำงานเข้าใจกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ระหว่างถ้อยคำในประโยค จึงทำให้เด็กมีปัญหาในการรวบรวมหรือจัดระบบความคิดเพื่อสื่อสารออกมาโดยการเขียนไม่ได้

1.3.3 ปัญหาการสะกดคำ เด็กที่มีปัญหาการสะกดคำที่มีพฤติกรรม ปรากฏอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังนี้

- 1) เรียงตัวอักษรในคำผิด
- 2) สลับตัวอักษรและคำ
- 3) มีปัญหาในการเชื่อมโยงเสียงที่ถูกต้องกับตัวอักษร
- 4) สะกดข้ามตัวอักษรหลายตัว
- 5) สร้างการสะกดคำแบบใหม่ของตัวเอง

1.3.4 ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เด็กที่มีปัญหาด้านคณิตศาสตร์จะมีปัญหาด้านการกระแะการคิดที่เป็นเชิงปริมาณ หรือภาษาสัญลักษณ์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านนี้ต่ำ ซึ่งเด็กที่มีปัญหาด้านคณิตศาสตร์มักจะมีพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังนี้

- 1) ลืมตำแหน่งบนหน้ากระดาษ
- 2) ทำงานไม่เสร็จใน 1 หน้าที่กำหนดให้
- 3) มีปัญหาในการอ่านเลขหลายหลัก
- 4) มีปัญหาในการจำแนกตัวเลขบางตัว เช่น 6-9, 2-5, 17-71
- 5) เขียนตัวเลขจากหลังมาหน้า
- 6) เขียนตัวเลขจากซ้ายมาขวา
- 7) มีปัญหาในการลากเส้นตัวเลข
- 8) มีปัญหาในการลอกรูปทรงต่าง ๆ และลอกโจทย์ปัญหา
- 9) ไม่สามารถจำเงื่อนไข กฎ ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์
- 10) มีปัญหาในการเรียนรู้ข้อเท็จจริงบางเรื่อง
- 11) ทำผิดเพราะสะเพร่าบ่อยๆ
- 12) ขอมแพ้ง่าย
- 13) มีปัญหาในการเชื่อมโยงจำนวนกับสัญลักษณ์
- 14) สับสนข้อมูลในแนวตั้งและการเว้นระยะ
- 15) ทำโจทย์ปัญหาไม่ได้
- 16) ไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบ

ลักษณะเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ สามารถจำแนกออกเป็นปัญหา ของเด็ก 4 กลุ่มด้วยกัน คือ

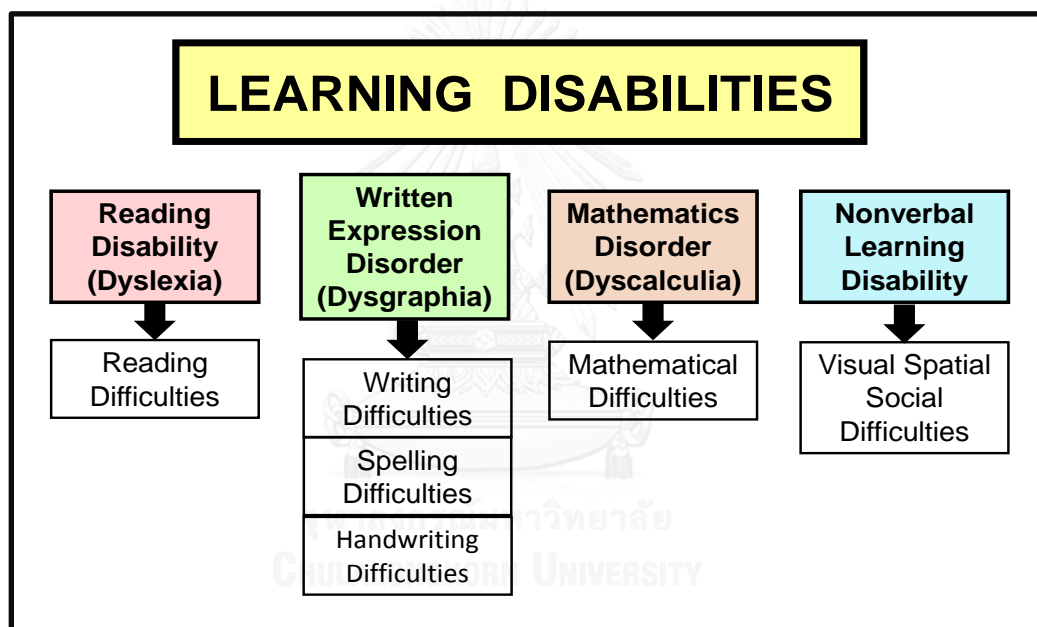
1. มีปัญหาในการอ่านหนังสือ (Dyslexia) ซึ่งอาจจะอ่านไม่ออก หรืออ่านได้บ้าง แต่สะกดคำไม่ถูก ผสมคำไม่ได้ สลับตัวพยัญชนะ สับสนกับการผันสระ วรรณยุกต์ บางทีสนใจแต่การสะกดคำ ทำให้อ่านแล้วจับความไม่ได้

2. มีปัญหาในการเขียนหนังสือ (Dysgraphia) โดยที่ทั้ง ๆ ที่รู้ว่าจะเขียนอะไร แต่ก็เขียนไม่ได้ หรือเขียนได้ช้า เขียนตกหล่น เขียนพยัญชนะสลับกัน หรือคำเดียวกันแต่เขียนสองครั้ง

ไม่เหมือนกัน บางคนเขียนแบบสลับซ้ายขวาเหมือนส่องกระจก ลายมือโย้เย้ ขนาดของตัวอักษรไม่เท่ากัน ขึ้นลงไม่ตรงบรรทัด ไม่เว้นช่องไฟ อาจเกิดจากมือและสายตาทำงานไม่ประสานกัน หรือการรับภาพของสมองไม่เหมือนคนอื่น ๆ

3. มีปัญหาในการคำนวณ (Dyscalculia) โดยอาจจะคำนวณไม่ได้เลย หรือทำได้แต่สับสนกับตัวเลข ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ ไม่เข้าใจค่าของตัวเลข บางคนสับสนตั้งแต่การจำเครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร ไม่สามารถจับหลักการได้ เช่น หลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อยต่างกันอย่างไร บางคนบวกลบเป็น เข้าใจเครื่องหมาย แต่ตีโจทย์คณิตศาสตร์ไม่ได้ เช่น ถามว่า $2+2$ เท่ากับเท่าไร ตอบได้ แต่ถ้าบอกว่ามีส้มอยู่ 2 ลูก ป่าให้หม้ออีก 2 ลูก รวมเป็นกี่ลูก เด็กกลุ่มนี้จะตอบไม่ได้

4. มีปัญหาในเรื่องสัญลักษณ์ (Non Verbal Learning Disability)



ภาพที่ 2-5 แผนภูมิแสดงปัญหาของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 4 กลุ่ม

จากลักษณะของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ทำให้เด็กเกิดปัญหาหรือประเภทของความผิดปกติทางการเรียนรู้ จะเป็นอุปสรรคและทำให้ผู้เรียนเกิดความยุ่งยากในการเรียนมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งรวมเอาทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นทางด้านภาษา การเขียน การคิดคำนวณ การใช้เหตุผล เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ การพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้เป็นเรื่องที่ยากพอสมควร เนื่องจากเด็กกลุ่มนี้มีปัญหาทางด้านกระบวนการรับรู้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อการเรียนรู้อย่างมาก และรวมถึงวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นการใช้ความรู้

พื้นฐาน และเป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิต นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ยังช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา และมีเหตุผลในการแสดงความคิดอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจน รัดกุม ซึ่งนำมาเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ประสบการณ์อื่น ๆ ต่อไป

1.4 ความรู้เกี่ยวกับเด็กแอลดี 50 ประการ

แอลดีไทยแลนด์ (2556) ได้สรุปความรู้เกี่ยวกับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ไว้แต่ละข้อ ดังนี้

- 14.1 LD ย่อมาจาก Learning Disabilities
- 14.2 เด็ก LD มี IQ ปกติ
- 14.3 เด็ก LD ไม่ใช่เด็กเรียนช้า
- 14.4 เด็ก LD ไม่ใช่เด็กปัญญาอ่อน
- 14.5 เด็ก LD บางคนมีสมาธิสั้นปน แต่ไม่ใช่ทุกคน
- 14.6 เด็ก LD บางคนเป็นเด็กปัญญาเลิศ
- 14.7 เด็ก LD มีความยุ่งยากลำบากในการอ่าน การเขียน การสะกดคำ และคณิตศาสตร์
- 14.8 เด็ก LD เป็นเด็กที่สมองซีกขวาทำงานได้ดีกว่าซีกซ้าย
- 14.9 เด็ก LD เรียนรู้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็น
- 14.10 เด็ก LD ถนัดทางช่าง งานฝีมือมากกว่าทางวิชาการ
- 14.11 ความเป็น LD มีมาแต่กำเนิดมิได้เกิดจากการเลี้ยงดู
- 14.12 ความเป็น LD มีร่องรอยให้เห็นไปตลอดชีวิต
- 14.13 ถึงอ่านหนังสือไม่คล่อง เด็ก LD สามารถดำรงชีวิตได้ เช่นคนปกติ
- 14.14 เด็ก LD บางคนเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่ร่ำรวย เป็นดารา เป็นคนที่มีชื่อเสียง
- 14.15 เด็ก LD เรียนรู้ได้ดีจากเพื่อน จึงควรจัดให้เรียนเป็นกลุ่ม
- 14.16 เด็ก LD เรียนรู้จากภาพ รูปทรง มากกว่าจากการฟัง
- 14.17 เด็ก LD เรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน
- 14.18 ความเป็น LD เป็นกรรมพันธุ์
- 14.19 เด็กที่ได้รับบาดเจ็บทางสมองเป็น LD อย่างหนึ่ง
- 14.20 เด็ก LD มีผลการเรียนที่ไม่สม่ำเสมอ
- 14.21 เด็ก LD เรียนรู้ได้ดีแต่ไม่ใช่ผ่านการอ่าน
- 14.22 ไม่เหมาะสมที่จะให้การบ้านเด็ก LD มาก ๆ
- 14.23 เด็ก LD ควรเรียนไปพร้อมเพื่อนแต่ความรู้้อาจจะต่างระดับจากเพื่อน

- ผลข้อมูล
- ต่างกัน
- 14.24 ควรมีการปรับการสอน ให้เหมาะสมกับเด็ก LD
 - 14.25 ควรมีการปรับการสอบ ให้เหมาะสมกับเด็ก LD
 - 14.26 เด็ก LD มีความเชื่อมั่นในตนเองต่ำ จึงควรหยุดตำหนิเด็ก
 - 14.27 เด็ก LD มักมีทักษะทางสังคมดี
 - 14.28 หากสอนเด็ก LD ไม่ถูกวิธีอาจมีปัญหาทางพฤติกรรม
 - 14.29 เด็ก LD มีความคิดสร้างสรรค์จินตนาการดี
 - 14.30 ความบกพร่องของเด็ก LD มิได้เกิดขึ้นที่ร่างกาย แต่เกิดขึ้นในสมองในการแปล
 - 14.31 ไม่ควรให้เด็ก LD สอบตก ควรเรียนไปพร้อมกับเพื่อน แต่เรียนในเนื้อหาที่
 - 14.32 เด็ก LD มีปัญหาในการเขียนตามคำบอก
 - 14.33 เด็ก LD อาจเขียนตัวอักษรกลับหลัง (บางคน)
 - 14.34 เด็ก LD สับสนเกี่ยวกับทิศทาง
 - 14.35 เด็ก LD มีปัญหาในการทำคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา
 - 14.36 เด็ก LD อาจเป็นคนไม่ตรงต่อเวลา
 - 14.37 เด็ก LD มีสิทธิ์ที่จะเป็นคนดีเหมือนคนทั้งหลาย
 - 14.38 เด็ก LD อาจกลัวต่อความล้มเหลว
 - 14.39 เด็ก LD อาจเรียนได้ถึงระดับ อุดมศึกษา
 - 14.40 เด็ก LD ชอบคอมพิวเตอร์ จึงควรให้เรียนผ่านคอมพิวเตอร์
 - 14.41 ครูควรออกคำสั่งสั้น ๆ ไม่สลับซับซ้อน
 - 14.42 ควรให้เด็กทบทวนคำสั่งครูอีกครั้ง เพื่อทดสอบความเข้าใจ
 - 14.43 ควรแบ่งการสอนออกเป็นขั้น ๆ แล้วสอนทีละขั้น
 - 14.44 ควรพูดเชิงบวกและหลีกเลี่ยงการตำหนิ
 - 14.45 ควรอธิบายคำศัพท์ในทุกวิชา ทุกครั้งที่ครูสอน
 - 14.46 ควรฝึกความเป็นระเบียบอย่างสม่ำเสมอ
 - 14.47 ควรใช้ภาพหรือไดอะแกรมประกอบการสอน
 - 14.48 สอนให้เกิดความคิดรวบยอด
 - 14.49 เราจะตัดสินว่าเขาเป็นเด็ก LD เมื่อเขาเข้าโรงเรียน และอยู่ชั้น ป.1 เทอม 2
 - 14.50 เน้นความเป็นคนดีมากกว่าการอ่านการเขียน อย่าให้ความด้อยในการอ่าน
- การเขียนเป็นสิ่งทำลายคุณค่าของความเป็นคน

เด็กนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จะหน้าตาปกติเหมือนเพื่อนในห้องทุกอย่าง พูดคุยตอบคำถามทั่วไปได้รู้เรื่องดีแต่เวลาเรียนหนังสือ จะสังเกตเห็นความบกพร่องชัดเจน ได้แก่ มีปัญหาด้านการอ่าน มีปัญหาด้านการเขียน มีปัญหาด้านการสะกดคำ และมีปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเด็กอาจจะมี ความบกพร่องเฉพาะด้านเดียวหรือหลาย ๆ ด้านรวมกันก็ได้

2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์

เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ถูกเรียกว่า Dyscalculia เป็นชื่อที่ใช้เรียกโดย National Center for Learning Disabilities (2012: 2) คือเด็กที่มีความยากลำบากและประสบความสำเร็จต่ำในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ การที่จะระบุว่าเด็กคนใดเป็นเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์หรือไม่นั้น มักจะสังเกตจากลักษณะที่ยุ่งยากในการเรียนดังนี้ คือ

- 2.1.1 ไม่เข้าใจค่าของตัวเลขและจำนวน
- 2.1.2 ไม่เข้าใจเกี่ยวกับค่าประจำตำแหน่ง
- 2.1.3 ไม่สามารถจำและเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
- 2.1.4 ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น $+$, $-$, \square , \div , \square
- 2.1.5 มีความยากลำบากในการบวก ลบ คูณและหาร เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งหรือมากกว่า
- 2.1.6 มีความยากลำบากในการบวกแบบมีตัวทดและการลบแบบมีการกระจาย
- 2.1.7 เขียนตัวเลขกลับกัน
- 2.1.8 มีความยากลำบากในการจำแนกรูปทรงเรขาคณิต
- 2.1.9 มีความยากลำบากในการจำแนกวัตถุหรือสิ่งของที่มีขนาดแตกต่างกัน
- 2.1.10 มีความยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหา
- 2.1.11 มีความสับสนในการเรียงลำดับวันในหนึ่งสัปดาห์ และเดือนในหนึ่งปี

Bowen Mack (2005: 10) ได้กล่าวถึงตัวบ่งชี้ถึงปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น ดังนี้ คือ

1. การขาดมโนคติเกี่ยวกับการจับคู่ 1 : 1
2. มีความยุ่งยากในเรื่องมิติสัมพันธ์
3. ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์
4. ประสบความสำเร็จต่ำในการใช้ยุทธศาสตร์การกำกับติดตามตนเอง

5. ขาดความจำเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการในการคำนวณ

เด็กนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ คือ เด็กที่มีปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ทางด้านต่าง ๆ เป็นหลัก ดังเช่น เด็กมีปัญหาในการบอกความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง เด็กไม่เข้าใจความหมายของจำนวน เด็กไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น เด็กไม่เข้าใจปริมาณเมื่อขนาดเปลี่ยนไป เด็กไม่สามารถทำเลขได้ไม่ว่าจะเป็นบวก ลบ คูณ หาร เพียงอย่างเดียวหรือทั้ง 4 อย่าง เด็กไม่เข้าใจความหมายของตัวเลขที่นำมาเรียงกันทางคณิตศาสตร์ ฯลฯ สอดคล้องกับ วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี (2556) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบขึ้นด้วยสัญลักษณ์เช่นเดียวกันกับวิชาภาษาไทย เด็กที่มีความบกพร่องในการรับรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ เด็กที่มีปัญหาดังกล่าว อาจแสดงพฤติกรรม ดังนี้

1. มีปัญหาในการบอกความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง เช่น หากมีนักเรียนอยู่ในชั้นเรียน 30 คน เด็กทั่วไปมักจะเข้าใจว่า จำเป็นต้องจัดที่นั่งในเด็ก 30 ที่ เพราะเด็ก 1 คนต้องการที่นั่งเพียง 1 ที่เท่านั้น แต่เด็กที่มีปัญหามักตอบไม่ได้ว่า เด็ก 30 คน ควรจัดที่นั่งกี่ที่
2. ไม่เข้าใจความหมายของจำนวน เด็กอาจนับเลข 1 2 3 4 5 6 ... ได้ แต่ถ้าครูสั่งในหยิบก้อนหินมาวางข้างหน้า 5 ก้อน เด็กจะปฏิบัติไม่ได้ การนับของเด็กเป็นการท่องจำ ไม่ใช่ความเข้าใจ
3. ไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น เด็กอาจจะออกเสียงนับเลข 1 2 3 4 5 ... ได้ แต่ถ้าให้นับจำนวนนกในภาพบนกระดานดำเด็กจะนับไม่ได้
4. มีปัญหาในการจัดเรียงลำดับ
5. ไม่สามารถจำแนกวัสดุที่มีขนาดต่างกันในที่กองรวมกันอยู่ได้
6. ไม่เข้าใจปริมาณ เมื่อขนาดเปลี่ยนไป เช่น ธนบัตรใบละ 20 บาท 1 ใบ มีค่าเท่ากับเหรียญ 5 บาท จำนวน 4 เหรียญ
7. ทำเลขไม่ได้ไม่ว่าจะเป็นบวก ลบ คูณ หารเพียงอย่างเดียวหรือทั้ง 4 อย่าง
8. ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ไม่เข้าใจว่า เครื่องหมาย + แปลว่า เพิ่มขึ้น มากขึ้น เครื่องหมาย - แปลว่า ลดลง น้อยลง เครื่องหมาย \times แปลว่า ทวีคูณ เป็นต้น
9. ไม่เข้าใจความหมายของตัวเลขที่นำมาเรียงกันในทางคณิตศาสตร์ การเรียงตัวเลขต่างกัน มีความหมายต่างกัน มีความหมายต่างกัน ดังนั้นเด็กประเภทนี้บางคนไม่เห็นความแตกต่างระหว่าง 10 กับ 01 32 กับ 23 51 กับ 15 ทำให้เด็กไม่สามารถคำนวณเลขได้
10. ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในการคำนวณได้
11. ไม่เข้าใจความหมายการชั่ง การตวง การวัด

12. มีปัญหาในการอ่านแผนที่และกราฟ ถ้าเด็กคนที่มีปัญหาเช่นนี้ นั่งรถไปต่างเมืองกับเพื่อน 2 คน เพื่อนของเขาทำหน้าที่ขับรถ เพื่อนบอกให้เขาช่วยอ่านแผนที่ ทั้งสองคนนี้หลงทางแน่นอน

13. มีปัญหาในการทำเลขโจทย์ปัญหา เพราะเด็กไม่เข้าใจความหมายของปัญหาที่เป็นโจทย์ จึงแปลความหมายไม่ได้ว่าเมื่อใดจะบวก จะลบ จะคูณ จะหาร

2.2 ลักษณะความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์

ผดุง อารยะวิญญู (2549: 93 - 95) กล่าวถึงเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยอาจจำแนกได้ดังนี้

2.2.1 มีความจำระยะสั้น เด็กอาจมีปัญหาเกี่ยวกับความจำระยะสั้น (Short Term Memory) ซึ่งเด็กแสดงความยุ่งยากลำบากในเรื่องต่อไปนี้

- 1) จำคำสั่งไม่ได้ โดยเฉพาะคำสั่งที่มีมากกว่า 1 ชั้น และเรียงกันไว้อย่างเป็นระบบ
- 2) ทำเลขโจทย์ปัญหาไม่ได้
- 3) มีหน่วยความจำจำกัด ทำให้ข้อมูลล้นสมอง จำข้อมูลไม่ได้

2.2.2 ความจำระยะยาว เด็กอาจมีปัญหาเกี่ยวกับความจำระยะยาว (Long Term Memory)

- 1) จำกิจวัตรประจำวันไม่ได้ว่าจะต้องทำอะไรก่อน - หลัง
- 2) เชื่อมโยงประเด็นทางคณิตศาสตร์ไม่ได้
- 3) ทำตารางไม่ได้
- 4) ท่องสูตรคูณไม่ได้

2.2.3 ทิศทาง เด็กอาจมีความสับสนเกี่ยวกับทิศทาง (Direction) บางคนอาจมีปัญหา ดังนี้

- 1) คำนวณสลับชั้นไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน
- 2) เขียนตัวเลขกลับหลัง
- 3) สับสนซ้าย - ขวา
- 4) สับสนหน้า - หลัง
- 5) สับสนหากต้องประกอบกิจกรรมที่มีการหมุนเวียน
- 6) นับเลขย้อนกลับ เช่น 3 2 1 แทนที่จะเป็น 1 2 3

2.2.4 การรับรู้ทางสายตา เด็กอาจมีปัญหาในการรับรู้ทางสายตา ซึ่งอาจแสดงพฤติกรรมดังนี้

- 1) สับสนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น + กับ x
- 2) สับสนเกี่ยวกับรูปทรงทางคณิตศาสตร์ เช่น กับ

2.2.5 การจัดลำดับ

- 1) บอกวันที่ผิด ไม่เรียงลำดับ
- 2) บอกวันในสัปดาห์ผิด ไม่เรียงลำดับ
- 3) บอกเดือนผิด ไม่เรียงลำดับ
- 4) จัดสิ่งของไม่เป็นหมวดหมู่
- 5) จัดสิ่งของเรียงตามลำดับไม่เป็น

2.2.6 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมิติ

- 1) ขาดความตระหนักเกี่ยวกับสถานที่
- 2) ปัญหาในการลอกสิ่งที่คุณเขียนบนกระดาน ลงสู่สมุดของตน
- 3) ไม่เข้าใจเกี่ยวกับภาพ 2 มิติ 3 มิติ

2.2.7 ภาษาคณิตศาสตร์

- 1) ไม่เข้าใจคำว่า อันละ สองเท่า มากกว่า น้อยกว่า ผลรวม ฯลฯ
- 2) อ่านโจทย์ปัญหาไม่เข้าใจ เพราะมีความรู้ทางภาษาจำกัด ไม่เข้าใจโจทย์ว่า

โจทย์ต้องการอะไร

- 3) ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- 4) ไม่เข้าใจหน่วยของการวัด เช่น หน่วยวัดความยาว ความกว้าง ความสูง

2.2.8 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 1) ตีความหมายของโจทย์ปัญหาไม่ได้ จึงไม่สามารถกำหนดวิธีทำได้
- 2) ไม่ทราบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา
- 3) ไม่สามารถรวบรวมแนวคิดอย่างเป็นระบบได้
- 4) วาดภาพประกอบแนวคิดไม่ได้

2.2.9 ปัญหาการเคลื่อนไหว

- 1) หยิบจับเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี
- 2) ลอกรูปทรงไม่ถูกต้อง
- 3) ลากเส้นไม่ตรง
- 4) เขียนตัวเลขไม่ตรงบรรทัด
- 5) วาดภาพไดอะแกรมประกอบแนวคิดไม่ได้

ลักษณะความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ จำแนกได้ คือ เด็กมีความจำระยะสั้นจนจำข้อมูลหรือคำสั่งไม่ได้ ส่วนเด็กที่มีความจำระยะยาวก็จะลำดับกิจกรรมก่อนหลังและท่อง

สูตรคูณไม่ได้ มีปัญหาด้านทิศทาง การจัดลำดับ การรับรู้ทางสายตา ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมิติ ภาษาคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนปัญหาการเคลื่อนไหว

3. แนวทางการช่วยเหลือเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

3.1 หลักการสอนเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มีหลายประเภทซึ่งเกิดจากปัญหาทางด้านจิตวิทยา หรือเกิดจากความผิดปกติของสมองบางส่วน ดังนั้นการสอนเด็กเหล่านี้จึงต้องใช้วิธีการสอนที่หลากหลายโดยพิจารณาจากปัญหาของเด็กแต่ละคน การสอนเด็กที่มีภาวะทางการเรียนรู้มีหลักการสอนดังนี้ (เบญจพร ปัญญาองค์, 2549)

3.1.1 สอนจากสิ่งที่ย่างที่สุด การเริ่มต้นที่ดีควรเริ่มในระดับที่ต่ำกว่าความสามารถของเด็กเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อให้เด็กรู้สึกว่าคุณประสบความสำเร็จในการเรียน ทำให้เด็กมีกำลังใจที่จะเรียนในระดับที่ยากขึ้นต่อไป

3.1.2 สอนจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยไปหาสิ่งที่ไม่คุ้นเคย เด็กสามารถเข้าใจบทเรียนได้ง่ายถ้าครูเริ่มต้นสอนจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคย จากนั้นสอนเพิ่มเติมในสิ่งที่เด็กไม่คุ้นเคย

3.1.3 ให้โอกาสเด็กเลือกเรียน เด็กควรมีโอกาสเลือกเรียนหรือเลือกทำกิจกรรมที่ตนเองสนใจ

3.1.4 ให้เด็กมีความสุขในการเรียน เด็กที่มีความสุขในการเรียนจะมองตนเองในแง่ดี และสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนและครูได้

3.1.5 ใช้ประสบการณ์ตรง ครูควรเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงในเรื่องนั้นๆ วิธีการนี้จะช่วยให้เด็กเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น รวมถึงการให้เด็กมีโอกาสศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

3.1.6 ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตน การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพควรจัดให้สอดคล้องกับความสามารถในการเรียนรู้ของเด็ก เพราะเด็กแต่ละคนจะมีความก้าวหน้าในการเรียนไม่เหมือนกัน และใช้เวลาเรียนในเรื่องเดียวกันแตกต่างกัน ดังนั้นเด็กพิเศษอาจต้องสอนเป็นรายบุคคล สอนกลุ่มเล็ก ดิวก่อนเข้าเรียนหรือสอนเสริมหลักเล็กเรียน ซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมของเด็กและครูผู้เรียน จำเป็นต้องใช้วิธีการสอนหลายรูปแบบผสมผสานกัน

3.1.7 ใช้แรงเสริมอย่างมีประสิทธิภาพ เด็กต้องการกำลังใจจากครูอย่างสม่ำเสมอ คำชมจากครูจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพียงแต่ครูพูดว่า ดี ดีมาก ถูกต้อง หรือแม้แต่ให้ “แตรดาว” จะช่วยให้เด็กมีกำลังใจและพยายามมากขึ้น การให้แรงเสริม (รางวัลและคำชมเชย) ครูจำเป็นต้องให้ในทันทีที่มีพฤติกรรมที่ต้องการเพื่อให้เด็กทบทวนพฤติกรรมนั้นเพิ่มขึ้น หยุดแรงเสริมทันทีที่เด็กแสดงพฤติกรรมไม่

ฟังประสงค์ หรือเพียงแต่นิ่งเฉยโดยไม่แสดงปฏิกิริยาใดๆ ก็ได้ ครูควรให้แรงเสริมอย่างสม่ำเสมอและลดแรงเสริมลงทีละน้อย เมื่อเด็กมีพฤติกรรมคงที่แล้ว ครูจึงงดแรงเสริม หรือให้แรงเสริมเป็นครั้งคราว เพื่อให้เด็กคงพฤติกรรมฟังประสงค์ต่อไป

3.1.8 กระตุ้นให้เด็กใช้ความคิด ลักษณะการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้เด็กได้ร่วมแสดงความคิดเห็น เช่น

- 1) สถานการณ์สมมติ ครูอาจสร้างสถานการณ์สมมติเพื่อให้เด็กร่วมแสดงความคิดเห็น
- 2) ครูให้การบ้านที่เด็กสามารถหาคำตอบได้หลาย ๆ คำตอบ
- 3) วิธีถามตนเอง ครูอาจจะกระตุ้นให้เด็กตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เช่น เรื่องราวเกี่ยวกับอะไร โจทย์ถามอะไร วิธีหาอย่างไร

3.1.9 ให้เด็กเรียนจากเพื่อน เด็กเก่งอาจช่วยครูอธิบายบางวิชาให้เพื่อนฟัง หรือเพื่อนช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้แก่เพื่อนที่นั่งใกล้ ๆ

3.1.10 แจกผลการเรียนให้เด็กทราบโดยเร็ว ช่วงแรก ๆ เด็กจะกระตือรือร้นอยากทราบคำตอบ เมื่อพบว่าเด็กตอบผิด ครูควรบอกให้เด็กทราบ ช่วยเหลือเด็กได้ปรับปรุง แก้ไขและอธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่เด็กไม่เข้าใจ

3.1.11 ทบทวนบทเรียนบ่อย ๆ โดยให้เด็กสรุปสิ่งที่เรียนมาแล้วนำบทเรียนมาทบทวนบ่อยๆ ในรูปกิจกรรมอื่น

3.1.12 สอนโดยการเน้นย้ำ เชื่อมโยงกับวิชาอื่นด้วย เด็ก LD จะเรียนรู้ช้า มักเรียนได้หน้าลืมหลัง ครูอาจใช้วิธีเชื่อมโยงบทเรียนกับวิชาอื่น ๆ เพื่อเน้นย้ำให้เด็กเข้าใจบทเรียนและจำได้แม่นยำขึ้น

3.1.13 จัดห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียน เด็กที่มีความบกพร่องด้านการเรียนรู้มักมีสมาธิสั้นร่วมด้วย ดังนั้นห้องเรียนควรมีผนังกันทั้ง 4 ด้าน จัดห้องให้เป็นระเบียบ สวยงาม และมีเสียงรบกวนจากภายนอกน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้เด็กวอกแวกง่าย

3.1.14 ใช้คำสั่งที่สั้นและเข้าใจง่าย ครูควรใช้คำสั่งสั้น ๆ ที่เข้าใจง่าย นำไปปฏิบัติได้

3.1.15 มองหาจุดเด่น – จุดด้อยของเด็ก ส่งเสริมให้เด็กแสดงความสามารถพิเศษ หรือเป็นคนเก่งในจุดที่เขามีศักยภาพ

3.1.16 ให้เด็กมีโอกาสแสดงความเป็นผู้นำ เพื่อให้เด็กพัฒนาความเป็นผู้นำ การจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีภาวะความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านภาษามีดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2541)

1. ครูถามเด็กบ่อยๆ เพื่อไม่ให้เด็กหันเหความสนใจไปทางอื่น
2. เน้นให้เด็กสื่อสารกับคนอื่นเพื่อความบันเทิง สนุกสนาน

3. ให้เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรม เปิดโอกาสให้เด็กสื่อสารกับผู้อื่นโดยการพูด
4. ให้การเสริมแรงแก่เด็กทันที ที่เด็กสื่อสารกับผู้อื่นหรือครูด้วยการพูด
5. จัดกิจกรรมการพูดและกระตุ้นให้เด็กพูดคุยกับเพื่อนในห้องที่เกี่ยวกับกิจกรรม
6. ฝึกให้นักเรียนมีความสนใจและเอาใจใส่ในบทเรียนหรือกิจกรรมที่กำลังดำเนินอยู่
7. จัดให้มีการอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ในชั้นเรียน ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กใช้ภาษาพูดให้มากที่สุด ภายใต้การควบคุมของครู

แนวทางการช่วยเหลือเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ต้องใช้หลักการสอนหลาย ๆ วิธีที่หลากหลาย เช่น สอนจากสิ่งที่ย่างที่สุดที่เด็กคุ้นเคย ใช้คำสั่งสั้น ๆ ง่าย ๆ ให้เด็กมีโอกาสได้เลือกจากประสบการณ์ของตัวเองอย่างมีความสุข ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนโดยใช้แรงเสริมอย่างมีประสิทธิภาพอย่างสม่ำเสมอ มีการกระตุ้นให้เด็กใช้ความคิดตามสถานการณ์สมมติ มีการช่วยเหลือกันเรียนโดยเรียนรู้จากเพื่อน มีการทบทวนและเน้นย้ำและทราบผลคะแนนหรือผลการเรียนเสมอ ฯลฯ

3.2 การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2538: 83-86) ได้ให้ความคิดเห็นไว้ว่า ความบกพร่องทางการเรียนรู้มีขอบข่ายกว้างขวางทั้งพฤติกรรมทางการเรียนวิชาการ และพฤติกรรมที่แสดงออกในเชิงรบกวนชั้นเรียน จึงได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติ ดังนี้

3.2.1 สอนโดยเน้นความสามารถเด่นของเด็ก เพื่อให้เด็กได้รับประสบการณ์ของความสำเร็จ เช่น ถ้าพบว่าเด็กใช้สายตาในการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ครูควรให้เด็กมองดูวัตถุต่าง ๆ แทนที่จะพูดให้เด็กฟังเท่านั้น

3.2.2 พยายามลดกิจกรรมที่ต้องใช้ทักษะหรือความสามารถที่เป็นจุดบกพร่องของเด็ก เช่น ถ้าพบว่าเด็กมีความบกพร่องทางการเรียน ก็ไม่ควรให้งานที่เด็กต้องเขียนมาก แต่อาจให้เด็กตอบปากเปล่าหรือตอบใส่เทปบันทึกเสียงแทนการเขียน

3.2.3 พยายามพัฒนาจุดบกพร่องของเด็ก หลังจากที่เด็กประสบความสำเร็จจากการใช้ความสามารถเด่นได้แล้ว

3.2.4 กำหนดความคิดรวบยอดที่จะให้เด็กเรียนได้ชัดเจน ถ้าจะสอนความคิดรวบยอดใหม่ ครูต้องทำความคิดรวบยอดใหม่ไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เด็กเคยเรียนรู้มาแล้ว และสรุปความคิดรวบยอดให้ชัดเจน เพราะเด็กจะไม่สามารถสรุปใจความสำคัญได้เอง

3.2.5 ช่วยให้เกิดตระหนักถึงเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยชี้ให้เด็กเห็นว่าเมื่อวานนี้เด็กทำอะไรได้บ้าง วันนี้เด็กทำอะไรสำเร็จ และเด็กจะทำอะไรได้ในวันพรุ่งนี้บ้าง

3.2.6 ตั้งเป้าหมายระยะสั้นอย่างชัดเจนที่เด็กสามารถทำได้ โดยจัดลำดับของงาน ให้มีความยากง่ายต่าง ๆ กันไป โดยให้เด็กทำงานในอันดับแรก ๆ ตามความสามารถของเด็กจากนั้น ค่อย ๆ จำกัดเวลา พร้อมทั้งบันทึกความก้าวหน้าของเด็ก เมื่อเด็กทำงานก้าวแรกได้เสร็จตาม กำหนดเวลา จึงค่อยให้งานที่ยากขึ้น โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบเดียวกัน

3.2.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่เด็กทำงานได้สำเร็จ ถ้าเด็กทำผิดบอกให้ทราบทันที อธิบายใหม่และให้เด็กแก้ไขใหม่ทันที แต่ต้องใช้วิธีทางบวก ถ้าเด็กทำได้สำเร็จต้องรีบให้คำชมและ บอกเหตุผลที่เด็กได้รับคำชมโดยเน้นความพยายามในการทำงานเป็นหลัก ไม่ชมเชยเฉพาะงานที่ครู พอใจ

3.2.8 ให้หยุดกิจกรรมนั้นชั่วคราว รอเวลาอีกระยะหนึ่ง ถ้าครูได้พยายามใช้วิธีการ ใหม่ ๆ หรือกิจกรรมใหม่ๆ เพื่อช่วยเหลือเด็กแล้วแต่เด็กยังไม่สามารถพัฒนาได้

3.2.9 อย่าพยายามสอนสิ่งที่เด็กไม่สามารถเรียนรู้และไม่อาจเรียนรู้ได้

3.2.10 เนื้อหาบทเรียน และเทคนิควิธีการเรียนการสอนที่จะนำมาใช้สอนนั้น ควร เริ่มสอนเนื้อหาหรือบทเรียนที่ต่ำกว่าระดับขั้นของเด็ก 1 ปี เพื่อให้เด็กได้รับประสบการณ์ของ ความสำเร็จ

3.2.11 จัดกิจกรรมในทักษะเดียวกันให้หลากหลาย เพื่อให้เด็กจะได้เลือกงานที่ทำได้ และให้เด็กทำงานตามแนวทางของเขาเอง เช่น ใช้ปากกาสีแดง เลือกมุมที่จะนั่งทำงานเองใช้อุปกรณ์ ช่วยประเภทเครื่องเล่นเทป หรือคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3.2.12 ใช้อุปกรณ์การสอนที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด

3.2.13 ใช้เกมหรือกิจกรรมที่ให้เด็กได้มีโอกาสเคลื่อนไหว ได้สัมผัส ได้มองเห็นและ ได้ยิน ได้ฟัง เพราะจะทำให้เด็กสนุกในการเรียนรู้และเรียนรู้ได้เร็ว

3.2.14 สอนช้าและทบทวนบ่อยๆ เพราะตามปกติเด็กมีความบกพร่องทางการ เรียนรู้ต้องการประสบการณ์ช้าและบ่อยมากกว่าเด็กปกติ

3.2.15 จัดทำป้ายกระดาษแข็งหรือธงสีแดง ซึ่งมีความหมายว่าต้องการความช่วยเหลือ ซึ่งข้างหนึ่งของป้ายอาจเขียนว่า “พยายามทำงานต่อไป” และอีกข้างหนึ่งเขียนว่า “หนูมีปัญหา” ให้เด็กยกขึ้นตั้งหันออกนอกตัวเมื่อต้องการความช่วยเหลือจากครู วิธีนี้จะช่วยลดความคับ ข้องใจให้แก่เด็กได้บ้าง และป้ายหรือธงก็จะช่วยลดความวุ่นวายไปได้ โดยที่เด็กไม่ต้องลุกจากที่นั่งหรือ ยกมือหรือเรียกร้องขอความช่วยเหลือจากครูบ่อยๆ และนอกจากนี้ป้ายดังกล่าวยังทำหน้าที่เตือนเด็ก ให้ทำงานต่อไปอีก

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2541: 19) ได้ให้คำแนะนำทาง การจัดการเรียนการสอนเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ดังนี้

1. ไม่สอนเด็กโดยการบรรยายเพียงอย่างเดียว ควรให้เด็กได้ใช้ประสาทสัมผัสใน หลาย ๆ ด้าน

2. ใช้คำสั่งที่สั้น ชัดเจน เข้าใจง่าย และในหนึ่งคำสั่งไม่ควรให้ทำกิจกรรมหลาย ๆ กิจกรรม

2.1 ระดับประถมศึกษาไม่ควรเกิน 3 กิจกรรม ในหนึ่งคำสั่ง

2.2 ระดับมัธยมศึกษาไม่ควรเกิน 5 กิจกรรม ในหนึ่งคำสั่ง

3. ใช้คำสั่งที่ซ้ำ ๆ กันแต่ควรเปลี่ยนคำหรือจำนวนทุกครั้ง แต่มีความหมายเหมือนกันแล้วให้เด็กทบทวนคำสั่งของครูก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบว่าเด็กมีความเข้าใจตรงตามทีคำสั่งหรือไม่

4. การบ้านที่เด็กนำมาส่งครูไม่จำเป็นต้องเขียน แต่อาจจะพิมพ์ก็ได้ บันทึกเสียงก็ได้ ไม่ควรให้การบ้านเด็กมากเกินไป

5. ให้การเสริมแรงเมื่อเด็กตอบถูกหรือตอบไม่ถูก เมื่อพิจารณาดูแล้วว่าเด็กได้ใช้ความพยายามแล้ว

6. งานที่มอบหมายให้เด็กทำต้องกำหนดเวลาให้พอเหมาะ ไม่ควรมากเกินไป

7. ครูทำใจให้รับสภาพว่าเด็กไม่สามารถทำทุก ๆ สิ่งได้ตามที่ครูต้องการ

8. ครูกับเด็กร่วมกันแสดงความคิดเห็น แล้วบันทึกความก้าวหน้าของเด็กไว้ หากเด็กประสบความสำเร็จอย่างใดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ควรรายงานให้ผู้ปกครองทราบ

9. ถ้าให้เด็กทำงานที่ต้องใช้เวลานาน ควรให้เด็กรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ ๆ

10. เปิดโอกาสให้เด็กปกติได้ช่วยเหลือเป็นพี่เลี้ยง แก่เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ในด้านการเรียน

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ในชั้นเรียนควรสอนโดยเน้นความสามารถเด่นของเด็ก ลดข้อบกพร่องและพยายามเสริมจุดเด่น โดยให้เด็กได้ทราบถึงเป้าหมายและได้รับทราบข้อมูลย้อนกลับตลอดเวลา ทำการสอนเนื้อหาที่เด็กสามารถเดินต่อไปได้ (สอนต่ำกว่าระดับจริง 1 ปี) สอนซ้ำทบทวนอย่างง่าย ๆ ชัดเจนและมีการใช้สื่อ กิจกรรมที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้เด็กได้ร่วมเป็นพี่เลี้ยงช่วยเหลือกัน

3.3 การช่วยเหลือทางจิตวิทยาแก่นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

เด็กที่มีความต้องการพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ควรได้รับความช่วยเหลือจากนักจิตวิทยา เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้บางคนอาจมีความบกพร่องทางพฤติกรรมด้วย ซึ่งผดุง อารยะวิญญู (2542 : 107-110) ได้กล่าวถึงวิธีการช่วยเหลือทางจิตวิทยาแก่นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ไว้ดังนี้

3.3.1 แรงเสริมเชิงบวก (Positive Reinforcement) เป็นการให้สิ่งที่พอใจกับเด็ก เพื่อให้เด็กแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ สิ่งที่ทำให้เด็กเกิดความพอใจอาจได้แก่ คำชม เช่น ดีเยี่ยม ดีมาก เก่งมาก วิเศษ ยอดเยี่ยม เก่ง เป็นต้น หรืออาจเป็นอาหาร เช่น ลูกอม ลูกกวาด ขนมหวานทุกชนิด หรืออาจเป็นของเล่นตุ๊กตา หรือรางวัลอื่น ๆ ที่ครูอาจหามาได้ ตัวอย่างการให้แรงเสริม

เชิงบวก เช่น ผู้ฝึกให้อาหารแก่ปลาโลมาเพื่อกระโดดลอดห่วงได้ แม่ให้ลูกออกไปวิ่งเล่นกับเพื่อนหน้าบ้านได้ เมื่อลูกช่วยถูบ้านเสร็จ ครูประจำชั้นให้เด็กใช้เวลาว่างโดยให้เล่นเกมตามใจชอบภายในเวลา 10 นาที ภายในห้องเรียนเมื่อเด็กทำการบ้านตามที่ครูมอบหมายให้เสร็จเรียบร้อยแล้วเพื่อให้พฤติกรรมที่พึงประสงค์คงอยู่ได้ตลอดไป ครูจำเป็นต้องลดแรงเสริมลงทีละน้อย เมื่อพฤติกรรมคงที่แล้วครูให้แรงเสริมนาน ๆ ครั้ง ครูอาจให้แรงเสริมอีกครั้งเป็นเช่นนี้ในโอกาสต่อไป

3.3.2 แรงเสริมเชิงลบ (Negative Reinforcement) เป็นการให้สิ่งที่ไม่เป็นที่พึงพอใจแก่เด็ก ทำให้เด็กแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ออกมา เพราะเด็กไม่ต้องการสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ และต้องการให้อาสิ่งที่ไม่พึงประสงค์นั้นออกไปให้พ้น เช่น หากคนขับรถยังไม่รัดเข็มขัดนิรภัย จะมีเสียงดังขึ้นและดังต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งคนขับรถรัดเข็มขัดนิรภัยเสียงจึงเงียบ เสียงดังเป็นสิ่งที่คนขับรถไม่ชอบ การรัดเข็มขัดเป็นพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ ครูบอกนักเรียนว่าหากนักเรียนยังทำงานไม่เสร็จ เมื่อถึงเวลาโรงเรียนเลิกครูจะให้นักเรียนทำงานต่อไปแม้เป็นเวลาหลังเลิกเรียนแล้วการทำงานหลังเลิกเรียนแล้วเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบ เพราะเด็กต้องการกลับบ้านหรือต้องการไปเล่นกับเพื่อน การทำงานให้เสร็จเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในการนำวิธีนี้มาใช้ ครูควรระมัดระวัง ไม่ให้แรงเสริมเชิงลบเป็นการชู้บังคับเด็กเพราะนั่นเป็นการทำให้เด็กเกิดความหวาดกลัว ซึ่งเป็นอุปสรรคขัดขวางการเรียนรู้ และแรงเสริมเชิงลบ ส่งเสริมการเรียนรู้และก่อให้เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์

3.3.3 เบี้ยอรรถกร (Token Economy) เป็นการให้รางวัลแก่เด็กอย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนเมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เช่น เมื่อเด็กทำความดีครูจะให้แต้มหรือคะแนน หากเด็กได้คะแนนน้อยเด็กจะได้รับรางวัลน้อย หากเด็กได้คะแนนมาก รางวัลจะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีราคามากขึ้น บริษัทการบินหลายแห่ง ได้นำระบบเบี้ยอรรถกรมาใช้ในการดึงดูดลูกค้า เช่น ให้ลูกค้าสะสมระยะทางในการบินหากบินได้หลายพันไมล์ อาจได้บินฟรี หรือได้พักโรงแรมฟรี เป็นต้น ครูอาจใช้สิ่งต่อไปนี้เป็นเบี้ยอรรถกรได้

- 1) เหรียญ มีมูลค่าต่างกัน เช่นเดียวกับเงินที่เป็นเหรียญ 50 สตางค์ 1 บาท 5 บาท หรือเหรียญ 10 บาท
- 2) ธนบัตร คล้ายธนบัตรจริง มีมูลค่าต่างกันให้เด็กสะสมไว้เพื่อแลกรางวัล
- 3) บัตรเครดิต
- 4) สมุดเช็ค เป็นต้น

3.3.4 การทำสัญญา (Contract) ส่วนมากเป็นสัญญาทางพฤติกรรม (Behavioral Contract) นั่นคือ ครูทำสัญญากับนักเรียน เพื่อกำหนดให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ครูกับนักเรียนเจรจาทำความตกลงกันก่อน เมื่อเด็กปฏิบัติตามสัญญาแล้ว ครูให้รางวัล

3.3.5 การขอเวลานอก (Time - Out) การขอเวลานอก เป็นการให้เด็กงดร่วมกิจกรรมบางอย่างที่เด็กอยากจะร่วมใช้ในการลดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ ใช้ได้ผลดีกับเด็กที่มีความ

บกพร่องทางการเรียนรู้ และบกพร่องทางพฤติกรรมที่ไม่รุนแรงมากนัก ครูอาจให้เด็กงดร่วมกิจกรรมชั่วคราวเมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ครูให้ร่วมกิจกรรมดั้งเดิม การขอเวลานอกอาจจะทำได้ดังนี้

1) การงดกิจกรรม (Activity Time - Out) เช่น ให้เด็กหยุดเล่นตุ๊กตา หรือของเล่นที่เด็กชอบ จนกว่าเด็กทำงานเสร็จครูจึงให้เล่นได้

2) ครูไม่สนใจ (Teacher Time - Out) เมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ ครูอาจไม่ให้ความสนใจแก่เด็ก เมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ครูจึงให้ความสนใจแก่เด็กดั้งเดิม

3) ผู้สังเกต (Contingent Observation) เป็นการให้เด็กงดร่วมกิจกรรมเมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ โดยให้เด็กออกไปอยู่นอกกลุ่ม ครูให้เด็กแสดงพฤติกรรมของเพื่อนในกลุ่ม เมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์แล้ว ครูให้เข้าร่วมกิจกรรมในกลุ่มได้

4) การงดร่วมกิจกรรม (Exclusion Time - Out) เป็นการให้เด็กงดร่วมกิจกรรมที่ดำเนินไปในห้องเรียน ครูอาจให้เด็กไปยืนอยู่มุมใดมุมหนึ่งของห้องเรียน ซึ่งทุกคนทราบดีว่าเป็นมุมที่ไม่พึงปรารถนา เมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์แล้ว จึงให้เข้าเรียนในห้องเรียนได้

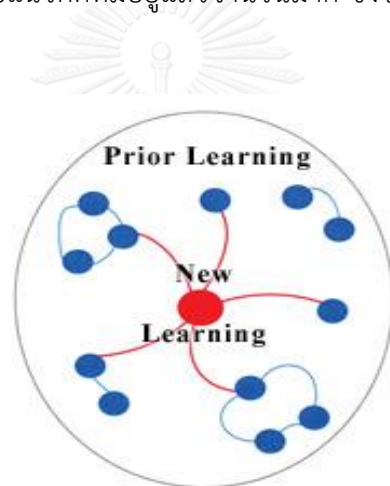
5) การกักขัง (Seclusion Time - Out) เป็นการแยกเด็กไปไว้ในห้องพิเศษ คล้ายห้องขังเพื่อให้เด็กอยู่คนเดียว ใช้สำหรับพฤติกรรมที่รุนแรง ห้องขังนี้ควรเป็นห้องที่สะอาด ปลอดภัย ไม่มีอันตราย แต่ไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกใด ๆ ทั้งสิ้น การงดร่วมกิจกรรมตั้งแต่ข้อ 1 - 5 ควรดำเนินไปในระยะเวลาอันสั้น ไม่ควรใช้เวลานาน ครูให้แรงเสริมทุกครั้ง当孩子แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์

แนวทางการช่วยเหลือทางจิตวิทยาแก่นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ก็คือให้ทั้งแรงเสริมเชิงบวกเป็นสิ่งที่เด็กพอใจ ได้แก่ คำชื่นชม หรือให้สิ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น ลูกอม เปิดโอกาสให้เด็กได้เล่นเกม ของเล่น เมื่อตอบคำถามได้ถูกหรือทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ มีการให้แรงเสริมเชิงลบที่เด็กไม่พอใจในกรณีที่ยังทำงานไม่เสร็จสิ้นหรือยังทำผิดอยู่ มีการให้รางวัลแก่เด็กอย่างเป็นระบบด้วยการใช้เบี้ยอรรถกรสะสมแต้มเพื่อดึงดูดให้เด็กอยู่กับกิจกรรม โดยจะต้องมีการชี้แจงทำสัญญาตกลงทำความเข้าใจกันควบคู่กับการขอเวลานอก เช่น การงดกิจกรรมการเล่นเมื่อเด็กยังไม่สามารถปฏิบัติตามข้อตกลงได้

4. วิธีแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

4.1 วิธีสอนแบบ Math Makes Sense Model

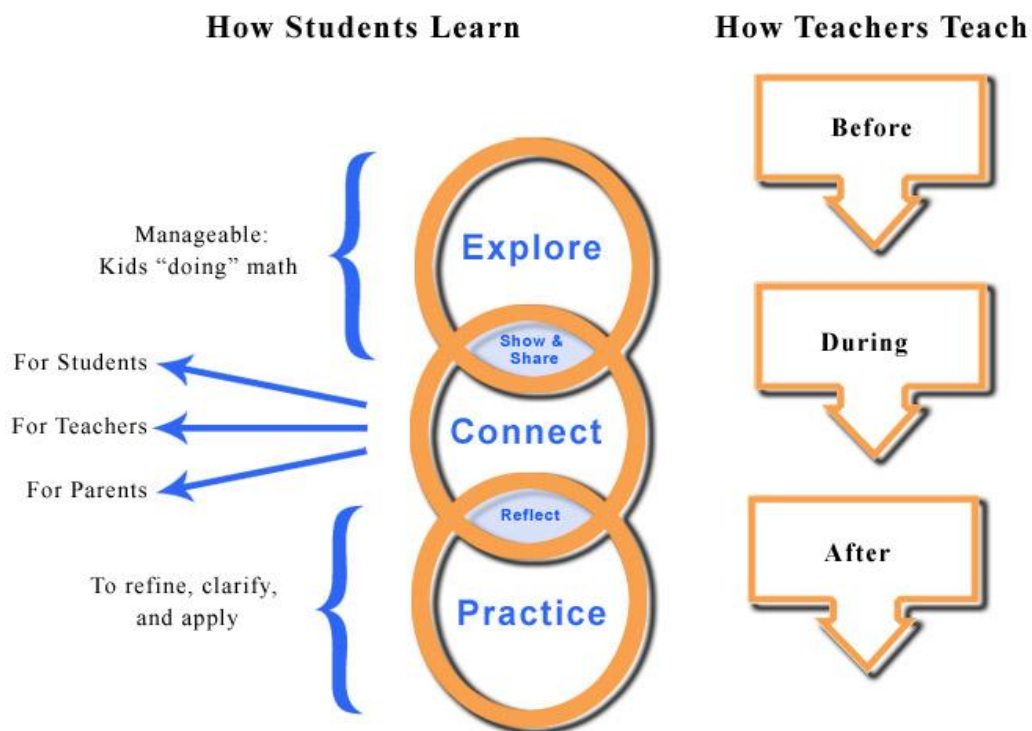
แนวคิด Math Makes Sense ของ Pearson Education Canada โดย Cathy Anderson, Maureen Dockendorf, Michelle Jackson, Sharon Jeroski, Brenda Lighburn, Carole Saundry, & et. al (2004) กล่าวว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อความเข้าใจนั้นจะเป็นการที่นักเรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเองหรือสร้างความเชื่อมโยงใหม่กับแนวคิดหรือความรู้ที่พวกเขาที่มีอยู่แล้ว ดังเช่น John Van De Walle อธิบายว่า ความเข้าใจเป็นการวัดปริมาณและคุณภาพของการเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับแนวคิดที่มีอยู่แล้ว คือจุดที่อยู่ตรงกลางจะเป็นตัวอย่างของแนวคิดใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาจากแนวคิดที่มีอยู่แล้วจำนวนมากซึ่งแสดงด้วยจุดที่อยู่กระจายในภาพและแสดงให้เห็นว่าแนวคิดใหม่จะถูกเชื่อมโยงกับแนวคิดที่มีอยู่แล้วจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดใหม่ได้ดีขึ้น



ภาพที่ 2-6 แสดงการเรียนรู้อย่างเข้าใจ การเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับแนวคิดที่มีอยู่แล้ว

จุดที่อยู่ตรงกลางจะเป็นตัวอย่างของแนวคิดใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาจากแนวคิดที่มีอยู่แล้วจำนวนมากซึ่งแสดงด้วยจุดที่อยู่กระจายในภาพและแสดงให้เห็นว่าแนวคิดใหม่จะถูกเชื่อมโยงกับแนวคิดที่มีอยู่แล้วจำนวนมากซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดใหม่ได้ดีขึ้นรูปแบบบทเรียน (Lesson Model)

รูปแบบ Math Makes Sense ของ Pearson นั้น การสอนจะประกอบด้วยบทเรียนที่มีองค์ประกอบ 3 ส่วนที่ส่งเสริมวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนและวิธีการสอนของครู



ภาพที่ 2-7 แสดงรูปแบบของบทเรียนตามรูปแบบ Math Makes Sense แนวคิดเกี่ยวกับการสอน เพื่อให้มีความสามารถในการรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ Math Makes Sense

ในการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการรู้คณิตศาสตร์จะมี 4 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา (Problem Solving) การสื่อสาร (Communication) การเข้าใจมโนคติ (Understanding Concepts) และการนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ ละเท่า ๆ กัน ดังมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

4.2.1 การแก้ปัญหา (Problem Solving) จะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้

- 1) การนำเสนอมนคติใหม่ด้วยการนำเสนอปัญหาให้นักเรียนแก้
- 2) ทำกิจกรรมแก้ปัญหาโดยการรวมกลุ่ม จับคู่หรือแก้ปัญหารายบุคคล

4.2.2 การเข้าใจมโนคติ (Understanding Concepts) จะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้

- 1) ใช้กิจกรรมที่หลากหลายที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำประสบการณ์ของตนเองมาใช้ในการเรียนรู้มนคติใหม่
- 2) ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนในการเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่
- 3) สรุพนมคติหลักที่เรียนก่อนให้นักเรียนทำงานอย่างอิสระ

4.2.3 การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) จะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้

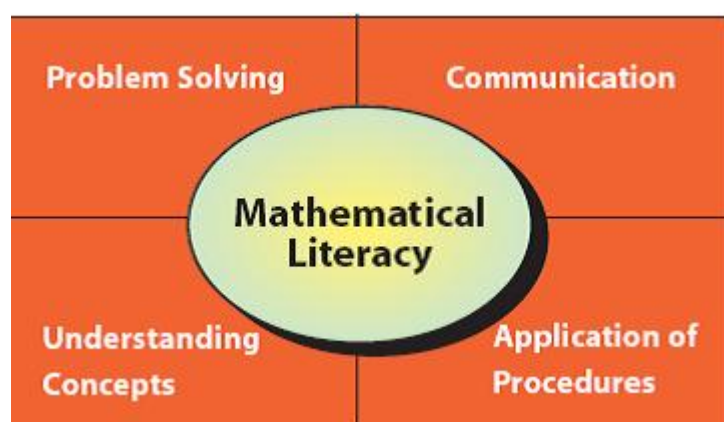
- 1) จัดให้มีการปฏิบัติที่มีความหมายสำหรับนักเรียนในการนำไปใช้มีความชัดเจนและขยายการเรียนรู้
- 2) จัดหาประสบการณ์ที่ต้องทำเป็นประจำในการใช้เครื่องคิดเลข การใช้คอมพิวเตอร์ หรือการเสนอยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาใหม่

4.2.4 การสื่อสาร (Communication) จะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังนี้

- 1) ชี้แนะนักเรียนให้มีการตอบสนองที่ใช้ความคิดของตนเองที่แสดงออกมาในรูปของภาพ จำนวน หรือคำพูด
- 2) จัดเตรียมโอกาสในการสื่อสารให้มีความสมดุลระหว่างการพูดและการเขียน

นอกจากนี้แล้ว การสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Math Makes Sense ยังได้เสนอยุทธศาสตร์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) สร้างตาราง
- 2) ใช้รูปแบบ/ของจำลอง
- 3) วาดภาพ
- 4) แก้ปัญหาที่ง่าย
- 5) ทำงานย้อนกลับ
- 6) เตา/ตรวจสอบ
- 7) ทำรายการต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ
- 8) ใช้รูปแบบ



ภาพที่ 2-8 แสดงแนวคิดการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ Math Makes Sense

นอกจากนี้แล้ว Connell, Martin & Maggie (2012: 1) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะ และปรัชญาของ Mathematics Makes Sense ว่ามีความเชื่อเกี่ยวกับการปฏิบัติโดยการใช้สื่อ (Manipulatives) ดังนี้

1. การเล่นมีบทบาทสำคัญในการสร้างและเข้าใจโมเดล
2. การจัดหาเครื่องมือในการคิดสำหรับนักเรียนที่จะช่วยให้เข้าใจและแก้ปัญหาได้
3. การพัฒนามโนคติของนักเรียนต้องให้นักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ สัญลักษณ์และแนวคิดทางคณิตศาสตร์
4. การนำเสนอเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนค้นพบมโนคติจะใช้รูปแบบที่หลากหลาย เช่น รูปวาด แผนภาพ รูปภาพ สัญลักษณ์ประกอบคำอธิบาย เป็นต้น
5. การใช้คอมพิวเตอร์และเครื่องคิดเลข
6. มีประโยชน์ต่อนักเรียนทุกคนในการพัฒนา การเข้าใจที่ชัดเจนและ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์
7. คำนึงถึงความหลากหลายของนักเรียนและพหุปัญญา
8. ช่วยให้นักเรียนจำได้และแก้ไขข้อผิดพลาด
9. จัดหารูปแบบทางการมองเห็นและสติปัญญาที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจ
10. ช่วยจัดหาสิ่งที่จะแสดงให้เห็นวิธีการตีความและการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน
11. สร้างการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดของนักเรียนกับตัวอย่างทั่ว ๆ ไป
12. จัดกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อการเรียนรู้สูงสุด
13. นักเรียนสามารถเลือกใช้สื่อและอุปกรณ์ได้อย่างอิสระซึ่งเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบของบทเรียน
14. สร้างขึ้นมาจากธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนและเพิ่มความสุขสานในการเรียนรู้คณิตศาสตร์
15. ส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้ที่มาจากการทดลอง การคาดคะเนการตัดสินใจและความมีอิสระที่จะคิด

4.2 วิธีสอนแบบ CRA (Concrete Representational Abstract)

วิธีสอนนี้ มีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน คือ

4.2.1 Concrete เป็นขั้นตอนการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้ตัวแบบที่เป็นวัสดุ ที่เป็นรูปธรรม เช่น แท่งไม้ ก้อนหินสีต่าง ๆ บล็อก ลูกบาศก์

4.2.2 Representational เป็นขั้นตอนการสอนให้เปลี่ยนจากรูปธรรมมาเป็นกึ่งรูปธรรม โดยการวาดภาพ วาดรูปวงกลม หรือจุดเพื่อใช้สำหรับการนับ

4.2.3 Abstract เป็นขั้นตอนการสอนโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงจำนวนของรูปภาพ จุดหรือวงกลมและมีการใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ + - □ □ เพื่อแสดงการบวก การลบ การคูณและการหาร

4.3 วิธีสอนแบบ Graphic Representations

วิธีสอนแบบนี้ใช้สำหรับการสอนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นส่วนต่างๆ ของปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ โดยนักเรียนจะใช้แผนภาพในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ซึ่งมีประเภทของปัญหาที่ใช้แผนภาพในการแก้ปัญหา ดังนี้ (Jitendra, 2002: 34-37)

4.3.1 Change Problem

4.3.2 Group Problem

4.3.3 Compare problem

4.4 การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ Touch Math

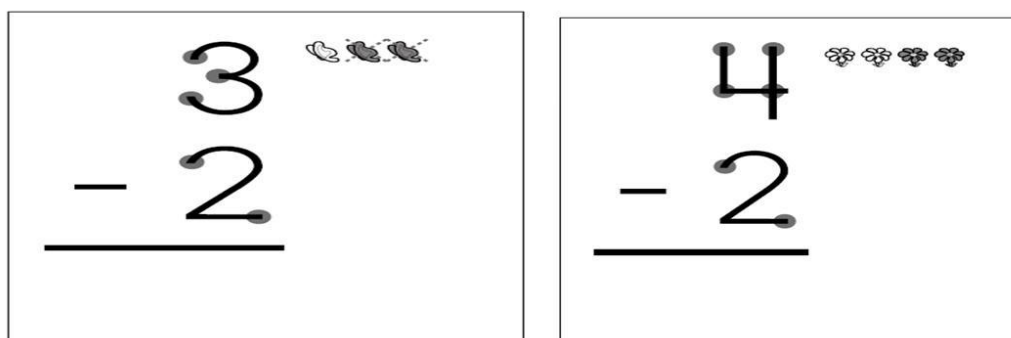
มีลักษณะดังนี้ (Jeffrey, 2006: 5)

4.4.1 ใช้จุดแสดงตัวเลข 1-9

4.4.2 จำนวน 6-9 ใช้วงกลมล้อมรอบจุด

4.4.3 ให้นักเรียนนับตัวเลขพร้อมกับสัมผัสจุดในตัวเลขแต่ละตัว

4.4.4 ฝึกนับเรียนนับไปข้างหน้าและนับถอยหลัง



ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างการสอนการลบโดยใช้ Touch Math

4.5 การสอนกระบวนการเกี่ยวกับปัญหา (Teach a problem procedure)

มีรายละเอียดดังนี้ (Jeffrey, 2006: 13)

- 4.5.1 อ่านคำถาม
- 4.5.2 อ่านซ้ำ
- 4.5.3 เน้น/ขีดเส้นใต้คำและจำนวนที่สำคัญ
- 4.5.4 ตัดสินใจเลือกยุทธศาสตร์
- 4.5.5 เขียนสัญลักษณ์ที่ต้องการแล้วเน้นไว้
- 4.5.6 คาคคะเน
- 4.5.7 ลงมือแก้ปัญหา
- 4.5.8 ตรวจสอบคำตอบกับการคาคคะเน
- 4.5.9 ตรวจสอบคำตอบกับคำถาม
- 4.5.10 ท้ายที่สุดพิจารณาว่าคำตอบนั้นมีเหตุผลหรือไม่

วิธีสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้แก่ 1) วิธีสอนแบบ Math Makes Sense Model เป็นสร้างความเข้าใจด้วยตนเองหรือสร้างความเชื่อมโยงใหม่กับแนวคิดหรือความรู้ที่มีอยู่แล้ว มี 4 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การเข้าใจโมเดล และการนำกระบวนการไปใช้ 2) วิธีสอนแบบ CRA ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ การสอนโดยความคิดรวบยอด การสอนโดยการเปลี่ยนจากรูปธรรมมาเป็นกึ่งรูปธรรม และการสอนโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3) วิธีสอนแบบ Graphic Representations เป็นการสอนโดยการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้แผนภาพในการแก้ปัญหา 4) การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ Touch Math เป็นการใช้จุดแสดงตัวเลข 1-9 และ 5) การสอนกระบวนการเกี่ยวกับปัญหา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

5.1 งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์นารถ เลี่ยมวัฒนสุธา (2550) ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกเลขสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อประสม กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ไม่มีความพิการซ้ำซ้อน จำนวน 8 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์บวกเลข 2 หลักที่มีตัวทศ ซึ่งมีผลลัพธ์ไม่เกิน 100 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนเรื่องการบวกเลขโดยการสอนแบบสื่อประสม มีผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับดี โดยหลังการทดลองสอนเรื่องการบวกเลขโดยใช้สื่อการสอนแบบสื่อประสม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ เรื่องการบวกสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งคะแนนก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬามาศ จันทร์ศรีสุคต (2554) ได้ศึกษาว่า พัฒนาระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดความยุ่งยากทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 1 การพัฒนาระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ 2 การพัฒนากลไกของระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ และ 3 การยืนยันประสิทธิผลของระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ผลการวิจัย พบว่า 1) ระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) การคัดแยก (2) การช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์และการติดตามความก้าวหน้า และ (3) การประเมินผลการเรียนรู้ 2) กลไกของระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยเครื่องมือ 5 ชุด คือ (1) แบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดความยุ่งยากทางคณิตศาสตร์ (2) แผนการสอนที่ใช้ในระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย แผนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนรวม และแผนการสอนเสริมคณิตศาสตร์ (3) แบบทดสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (4) แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ (5) แบบวัดความเชื่อมั่นในตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ 3) ประสิทธิภาพของการใช้ระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ พบว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนภายหลังการทดลองในด้าน ความความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ และความเชื่อมั่นในตนเองในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้และความเชื่อมั่นในตนเองในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทุกด้านสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

วีณา อาสุยา (2548) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟิก โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีระดับสติปัญญา 90 ขึ้นไป ไม่มีความพิการซ้ำซ้อน และกำลังศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนวัดเลียบราษฎร์บำรุง สำนักงานเขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน 6 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 50 นาที รวม 19 ครั้ง เครื่องมือใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยเทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟิก และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบของวิลคอกซัน (The Wilcoxon Matched Pairs Signed – Ranks Test) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ภายหลังได้รับการใช้เทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟิกสูงกว่าก่อนได้รับการใช้เทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤษณา ปลื้มรัมย์ (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผล การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสภาพการประเมินผลการเรียนรู้เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน (2) เพื่อพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน (3) เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดเครื่องมือ ประเมินผล การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการ เรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ ครูหรือผู้เชี่ยวชาญด้านเด็กที่บกพร่องทางการ เรียนรู้ 5 คน และเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน ที่มีระดับสติปัญญา 90 ขึ้นไป ไม่มีความพิการซ้ำซ้อน และกำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง จากโรงเรียนที่มีเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในจังหวัด บุรีรัมย์ จำนวน 63 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน แบ่งออกเป็น 3 ฉบับ ได้แก่ แบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบอัตนัย และแบบสอบปฏิบัติ วิเคราะห์ คุณภาพข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ ผลการวิจัย คือ (1) โรงเรียนโดยทั่วไปมีสภาพลักษณะการจัดการเรียนรู้จะยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ วาง แผนการจัดการศึกษารายบุคคล (IEP) สอนแบบรายบุคคล วัตถุประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สำหรับนักเรียนจะเป็นแบบรายบุคคลอิงตามหลักสูตรแกนกลางแต่ลดระดับความยากลงมาตาม ศักยภาพของผู้เรียน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอิงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังใน IEP โดยครูเป็นผู้สร้างแบบทดสอบมีทั้งการสังเกตจากการปฏิบัติงาน แบบทดสอบแบบเติมคำตอบ แบบมี ตัวเลือกแต่แบบทดสอบแบบตัวเลือกนั้นไม่นิยมใช้ ในการจัดดำเนินการสอบนั้นในบางรายครูอาจจะ ต้องเข้ามามีส่วนช่วยในการอ่านข้อสอบ นอกจากนี้จะมีการกำหนดเกณฑ์การวัดที่ไม่สูงนักเป็นไปตาม ศักยภาพของผู้เรียน ครูจะใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นต่างจากเพื่อนในชั้นเรียน ครูตั้งเกณฑ์ในระดับที่ไม่สูง มาก โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ปกครอง (2) ผลการพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมใน โรงเรียน แบ่งออกเป็น 3 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 2 แบบสอบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ และฉบับที่ 3 แบบสอบปฏิบัติ จำนวน 4 ข้อ (3) ผลการวิเคราะห์ คุณภาพรายข้อของแบบสอบตามทฤษฎีทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า ฉบับที่ 1 แบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.17-0.83 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.14-0.69 ค่า ความเที่ยง KR20 เท่ากับ 0.67 ฉบับที่ 2 แบบสอบอัตนัย แบบเติมคำตอบสั้นๆ มีค่าความยาก (p) อยู่ ระหว่าง 0.43-0.90 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.85 ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอบบาค เท่ากับ 0.63 ฉบับที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคะแนนรวมการประเมินผู้ประเมิน ในเรื่องการวัด การชั่งและเรื่องเวลา ของผู้ประเมินคนที่ 1 และผู้ประเมินคนที่ 2 พบว่า มี ความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในทุกเรื่อง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ 0.726, 0.700

และ 0.617 ตามลำดับ (4) ผลย้อนกลับจากครูผู้ใช้เครื่องมือ พบว่า ชุดเครื่องมือฯ มีประโยชน์สะดวกในการใช้และช่วยเหลือเด็กได้ดี

5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Jitendra and Hoff (1996) ได้ศึกษาว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ ควรได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยพื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างหรือแบบแผนความรู้ (Schema Knowledge) และยุทธวิธีการสอนเฉพาะ (Specific Strategy) ดังเช่น เทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟิก (Graphic Representation Technique) ที่มีความแตกต่างจากเทคนิคหรือยุทธวิธีอื่นๆ คือ เป็นการใช้นำแผนผังโครงสร้างความคิด (Schematic diagram) เพื่อจัดระบบข้อมูลที่มีในปัญหาให้สามารถแปลความหมายออกมาเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

Woodward (2006) ได้ศึกษาการสอนการรู้ค่าจำนวนสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวิธีสอนการรู้ค่าจำนวนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการระดับชั้นเกรด 4 จำนวน 58 คน ในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบเพื่อแบ่งกลุ่ม จัดเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 28 คน กลุ่มทดลองได้รับวิธีสอนการรู้ค่าจำนวน โดยมีขั้นตอนคือ เสนอปัญหาเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปราย ใช้สื่อชุดการสอนที่กำหนด ให้นักเรียนฝึก และสรุปบทวน กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนปกติ ใช้เวลา 4 สัปดาห์โดยมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งที่ได้รับวิธีสอนการรู้ค่าจำนวนมีความสามารถและมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

Peters (2010) ได้ศึกษา เรื่อง A Phenomenological Study of The Experiences of Helping Professionals with Learning Disabilities โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ การสำรวจความคิดเห็นผู้เป็นมืออาชีพในการช่วยเหลืออย่างมืออาชีพ (PHPs) ผู้ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ มีความสามารถในการบอกถึงการสนับสนุน บอกถึงบริการและความช่วยเหลือที่พวกเขาต้องการที่จะประสบความสำเร็จ การมีส่วนร่วมของกิจกรรมอย่างเต็มรูปแบบ เพื่อการดำรงชีวิตประจำวัน นอกจากนี้การศึกษายังพบว่า PHPs อธิบายประสบการณ์ที่ได้รับการสนับสนุน การให้บริการและความช่วยเหลือที่มีให้ การศึกษาคือดำเนินการเชิงคุณภาพ phenomenological วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นการศึกษา 9 รูปแบบที่สำคัญ เกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษารูปแบบที่เป็น ความบกพร่องที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน การกตัญญู ความนับถือตนเอง ด้วยตนเอง สะท้อนการจัดการ ความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรม การปรับตัว การจัดการ ความคิดสร้างสรรค์ บริการ และการสนับสนุน การค้นพบที่สำคัญจากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า (PHPs) กับการเรียนรู้ บกพร่องมีความคิดสร้างสรรค์และความมุ่งมั่น อดทน แม้ ส่วนใหญ่ไม่มีที่พักและพึ่งพาความสามารถของ

ตนเองได้ แต่ความมุ่งมั่นจะช่วยได้ ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าคนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ต้องการ
การบริการสนับสนุนและความช่วยเหลือในทุกส่วนของชีวิตประจำวันของพวกเขา คำแนะนำสำหรับ
การเปลี่ยนแปลงจะมีให้สำหรับที่อยู่ในรูปแบบที่มีปัญหาที่เกิดจากข้อมูล



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

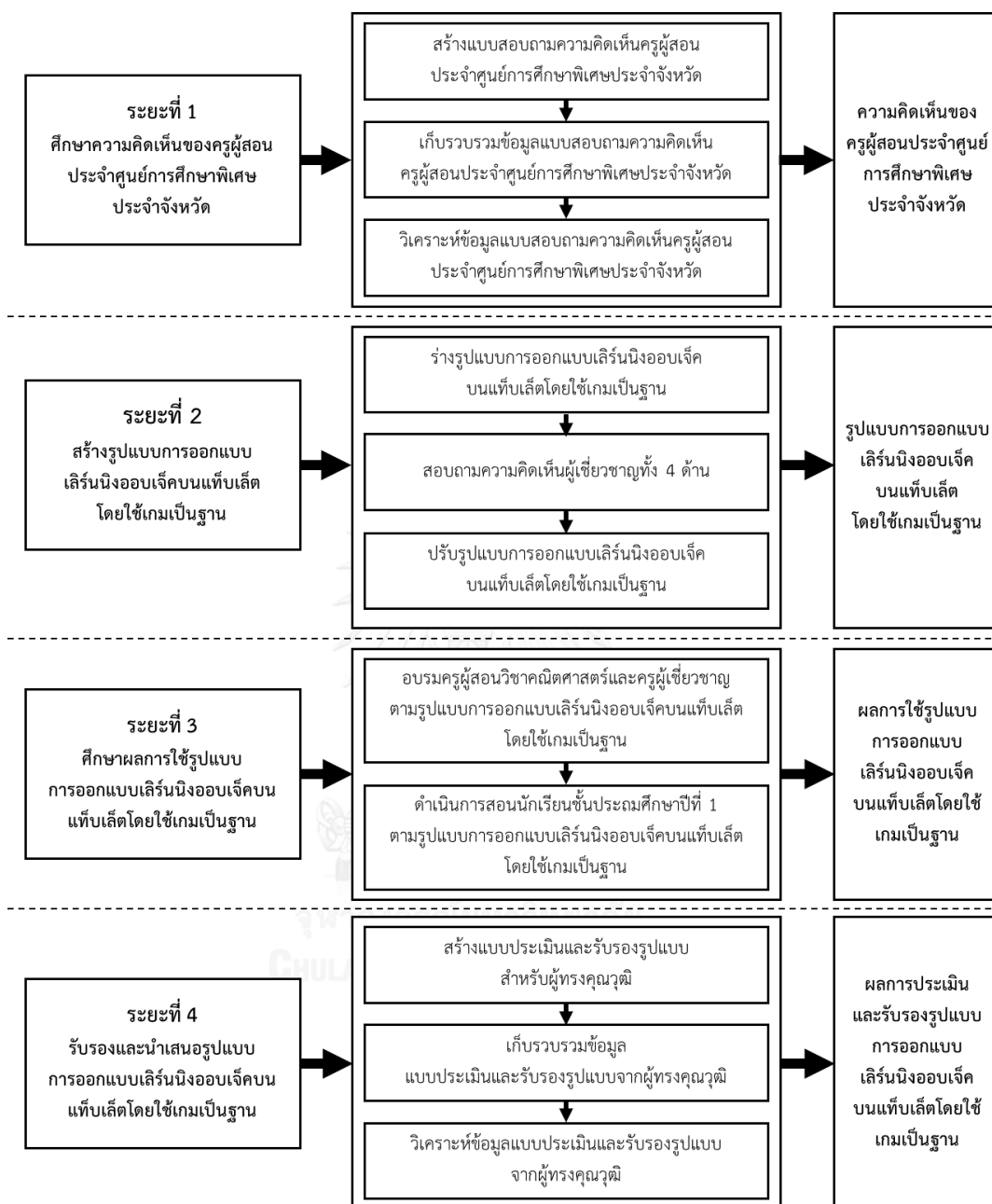
การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เรื่องการพัฒนา รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อ ส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยแบ่ง การดำเนินการวิจัยเป็น 4 ระยะเวลา ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 สร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็น ฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระยะที่ 4 รับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนในการวิจัย

โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ ลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้ง 77 จังหวัด จำนวน 949 คน (กรุงเทพมหานคร 80 คน ภูมิภาค 869 คน)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ จำนวน 545 คน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยวิธีของ Taro Yamane

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ คือ แบบสอบถามความคิดเห็นครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลและสังเคราะห์องค์ประกอบของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านนักเรียน ด้านเนื้อหา และวิธีสอน)

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 เนื้อหาเกี่ยวกับเลขจำนวน

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค्ट โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน ได้แก่ การออกแบบด้านการเรียนการสอน การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา และการออกแบบหน้าจอ

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับบทสนทนาทางคณิตศาสตร์ การทดสอบและการวัด

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดกรอบแนวคิดของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คตบนแท็บเล็ต โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาและกำหนดกรอบแนวคิด ซึ่งประกอบด้วย 6 แนวคิด ดังนี้

- กรอบแนวคิดที่ 1 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คต
- กรอบแนวคิดที่ 2 การออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ต
- กรอบแนวคิดที่ 3 คุณลักษณะเด็กแอลดี
- กรอบแนวคิดที่ 4 การออกแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน
- กรอบแนวคิดที่ 5 การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model
- กรอบแนวคิดที่ 6 การช่วยเสริมศักยภาพ

ขั้นตอนที่ 6 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างประเด็นคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมบทสนทนาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) จำนวน 7 ตอน ได้แก่ 1) ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) สภาพทั่วไปเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์) 3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คตสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ 4) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ 5) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ 6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ และ 7) ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนโดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) แบบสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 7 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่าง ๆ ตลอดจนลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 8 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียน เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด

ขั้นตอนที่ 9 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียน เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 10 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียน เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 11 ตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียน เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก)

ขั้นตอนที่ 12 ดำเนินการปรับปรุงแบบทดสอบความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ติดต่อ สำนักงานบริหารงานการศึกษาพิเศษ (สำนักงานส่วนกลางการศึกษาพิเศษประจำจังหวัด)

3. ส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ไปที่ศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด ทุกจังหวัดทั่วประเทศ พร้อมแนบหนังสืออนุญาตการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. เก็บรวบรวมข้อมูล จากศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามความคิดเห็นที่ได้รับคืนและคัดเลือกเฉพาะแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์

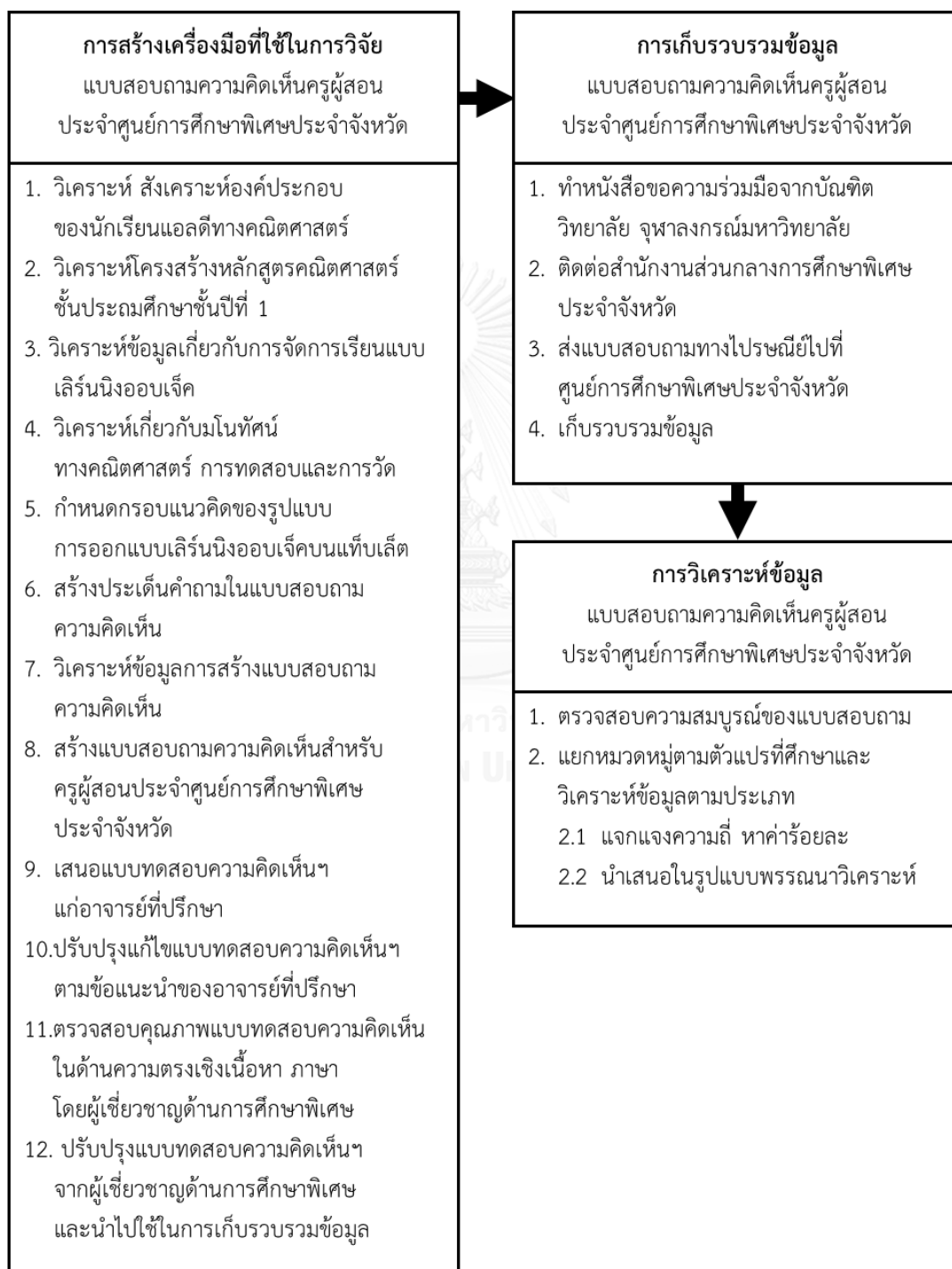
2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของแบบสอบถามความคิดเห็น

2.1 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบตรวจสอบรายการ นำมาวิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบปลายเปิด นำมาวิเคราะห์เนื้อหาและนำเสนอในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

การวิจัยระยะที่ 1

ศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด
เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์



ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 1

ระยะที่ 2 สร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นผู้ที่มีความรู้และมีประสบการณ์การสอนหรือเขียนตำราไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวนทั้งหมด 7 คน ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 2 คน
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 2 คน
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 2 คน
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ร่างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดการร่างรูปแบบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็นในระยะที่ 1 ที่ได้จากครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดมาร่างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านองค์ประกอบต่าง ๆ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) คน 2) ความบกพร่องทางการเรียนรู้ 3) การออกแบบเกม และ 4) เทคโนโลยี

ขั้นตอนที่ 3 ร่างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลขั้นตอนที่ 1 และ 2 และร่างขั้นตอน 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ประเมินความเป็นไปได้ 2) วิเคราะห์ 3) ระบุวัตถุประสงค์ 4) ออกแบบ 5) พัฒนา 6) ดำเนินงาน และ 7) ประเมินผล

ขั้นตอนที่ 4 นำร่างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาจำนวน 2 คน ด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 2 คนด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 2 คน และด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน เกี่ยวกับร่างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ใน 6 ประเด็น

ได้แก่ 1) ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ 2) องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ 3) ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ 4) การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ 5) เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ และ 6) การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

3. ปรับร่างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญตามหลักการของการวิจัย โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) คัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นจากการวิจัยระยะที่ 1 มาสร้างประเด็นคำถามและข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถามการประเมิน จำนวน 6 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

ตอนที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

ตอนที่ 4 การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

ตอนที่ 5 เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

ตอนที่ 6 การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ มี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบ 3 ระดับ ได้แก่ +1 0 และ -1

2. แบบเติมข้อความ ได้แก่ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของ

รูปแบบการออกแบบฯ

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น ตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

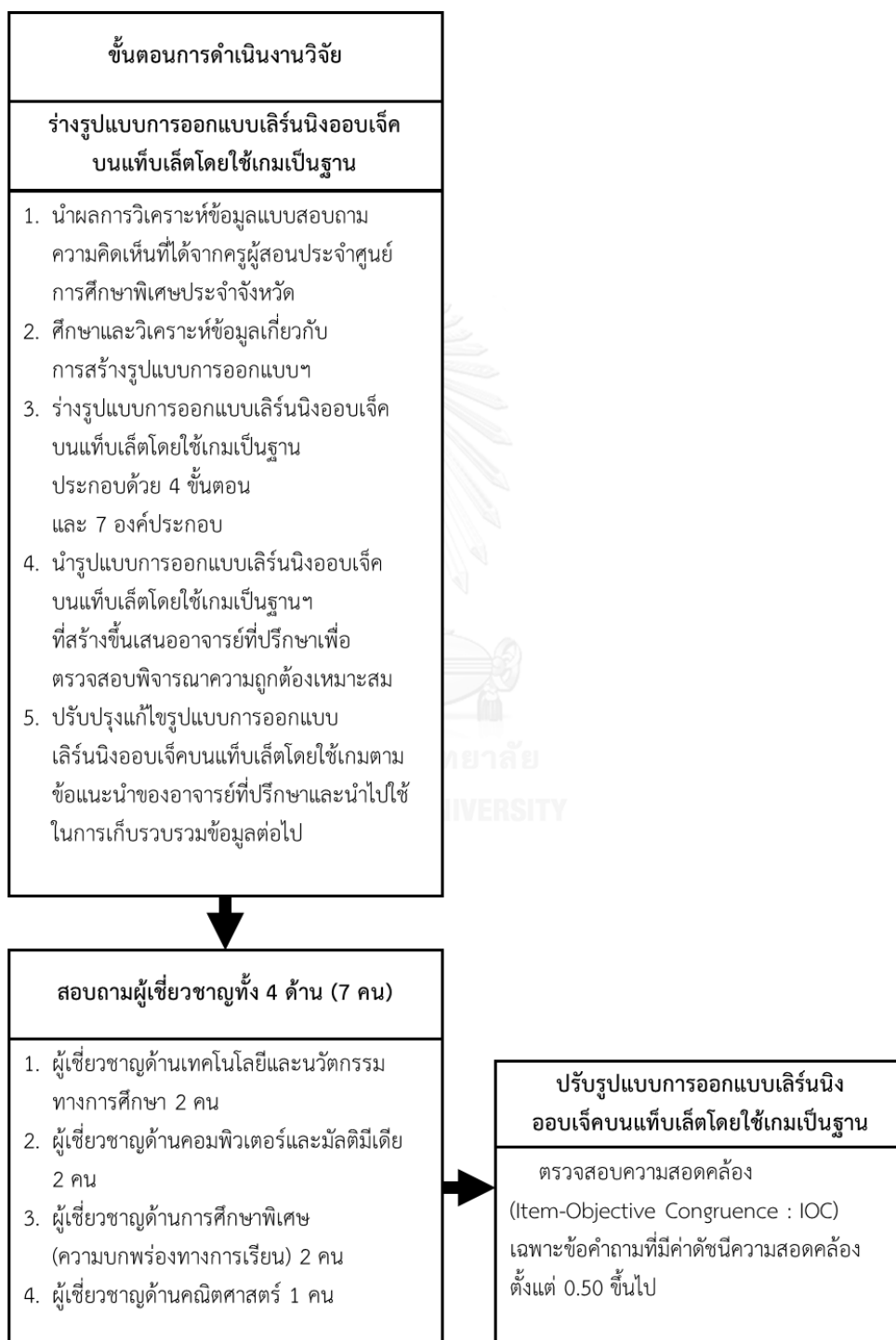
1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามความคิดเห็นที่ได้รับคืน
2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบเลือกตอบ 3 ระดับ ได้แก่ +1 เมื่อแน่ใจว่า (ร่าง) รูปแบบมีความเหมาะสม 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า (ร่าง) รูปแบบมีความเหมาะสม -1 เมื่อแน่ใจว่า (ร่าง) รูปแบบไม่มีความเหมาะสมตามหลักการของการวิจัย โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง นำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบเติมข้อความ นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นประเด็นต่าง ๆ แล้วนำเสนอในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

การวิจัยระยะที่ 2

สร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน
ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 2

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ไปสร้างรูปแบบการเรียนการสอนของตนเองได้หรือไม่

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา โรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ตอนที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ออกแบบและพัฒนาด้วยตนเองในระยะที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ได้รับการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling) เกณฑ์การเลือกประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 3 คน โรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเทศบาลวัดแม่นางปลื้ม โรงเรียนวัดใหญ่ชัยมงคล (ภาวนารังสี) และโรงเรียนเทศบาลสรรพสามิตบำรุง โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการอบรมครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่จับคู่ทำงานร่วมกับครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา โรงเรียนละ 2 คน (3 โรงเรียน รวม 6 คน)

1. คู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับการอบรมครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

2. ใบงานสำหรับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอน เพื่อใช้ประกอบการอบรม

ตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนตามรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ออกแบบและพัฒนาด้วยตนเองในตอนต้นที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดเทศบาลเทศบาลเมืองพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 3 โรงเรียน ที่ได้รับการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการจากครูประจำชั้นว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 19 คน โดยใช้แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ศ.ดร. ผดุง อารยะวิญญู) ในการประเมินสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินนักเรียนที่รู้จักเป็นอย่างดี (สอนเด็กมาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 เดือน) ครูเป็นผู้ประเมินระดับความรุนแรงของปัญหาให้ตรงกับ

พฤติกรรมของเด็ก (ระดับ 1-5) จำนวน 30 ข้อ หลังจากนั้นรวมคะแนน แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ คือ ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ มีค่าคะแนนมากกว่า 74 ขึ้นไป (คะแนนเต็ม 150)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่พัฒนาโดยครูผู้สอนที่ผ่านการอบรม ประกอบด้วย (ภาคผนวก ข)

1. แบบวัดระดับความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อคัดกรองกลุ่มนักเรียนพิเศษ เฉพาะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ แบบประเมินค่า จำนวน 30 ข้อ

2. แบบทดสอบก่อนเรียนที่ใช้ในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 3 ตัวเลือก รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหา เลขจำนวน ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ จำนวน 40 ข้อ

3. เลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในรูปแบบแอปพลิเคชันที่พร้อมใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบแท็บเล็ตตามจำนวนเด็กนักเรียน รวม 12 เรื่อง ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5 3) การเรียงเลขจำนวน 1-5 4) จำนวนนับ 6-9 5) การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9 6) การเรียงเลขจำนวน 6-9 7) การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5 8) การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 9) การบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15 10) การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5 11) การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9 และ 12) การลบจำนวนที่มีสองหลักกับการลบจำนวนที่มีหนึ่งหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ สำหรับวัดหลังการเรียนด้วยเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานฯ ใช้สำหรับสอบถามนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยคุณครูประจำชั้นเป็นผู้อ่านความพึงพอใจแต่ละข้อ จำนวน 15 ข้อ

5. แบบทดสอบหลังเรียนที่ใช้ในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 3 ตัวเลือก รายวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหา เลขจำนวน ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ จำนวน 40 ข้อ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติอนพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) โดยการทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test) ในการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 อบรมครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

1. สร้างคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เพื่อใช้ประกอบในการอบรมครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา 3 โรงเรียน จำนวน 6 คน

2. สร้างใบงานการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เพื่อใช้ประกอบในการอบรมครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญแต่ละขั้นตอน

3. หาคุณภาพของคู่มือและใบงาน โดยการประเมินด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรม ด้านรูปแบบการเขียน ด้านการออกแบบจัดวางรูปเล่ม และด้านการนำไปใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 1 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน

4. ปรับปรุงคู่มือและใบงานตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน

5. ดำเนินการอบรมครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 5 วัน ตามรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เพื่อสร้างเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานในรูปแบบแอปพลิเคชันจำนวน 12 เรื่อง ประกอบด้วยเนื้อหา 4 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ

6. หาประสิทธิภาพของเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน (แอปพลิเคชัน) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน

7. ปรับปรุงแก้ไขเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ (แอปพลิเคชัน) ตามข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8. ทดลอง Try out เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มเล็ก จำนวน 1 คน และกลุ่มขนาดกลาง จำนวน 4 คน

9. ปรับปรุงแก้ไขเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน (แอปพลิเคชัน) ก่อนนำไป ทดลองใช้งานจริง

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ตามรูปแบบการออกแบบ เลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน

1. ครูประจำชั้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 คัดแยกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของศาสตราจารย์ ดร.ผดุง อารยะวิญญู โดยเลือกผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ มีค่าคะแนนมากกว่า 74 คะแนน ขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 150 คะแนน จำนวน 19 คน (3 โรงเรียน)

2. วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยการทดสอบก่อนเรียน จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วย เนื้อหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขจำนวน 12 เรื่อง จำนวน 4 เนื้อหา ได้แก่ ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวน 10 ข้อ 2) จำนวนนับ 6-9 จำนวน 10 ข้อ 3) การบวก จำนวน 10 ข้อ และ 4) การลบ จำนวน 10 ข้อ

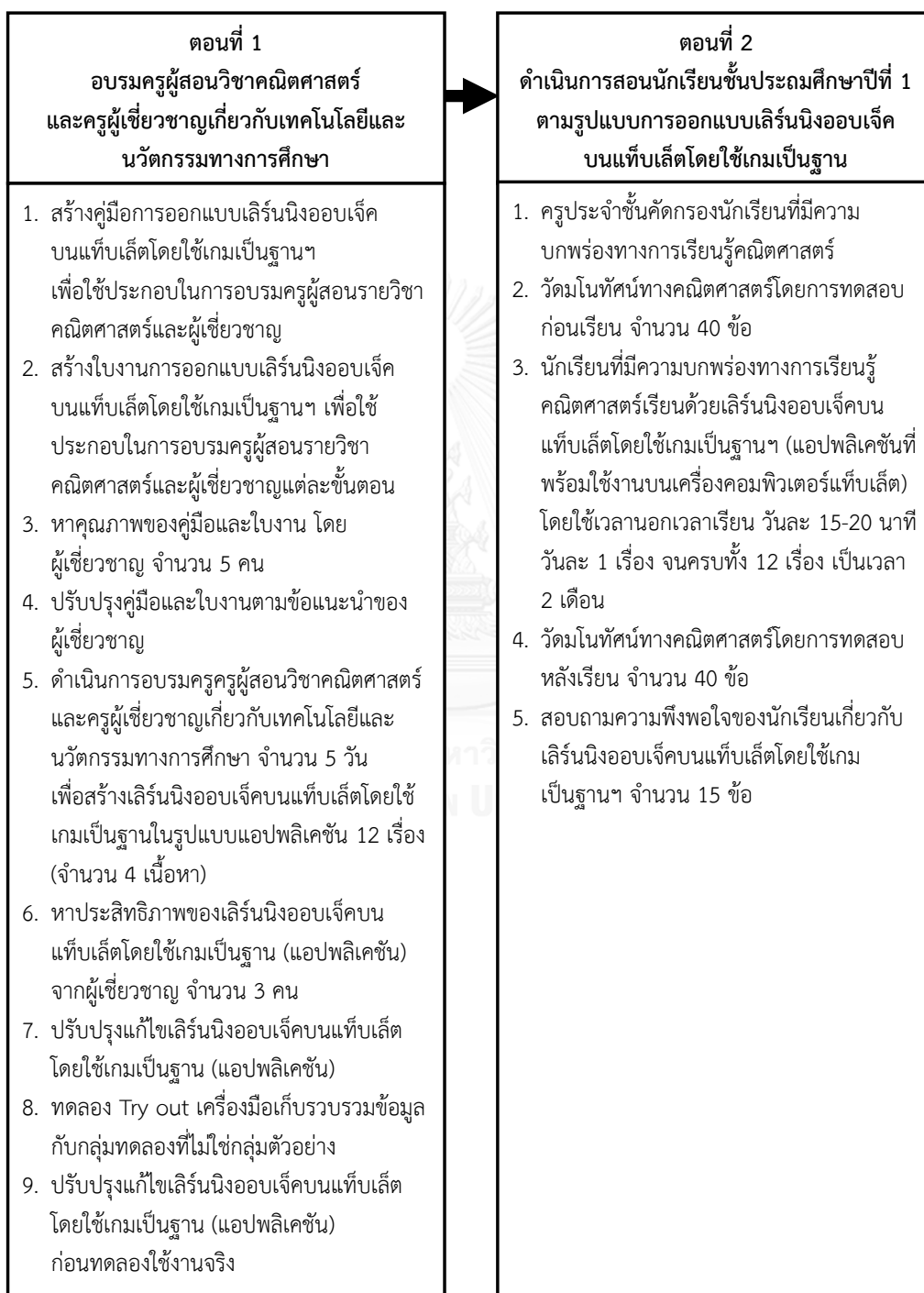
3. นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรียนรู้ด้วยตนเองด้วยเลิร์นนิ่ง ออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ (แอปพลิเคชันที่พร้อมใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต) โดยใช้เวลานอกเวลาเรียน วันละ 15-20 นาที วันละ 1 เรื่อง จนครบทั้ง 12 เรื่อง เป็นเวลา 2 เดือน (เมื่อเรียนครบทั้งแล้ววนกลับมาเรียนทีละเรื่องใหม่)

4. วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยการทดสอบหลังเรียน จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วย เนื้อหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขจำนวน 12 เรื่อง จำนวน 4 เนื้อหา ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวน 10 ข้อ 2) จำนวนนับ 6-9 จำนวน 10 ข้อ 3) การบวก จำนวน 10 ข้อ และ 4) การลบ จำนวน 10 ข้อ

5. สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานฯ ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่มี การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทาง การเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ

ระยะที่ 3

ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน
ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์



ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 3

ระยะที่ 4 รับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย
3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียนรู้)
4. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นผู้ที่มีความรู้และมีประสบการณ์การสอน วิจัยหรือเขียนตำราไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา จำนวนทั้งหมด 5 คน ประกอบด้วย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 1 คน
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 1 คน
3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียนรู้) จำนวน 2 คน
4. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบ ได้แก่ แบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีวิธีการสร้างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินและรับรองรูปแบบ โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านองค์ประกอบที่สำคัญและลักษณะของแบบประเมินและรับรองรวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 แบบประเมินและรับรองรูปแบบฯ โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินและรับรองรูปแบบ จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 การรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

รูปแบบของแบบประเมินและรับรองรูปแบบมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ คือ

ต้องปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

พอใช้ ให้ 2 คะแนน

ดี ให้ 3 คะแนน

ดีมาก ให้ 4 คะแนน

2. แบบปลายเปิด (Open-Ended)

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบประเมินและรับรองรูปแบบฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินและรับรองรูปแบบฯ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คคนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินและรับรองรูปแบบจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินและรับรองรูปแบบจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมกับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ติดตามการตอบกลับเพื่อให้ได้รับแบบสอบถามครบตามจำนวนที่กำหนดไว้
4. เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา และด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)

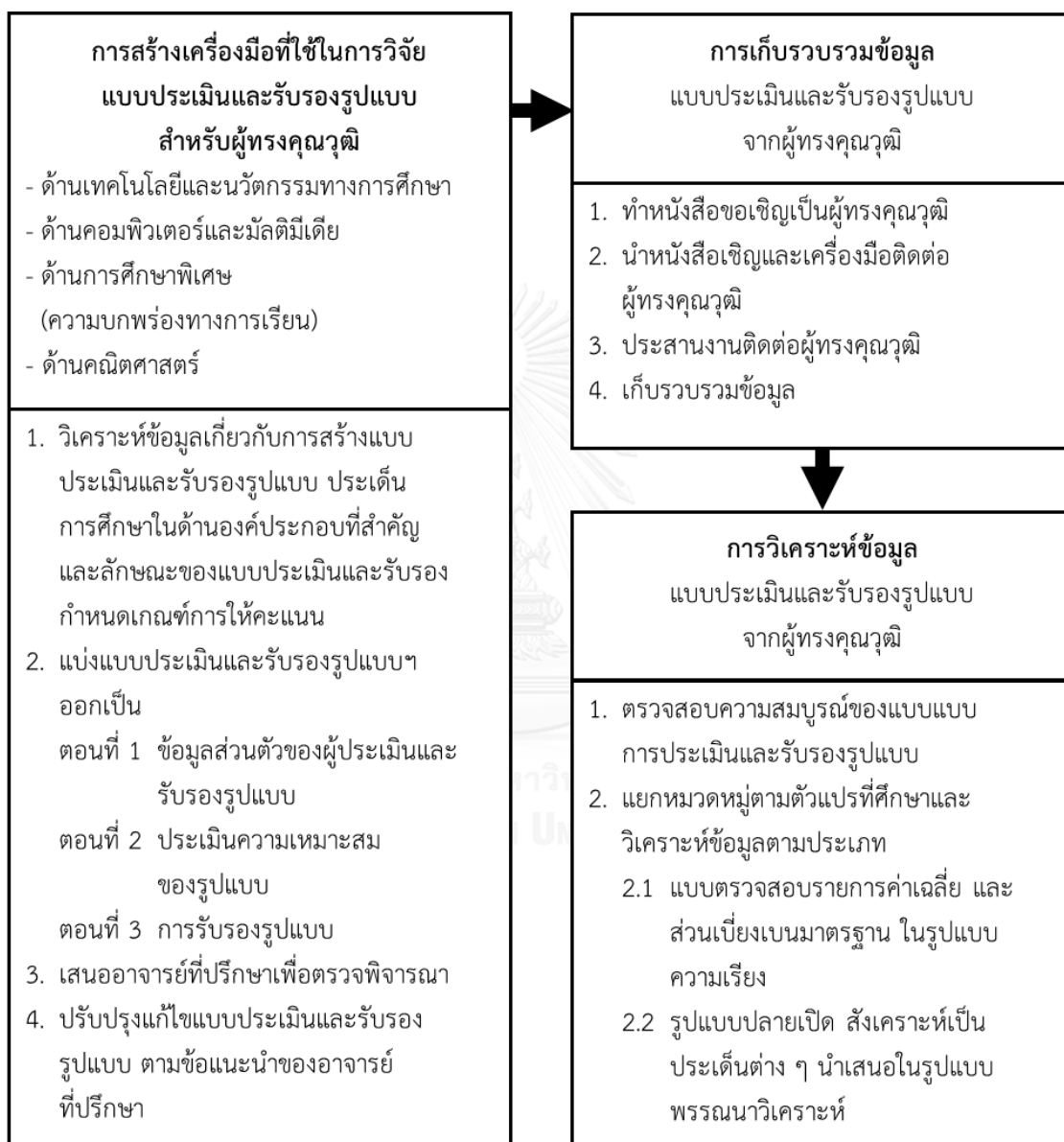
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คคนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบการประเมินและรับรองรูปแบบที่ได้รับคืน
2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของแบบประเมินและรับรองรูปแบบ ดังนี้
 - 2.1 แบบประเมินและรับรองรูปแบบตรวจสอบรายการ นำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอในรูปแบบความเรียง
 - 2.2 แบบประเมินและรับรองรูปแบบปลายเปิด นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นประเด็นต่าง ๆ แล้วนำเสนอในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

ระยะที่ 4

รับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการ
ช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์



ภาพที่ 3-5 แสดงขั้นตอนในการวิจัย ระยะที่ 4

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 ผลการสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระยะที่ 3 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระยะที่ 4 ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 77 จังหวัด จำนวน 359 คน ระหว่างวันที่ 20 กรกฎาคม 2557 ถึงวันที่ 30 ตุลาคม 2557 ผลการวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ข้อมูลทั่วไปของอาจารย์ผู้สอน
ตารางที่ 4-1 แสดงข้อมูลทั่วไปของครูผู้สอน

ข้อมูลทั่วไปของครูผู้สอน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	155	28.44
หญิง	390	71.56
รวม	545	100
อายุ		
20-30 ปี	225	41.28
31-40 ปี	251	46.06
41-50 ปี	55	10.09
51 ปีขึ้นไป	14	2.57
รวม	545	100
ตำแหน่ง		
ครู ค.ศ.1	138	25.32
ครู ค.ศ.2	33	6.06
ครู ค.ศ.3	15	2.75
ครู ค.ศ.4	0	0
ครู ค.ศ.5	0	0
อื่นๆ	359	65.87
รวม	545	100
ประสบการณ์การสอน		
น้อยกว่า 6 ปี	325	59.63
6-10 ปี	147	26.97
11-15 ปี	44	8.07
16-20 ปี	16	2.94
20 ปีขึ้นไป	13	2.39
รวม	545	100
ประสบการณ์การสอนนักเรียน		
ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้		
น้อยกว่า 6 ปี	414	75.96
6-10 ปี	102	18.72
11-15 ปี	17	3.12
16-20 ปี	6	1.10
20 ปีขึ้นไป	6	1.10
รวม	545	100

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ครูผู้สอนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 71.56 เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 28.44 มีช่วงอายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 46.06 อายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 41.28 อายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 10.09 อายุ 51 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 2.57 ดำรงตำแหน่งอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 65.87 ตำแหน่งครู ค.ศ.1 คิดเป็นร้อยละ 25.32 ตำแหน่งครู ค.ศ. 2 คิดเป็นร้อยละ 6.06 ตำแหน่งครู ค.ศ.3 คิดเป็นร้อยละ 2.75 มีประสบการณ์การสอนน้อยกว่า 6 ปี คิดเป็นร้อยละ 59.63 ประสบการณ์การสอน 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.97 ประสบการณ์การสอน 11-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.07 ประสบการณ์การสอน 16-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.94 ประสบการณ์การสอน 20 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 2.39 ประสบการณ์การสอนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ น้อยกว่า 6 ปี คิดเป็นร้อยละ 75.96 ประสบการณ์การสอนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.72 ประสบการณ์การสอนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 11-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.12 ประสบการณ์การสอนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 16-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 1.10 ประสบการณ์การสอนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 20 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 1.10

2. คุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (แอลดี) และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์)

ตารางที่ 4-2 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (แอลดี) และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถส่งเสริมพัฒนาการได้		
พัฒนาการไม่ได้	23	4.48
พัฒนาการได้โดยการสอนตัวต่อตัว	192	37.43
พัฒนาการได้โดยอาศัยวางแผนการสอน	226	44.05
พัฒนาการได้โดยเทคนิคการสอน	260	50.68
พัฒนาการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป	195	38.01
คัดแยกและจัดกลุ่มสอนตามพัฒนาการ	149	29.04
การสอนนักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็น		
ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง	94	18.32
การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง	129	25.15
เลือกเรียนหรือเลือกกิจกรรมด้วยตนเอง	97	18.91
ใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ	248	48.34
ใช้บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง	218	42.50
เลือกเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง	151	29.43

ตารางที่ 4-2 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (แอลดี) และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์) (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เทคนิควิธีการสอนนักเรียนแอลดีให้เกิดผลดี		
สอนโดยไม่ผ่านการอ่าน	30	5.85
สอนอย่างช้า ๆ ซ้ำไปซ้ำมา	206	40.16
สอนโดยใช้รูปภาพประกอบ	216	42.11
สอนโดยมีการสรุปผลเป็นระยะ	93	18.13
สอนจากโครงสร้างหลักก่อน	53	10.33
สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปทีละขั้น	238	46.39
สอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ	205	39.96
สอนโดยใช้สื่อหลาย ๆ อย่างประกอบกัน	166	30.41
วิธีการสอนนักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการใช้		
ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน		
ใช้รูปภาพและเสียงประกอบกัน	179	34.89
ใช้สัญลักษณ์และเสียงประกอบกัน	123	23.98
ใช้ภาพกราฟิกและเสียงประกอบกัน	67	13.06
ใช้สัญลักษณ์ ภาพกราฟิกและเสียงประกอบกัน	98	19.10
ใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบกัน	211	41.13
ใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาพเคลื่อนไหวประกอบกัน	241	46.98
วิธีการการสอนนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์		
การคิดหาเหตุผล	136	26.51
จัดความรู้เป็นหมวดหมู่	197	38.40
การเรียนรู้โดยการค้นพบ	92	17.93
การรับรู้โดยทบทวนความรู้เดิม	152	29.63
แยกแยะความรู้เก่ากับความรู้ใหม่	69	13.45
การสรุปเหตุการณ์หรือสิ่งที่ค้นพบ	65	12.67
ใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้	182	35.48
จำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้า	106	20.66
ประเมินความรู้ตนเองเป็นระยะ ๆ	107	20.86
การย่อหรือแยกแยะเหตุการณ์	53	10.33
เปรียบเทียบความรู้เก่ากับความรู้ใหม่	58	11.31
คิดสัญลักษณ์ใช้เป็นตัวแทนความรู้ใหม่	120	23.39

จากตารางที่ 4-2 ที่แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่มีการเลือกตอบแบบตรวจสอบรายการ (check list) ได้มากกว่า 1 คำตอบ พบว่า นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถส่งเสริมพัฒนาการได้โดยเทคนิคการสอน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.68 รองลงมา ได้แก่ พัฒนาการได้โดยอาศัยวางแผนการสอน คิดเป็นร้อยละ 44.05 พัฒนาการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป คิดเป็นร้อยละ 38.01 พัฒนาการได้โดยการสอนตัวต่อตัว คิดเป็นร้อยละ 37.43 คัดแยกและจัดกลุ่มสอนตามพัฒนาการ คิดเป็นร้อยละ 29.04 และพัฒนาการไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 4.48 ตามลำดับ

นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็น ควรใช้การสอน คือ ใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.34 รองลงมา ได้แก่ ใช้บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง คิดเป็นร้อยละ 42.50 เลือกเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 29.43 การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 25.15 เลือกเรียนหรือเลือกกิจกรรมด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 18.91 และลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 18.32 ตามลำดับ

การสอนนักเรียนแอลดีให้เกิดผลดี ควรมีเทคนิควิธีการสอน คือ สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปทีละขั้น มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.39 รองลงมา ได้แก่ สอนโดยใช้รูปภาพประกอบ คิดเป็นร้อยละ 42.11 สอนอย่างช้าๆ ช้าไปช้ามา คิดเป็นร้อยละ 40.16 สอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ 39.96 สอนโดยใช้สื่อหลาย ๆ อย่างประกอบกัน คิดเป็นร้อยละ 30.41 สอนโดยมีการสรุปผลเป็นระยะ ๆ คิดเป็นร้อยละ 18.13 สอนจากโครงสร้างหลักก่อน คิดเป็นร้อยละ 10.33 และสอนโดยไม่ผ่านการอ่าน คิดเป็นร้อยละ 5.85 ตามลำดับ

การที่นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน ควรมีวิธีการสอน คือ ใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาพเคลื่อนไหวประกอบกัน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.98 รองลงมา ได้แก่ ใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบกัน คิดเป็นร้อยละ 41.13 ใช้รูปภาพและเสียงประกอบกัน คิดเป็นร้อยละ 34.89 ใช้สัญลักษณ์และเสียงประกอบกัน คิดเป็นร้อยละ 23.98 ใช้สัญลักษณ์ ภาพกราฟิกและเสียงประกอบกัน คิดเป็นร้อยละ 19.10 และ ใช้ภาพกราฟิกและเสียงประกอบกัน คิดเป็นร้อยละ 13.06 ตามลำดับ

การสอนนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ควรมีวิธีการ คือ จัดความรู้เป็นหมวดหมู่ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.40 รองลงมา ได้แก่ ใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้ คิดเป็นร้อยละ 35.48 การรับรู้โดยทบทวนความรู้เดิม คิดเป็นร้อยละ 29.63 ฝึกการคิดหาเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 26.51 คิดสัญลักษณ์ใช้เป็นตัวแทนความรู้ใหม่ คิดเป็นร้อยละ 23.39 ประเมินความรู้ตนเองเป็นระยะ ๆ คิดเป็นร้อยละ 20.86 จำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้า คิดเป็นร้อยละ 20.66 การเรียนรู้โดยการค้นพบ คิดเป็นร้อยละ 17.93 แยกแยะความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ คิดเป็นร้อยละ 13.45 การสรุปเหตุการณ์หรือสิ่งที่ค้นพบ คิดเป็นร้อยละ 12.67 เปรียบเทียบความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ คิดเป็นร้อยละ 11.31 และ การย้อนย่อหรือแยกแยะเหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 10.33 ตามลำดับ

3. การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
คณิตศาสตร์)

ตารางที่ 4-3 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (สำหรับนักเรียนที่มี
ความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
เนื้อหาสั้น ๆ ง่ายต่อการใช้งาน	278	54.19
แบบจำลองอำนวยความสะดวก	104	20.27
การเข้าถึงเนื้อหาหลากหลายรูปแบบ	130	25.34
นักเรียนปฏิบัติตามทีละขั้นตอน	247	48.15
มีส่วนร่วมการจำลองสถานการณ์	154	30.02
การสาธิตการคำนวณทีละขั้นตอน	139	27.10
การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
โต้ตอบด้วยการชมเชย	224	43.66
โต้ตอบด้วยการบอกคะแนน	94	18.32
โต้ตอบด้วยการเสริมแรงอย่างต่อเนื่อง	236	46.00
โต้ตอบด้วยการเฉลยข้อถูก	107	20.86
โต้ตอบด้วยการสรุปเนื้อหาข้อถูก/ข้อผิด	130	25.34
โต้ตอบด้วยการให้รางวัล (ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ)	213	41.52
การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
เนื้อหาบรรยายโดยตัวนำเสนอ	90	17.54
เนื้อหาแบ่งเป็นระดับความยากง่าย	266	51.85
เนื้อหาที่มีตัวช่วยหลากหลายรูปแบบ	197	38.40
เนื้อหาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเส้นทาง	155	30.21
เนื้อหาเป็นบทละครโต้ตอบตามสถานการณ์	144	28.07
เนื้อหาโต้ตอบระหว่างตัวนำเสนอและผู้ช่วยตัวนำเสนอ	86	16.76

ตารางที่ 4-3 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การออกแบบหน้าจอ (Interface design)		
ที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ใช้ส่วนประกอบหน้าจอเรียบง่าย	137	26.71
ใช้สัญลักษณ์เรียบง่ายช่วยนำทาง	202	39.38
ใช้ภาพกราฟิกที่มีสัดส่วนขนาดใหญ่	88	17.15
หน้าจอชัดเจน ตรงประเด็น	235	45.81
ใช้สีสดใสสะดุดตาตามวัย	234	45.61
ใช้อักษรและตัวเลขขนาดใหญ่ชัดเจน	175	34.11

จากตารางที่ 4-3 ที่แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) พบว่า การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) ที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ เนื้อหาสั้น ๆ ง่ายต่อการใช้งาน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54.19 รองลงมา ได้แก่ นักเรียนปฏิบัติตามทีละขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 48.15 มีส่วนร่วมการจำลองสถานการณ์ คิดเป็นร้อยละ 30.02 การสาธิตการคำนวณทีละขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 27.10 การเข้าถึงเนื้อหาหลากหลายรูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 25.34 และ แบบจำลองอำนวยความสะดวก คิดเป็นร้อยละ ตามลำดับ

4. การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

ตารางที่ 4-4 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การใช้เซ็นเซอร์เสียงภาพโดยใช้แท็บเล็ต		
ที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
เสียงวัตถุไปสู่เป้าหมาย	210	40.94
เสียงวัตถุตามแรงโน้มถ่วง	91	17.74
เสียงวัตถุตามเส้นโครงร่าง	85	16.57
เสียงวัตถุโดยอิสระ	132	25.73
เสียงวัตถุตามแนวที่กำหนด	201	39.18
เสียงวัตถุตามความเร็วในการเคลื่อนที่	91	17.74

ตารางที่ 4-4 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ต (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้แท็บเล็ต		
ที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
เคลื่อนที่วัตถุโดยแรงกด	79	15.40
เคลื่อนที่วัตถุตามนิ้วสัมผัส	292	56.92
เคลื่อนที่วัตถุด้วยลูกศรควบคุม (ภาพ)	129	25.15
เคลื่อนที่วัตถุตามแรงสะบัด	48	9.36
เคลื่อนที่วัตถุตามจุดควบคุม (ภาพ)	83	16.18
เคลื่อนที่วัตถุตามปุ่มควบคุม (ภาพ)	152	29.63
ควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ต		
ที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ย้ายภาพตามเงื่อนไข	154	30.02
ย้ายภาพตามเป้าหมาย	229	44.64
ย้ายภาพตามเส้นโครงร่าง	74	14.42
ย้ายภาพตามเส้นทาง	144	28.07
ย้ายภาพตามตำแหน่ง	143	27.88
ย้ายภาพตามโจทย์ปัญหา	95	18.52
ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ต		
ที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ย่อ-ขยายส่วนโต้ตอบ	155	30.21
ย่อ-ขยายส่วนคำตอบ	136	26.51
ย่อ-ขยายส่วนโจทย์ปัญหา	108	21.05
ย่อ-ขยายส่วนภาพประกอบ	241	46.98
ย่อ-ขยายส่วนรางวัลที่ได้รับ	108	21.05
ย่อ-ขยายส่วนนำเสนอเนื้อหา	120	23.39

จากตารางที่ 4-4 ที่แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ต (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) พบว่า การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพโดยใช้แท็บเล็ต ที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะเอียงวัตถุไปสู่เป้าหมาย มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.94 รองลงมา ได้แก่ เอียงวัตถุตามแนวที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 39.18 เอียงวัตถุโดยอิสระ คิดเป็นร้อยละ 25.73 เอียงวัตถุตามแรงโน้มถ่วง คิดเป็นร้อยละ 17.74 เอียงวัตถุตามความเร็วในการเคลื่อนที่ คิดเป็นร้อยละ 17.74 และ เอียงวัตถุตามเส้นโครงร่าง คิดเป็นร้อยละ 16.57 ตามลำดับ

ควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้แท็บเล็ต ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะ เคลื่อนที่วัตถุตามนิ้วสัมผัส มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.92 รองลงมา ได้แก่ เคลื่อนที่วัตถุตามจุดควบคุม (ภาพ) คิดเป็นร้อยละ 29.63 คิดเป็นร้อยละ เคลื่อนที่วัตถุด้วยลูกศรควบคุม (ภาพ) คิดเป็นร้อยละ 25.15 เคลื่อนที่วัตถุตามปุ่มควบคุม (ภาพ) คิดเป็นร้อยละ 16.18 เคลื่อนที่วัตถุโดยแรงกด คิดเป็นร้อยละ 15.40 และ เคลื่อนที่วัตถุตามแรงสะบัด คิดเป็นร้อยละ 9.36 ตามลำดับ

ควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะย้ายภาพตามเป้าหมาย มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.64 รองลงมา ได้แก่ ย้ายภาพตามเงื่อนไข คิดเป็นร้อยละ 30.02 ย้ายภาพตามเส้นทาง คิดเป็นร้อยละ 28.07 ย้ายภาพตามตำแหน่ง คิดเป็นร้อยละ 27.88 ย้ายภาพตามโจทย์ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 18.52 และย้ายภาพตามเส้นโครงร่าง คิดเป็นร้อยละ 14.42 ตามลำดับ

ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะย่อ-ขยายส่วนภาพประกอบ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.98 รองลงมา ได้แก่ ย่อ-ขยายส่วนโต้ตอบ คิดเป็นร้อยละ 30.21 ย่อ-ขยายส่วนคำตอบ คิดเป็นร้อยละ 26.51 ย่อ-ขยายส่วนนำเสนอเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 23.39 ย่อ-ขยายส่วนโจทย์ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 21.05 และ ย่อ-ขยายส่วนรางวัลที่ได้รับ คิดเป็นร้อยละ 21.05 ตามลำดับ

5. การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

ตารางที่ 4-5 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การใช้องค์ประกอบของเกมในการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน		
เป้าหมาย	183	35.67
การแข่งขัน	124	24.17
จินตนาการ	215	41.91
ความสนุกสนานเพลิดเพลิน	207	40.35
กฎกติกา	234	45.61
ความท้าทาย	100	19.49
ความปลอดภัย	108	19.88

ตารางที่ 4-5 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การออกแบบเกมที่เสริมสร้างจินตนาการของ		
นักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ผู้เรียนได้เลือกเพื่อนร่วมทาง	177	34.50
ผู้เรียนได้แสดงบทบาทสมมติ	255	49.71
ผู้เรียนได้เลือกรางวัลที่ได้รับ	206	40.16
ผู้เรียนได้เลือกเส้นทางผจญภัย	177	34.50
การออกแบบเกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง		
(Arcade-type Game) สำหรับนักเรียนแอลดี		
ทางคณิตศาสตร์		
จับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน	380	74.07
คำนวณตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรค	150	29.24
เปรียบเทียบเงากับเลขจำนวน	150	29.24
ใส่จำนวนตามโจทย์ปัญหา	104	20.27
การออกแบบเกมผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา		
(Logic Game) สำหรับนักเรียนแอลดี		
ทางคณิตศาสตร์		
เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับตัวเลข	168	32.75
เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ	267	52.05
เปรียบเทียบจำนวนรูปภาพกับรูปภาพ	141	27.49
จัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพ	192	37.43
จัดเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก	161	31.38
จัดเรียงลำดับตัวเลขจากมากไปน้อย	92	17.93
การออกแบบเกมฝึกทักษะกับความคิด		
(Psychomotor Game) สำหรับนักเรียน		
แอลดีทางคณิตศาสตร์		
แก้ปัญหาตามคำใบ้	175	34.11
แก้ปัญหาด้วยตนเอง	217	42.30
แก้ปัญหตามคำแนะนำ	230	44.83
แก้ปัญหด้วยการช่วยเหลือจากการสรุป	145	28.27

ตารางที่ 4-5 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การออกแบบเกมแก่สถานการณ์		
(Role-Playing Game) สำหรับนักเรียนแอลดี		
ทางคณิตศาสตร์ควรเป็นอย่างไร		
การเลือกด้านความยาก-ง่าย	243	47.37
การเลือกเส้นทางการเดินทาง	143	27.88
การเลือกสถานการณ์ด้วยตนเอง	233	45.42
การเลือกแก้ปัญหาตามลำดับความยากง่าย	206	40.16

จากตารางที่ 4-5 ที่แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า การใช้อ็องค์ประกอบของเกมในการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน คือ กฎกติกา มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.61 รองลงมา ได้แก่ จินตนาการ คิดเป็นร้อยละ 41.91 ความสนุกสนานเพลิดเพลิน คิดเป็นร้อยละ 40.35 เป้าหมาย คิดเป็นร้อยละ 35.67 การแข่งขัน คิดเป็นร้อยละ 24.17 ความปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 19.88 และ ความท้าทาย คิดเป็นร้อยละ 19.49 ตามลำดับ

การออกแบบเกมที่เสริมสร้างจินตนาการของนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนได้แสดงบทบาทสมมติ 49.71 รองลงมา ได้แก่ ผู้เรียนได้เลือกรางวัลที่ได้รับ คิดเป็นร้อยละ 40.16 ผู้เรียนได้เลือกเพื่อนร่วมทาง คิดเป็นร้อยละ 34.50 และ ผู้เรียนได้เลือกเส้นทางพจญภัย คิดเป็นร้อยละ 34.50 ตามลำดับ

การออกแบบเกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ พบว่า จับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74.07 รองลงมา ได้แก่ คำนวณตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรค คิดเป็นร้อยละ 29.24 เปรียบเทียบเงากับเลขจำนวน คิดเป็นร้อยละ 29.24 และ ใส่จำนวนตามโจทย์ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 20.27 ตามลำดับ

การออกแบบเกมผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา (Logic Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ พบว่า เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.05 รองลงมา ได้แก่ จัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพ คิดเป็นร้อยละ 37.43 เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับตัวเลข คิดเป็นร้อยละ 32.75 จัดเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก คิดเป็นร้อยละ 31.38 เปรียบเทียบจำนวนรูปภาพกับรูปภาพ คิดเป็นร้อยละ 27.49 และจัดเรียงลำดับตัวเลขจากมากไปน้อย คิดเป็นร้อยละ 17.93

การออกแบบเกมฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ พบว่า แก้ปัญหาตามคำแนะนำ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.83 รองลงมา ได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 42.30 แก้ปัญหาตามคำใบ้ คิดเป็นร้อยละ 34.11 และ แก้ปัญหาด้วยการช่วยเหลือจากการสรุป คิดเป็นร้อยละ 28.27 ตามลำดับ

การออกแบบเกมแก้สถานการณ์ (Role-Playing Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ พบว่า การเลือกด้านความยาก-ง่าย มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมา ได้แก้การเลือกเส้นทางการเดินทาง คิดเป็นร้อยละ 27.88 การเลือกสถานการณ์ด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 45.42 และ การเลือกแก้ปัญหตามลำดับความยากง่าย คิดเป็นร้อยละ 40.16 ตามลำดับ

6. การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

ตารางที่ 4-6 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การออกแบบวิธีสอนการแก้ปัญหา (Problem Solving)		
สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
แก้ปัญหากจากง่ายไปยาก	341	66.47
แก้ปัญหากแบบกิจกรรมกลุ่ม	155	30.21
ใช้กิจกรรมน้อย ๆ แต่มีปริมาณมาก	87	16.96
เสนอปัญหาใหม่เป็นระยะ ๆ	98	19.10
เลือกปัญหาในการแก้ด้วยตนเอง	148	28.85
เลือกปัญหาในการแก้โดยผู้เชี่ยวชาญ	39	7.60
การเข้าใจนิทัศน์ (Understanding Concepts)		
สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ควรเป็นอย่างไร		
ใช้กิจกรรมที่หลากหลาย	276	53.80
มีการตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ	151	29.43
สรุปนิทัศน์หลักหลังเรียน	104	20.27
มีการสรุปที่หลากหลาย	116	22.61
มีการสรุปความเข้าใจเป็นระยะ ๆ	167	32.55
วิธีใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ใหม่	138	26.90

ตารางที่ 4-6 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures)		
สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ขยายความรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ	115	22.42
ทำกิจกรรมเดิมอย่างสม่ำเสมอ	215	41.91
ขยายความรู้ด้วยตัวช่วยอธิบาย	135	26.32
ปฏิบัติการใช้เครื่องคิดเลขจำลอง	125	24.37
เลือกรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	155	30.21
เสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ	148	28.85
การสื่อสาร (Communication) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ทางคณิตศาสตร์		
เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกตัวเลข	173	33.72
เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข	175	34.11
เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ	303	59.06
เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการพูดบันทึกเสียง	126	24.56

จากตารางที่ 4-6 ที่แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) พบว่าการออกแบบวิธีสอนการแก้ปัญหา (Problem Solving) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ แก้ปัญหาจากง่ายไปยาก มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.47 รองลงมา ได้แก่ แก้ปัญหาแบบกิจกรรมกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 30.21 เลือกปัญหาในการแก้ด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 28.85 เสนอปัญหาใหม่เป็นระยะ ๆ คิดเป็นร้อยละ 19.10 ใช้กิจกรรมน้อย ๆ แต่มีปริมาณมาก คิดเป็นร้อยละ 16.96 และเลือกปัญหาในการแก้โดยผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็นร้อยละ 7.60 ตามลำดับ

การเข้าใจโมโนทัศน์ (Understanding Concepts) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ ใช้กิจกรรมที่หลากหลาย มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 53.80 รองลงมา ได้แก่ มีการสรุปความเข้าใจเป็นระยะ ๆ คิดเป็นร้อยละ 32.55 มีการตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ คิดเป็นร้อยละ 29.43 วิธีใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ คิดเป็นร้อยละ 26.90 มีการสรุปที่หลากหลาย คิดเป็นร้อยละ 22.61 และ สรุปโมโนทัศน์หลักหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 20.27 ตามลำดับ

การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ ทำกิจกรรมเดิมอย่างสม่ำเสมอ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41.91 คิดเป็นร้อยละ รองลงมา ได้แก่ เลือกรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 30.21 เสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 28.85 ขยายความรู้ด้วยตัวช่วยอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 26.32 ปฏิบัติการใช้เครื่องคิดเลขจำลอง คิดเป็นร้อยละ 24.37 และ ขยายความรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็นร้อยละ 22.42 ตามลำดับ

การสื่อสาร (Communication) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ เสนอคำชี้แนะ และให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.06 เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข คิดเป็นร้อยละ 34.11 เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนอง ด้วยการเลือกตัวเลข คิดเป็นร้อยละ 33.72 และ เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนอง ด้วยการพูดบันทึกเสียง คิดเป็นร้อยละ 24.56

7. การช่วยเสริมศักยภาพ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

ตารางที่ 4-7 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิธีการจัดการลำดับความสัมพันธ์โดยใช้		
ภาพกราฟิก (Graphic Organizer) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ใช้ภาพผสมการใช้ตัวเลข	199	38.79
ใช้ภาพนิ้วมือแทนจำนวนตัวเลข	112	21.83
ใช้ภาพการ์ดแทนจำนวนตัวเลข	175	34.11
ใช้ภาพดาวติดบนตัวเลขแทนจำนวน	99	19.30
ใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข	153	29.82
ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋าแทนจำนวนตัวเลข	134	26.12
ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋ารวมการใช้รูปภาพ	99	19.30
ใช้รูปทรง (เช่น กล่อง) บรรจุนรูปภาพแทนจำนวน	94	18.32

ตารางที่ 4-7 แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิธีการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้		
(Hint) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ควรเป็นอย่างไรแอลดีทางคณิตศาสตร์		
การสรุปด้วยแผนภาพ	233	45.42
การสรุปด้วย Concept map	155	30.21
การสรุปด้วยการเลือกรูปแบบ	107	20.86
เชื่อมโยงเค้าโครงแต่ละส่วนด้วยแผนภาพ	80	15.59
การสรุปด้วยเสียงบรรยาย	108	21.05
การเลือกวิธีสรุปด้วยตนเอง	101	19.69
การสรุปด้วยแผนภาพและเสียงบรรยาย	133	25.93
ใช้ชี้แสดงความสัมพันธ์ต่อเนื่องของเหตุการณ์	67	13.06
วิธีการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้		
(Hint) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์		
ควรเป็นอย่างไร		
มีการชี้แนะคำตอบตลอดเวลา	136	26.51
บอกใบ้ด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์	262	51.07
ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบ	144	28.07
ผู้เรียนเลือกให้ผู้เชี่ยวชาญอธิบาย	62	12.09
กำหนดผู้เชี่ยวชาญตายตัว	73	14.23
บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูน	143	27.88
ชี้แนะด้วยภาพและภาพเคลื่อนไหว	154	30.02
ผู้เรียนเลือกใช้การบอกใบ้ตามความต้องการ	83	16.18

จากตารางที่ 4-7 ที่แสดงข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) พบว่า วิธีกลไกการจัดลำดับความสัมพันธ์โดยใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ ใช้ภาพผสมการใช้ตัวเลข มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.79 รองลงมา ได้แก่ ใช้ภาพการ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข คิดเป็นร้อยละ 34.11 ใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข คิดเป็นร้อยละ 29.82 ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋าแทนจำนวนตัวเลข คิดเป็นร้อยละ 26.12 ใช้ภาพนิ้วมือแทนจำนวนตัวเลข คิดเป็นร้อยละ 21.83 คิดเป็นร้อยละใช้ภาพดาวติดบนตัวเลขแทนจำนวน คิดเป็นร้อยละ 19.30 ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋ามผสมการใช้รูปภาพ คิดเป็นร้อยละ 19.30 และ ใช้รูปทรง (เช่น กล้อง) บรรจुरูปภาพแทนจำนวน คิดเป็นร้อยละ 18.32 ตามลำดับ

วิธีการแสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครงของลักษณะที่เป็นส่วนย่อยสำหรับนักเรียนแอลติทางคณิตศาสตร์ คือ การสรุปด้วยแผนภาพ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.42 รองลงมา ได้แก่ การสรุปด้วย Concept map คิดเป็นร้อยละ 30.21 การสรุปด้วยแผนภาพและเสียงบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 25.93 การสรุปด้วยเสียงบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 21.05 การสรุปด้วยการเลือกรูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 20.86 การเลือกวิธีสรุปด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 19.69 เชื่อมโยงเค้าโครงแต่ละส่วนด้วยแผนภาพ คิดเป็นร้อยละ 15.59 และ ใช้โซ่แสดงความสัมพันธ์ต่อเนื่องของเหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 13.06 ตามลำดับ

วิธีการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้ (Hint) สำหรับนักเรียนแอลติทางคณิตศาสตร์ คือ บอกใบ้ด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 51.07 รองลงมา ได้แก่ ชี้แนะด้วยภาพและภาพเคลื่อนไหว คิดเป็นร้อยละ 30.02 ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบ คิดเป็นร้อยละ 28.07 บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูน คิดเป็นร้อยละ 27.88 มีการชี้แนะคำตอบตลอดเวลา คิดเป็นร้อยละ 26.51 ผู้เรียนเลือกใช้การบอกใบ้ตามความต้องการ คิดเป็นร้อยละ 16.18 กำหนดผู้เชี่ยวชาญตายตัว คิดเป็นร้อยละ 14.23 และ ผู้เรียนเลือกใช้ผู้เชี่ยวชาญอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 12.09 ตามลำดับ

ระยะที่ 2 ผลการสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยนำผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกคบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ 4 ด้าน จำนวน 7 คน ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 2 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 2 คน 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 2 คน และ 4) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน โดยมีผลสร้างรูปแบบด้วยการตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4-8 ด้านที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อความคำถามการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบฯ	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
2. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการออกแบบฯ	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	0.71	ใช้ได้
3. องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบฯ	0	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
4. ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบฯ	0	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0.57	ใช้ได้
5. การพัฒนารูปแบบการออกแบบฯ	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.86	ใช้ได้
6. เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบฯ	+1	+1	0	+1	+1	+1	0	0.71	ใช้ได้
7. การใช้งานรูปแบบการออกแบบฯ	+1	+1	+1	0	0	0	+1	0.57	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-8 ด้านที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบสามารถนำไปใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า ทุกประเด็นมีค่า IOC มีค่าระหว่าง 0.0.57-0.86 โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ค่า IOC มากที่สุดคือ 0.86 ได้แก่ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบฯ และการพัฒนารูปแบบการออกแบบฯ รองลงมาได้แก่ 0.71 เกี่ยวกับหลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการออกแบบฯ องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบฯ และเนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบฯ และค่า IOC ที่ 0.57 ได้แก่ ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบฯ และการใช้งานรูปแบบการออกแบบฯ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-9 ด้านที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. องค์ประกอบด้านคน - ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ฯ และครูผู้สอนทางด้านเทคโนโลยี ทางการศึกษาหรือคอมพิวเตอร์ - ผู้เรียนที่มีความบกพร่อง ทางการเรียนคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	0	+1	0	+1	0.71	ใช้ได้
2. องค์ประกอบด้านความบกพร่อง ทางการเรียนรู้	0	0	+1	+1	0	+1	+1	0.57	ใช้ได้
3. องค์ประกอบด้านการออกแบบเกม	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
4. องค์ประกอบด้านเทคโนโลยี	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-9 ด้านที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า ทุกประเด็นมีค่า IOC มีค่าระหว่าง 0.57-1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ค่า IOC มากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ ในด้านองค์ประกอบด้านเทคโนโลยี รองลงมาได้แก่ 0.86 เกี่ยวกับองค์ประกอบด้านการออกแบบเกม ค่า IOC ที่ 0.71 ได้แก่ องค์ประกอบด้านคน ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ฯ และครูผู้สอนทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ และค่า IOC ที่ 0.57 ได้แก่ องค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-10 ด้านที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. ขั้นประเมินความเป็นไปได้	0	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
2. ขั้นวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.86	ใช้ได้
3. ขั้นระบุวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. ขั้นออกแบบ	+1	+1	0	+1	0	0	+1	0.57	ใช้ได้
5. ขั้นพัฒนา	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	0.71	ใช้ได้
6. ขั้นดำเนินงาน	+1	0	+1	+1	+1	0	0	0.57	ใช้ได้
7. ขั้นประเมินผล	+1	+1	0	0	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-10 ด้านที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า ทุกประเด็นมีค่า IOC มีค่าระหว่าง 0.57-1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ค่า IOC มากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ ในขั้นระบุวัตถุประสงค์ ค่า IOC รองลงมาได้แก่ 0.86 ในขั้นวิเคราะห์ ค่า IOC ที่ 0.71 ได้แก่ ขั้นประเมินความเป็นไปได้ ขั้นพัฒนาและขั้นประเมินผล ค่า IOC ที่ 0.57 ได้แก่ ขั้นออกแบบและขั้นดำเนินงาน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-11 ด้านที่ 4 การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. แนะนำความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเด็กพิเศษทางด้านความบกพร่องทางการเรียน และความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. แนวคิดในการแก้ปัญหาเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ Learning Object, Tablet Learning, Game-based Learning, Math Makes Sense Model, Scaffolding และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	0.71	ใช้ได้
3. โมเดลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ๗ ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบและขั้นตอนการออกแบบฯ	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.86	ใช้ได้
4. การประเมินและวิเคราะห์การกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดเนื้อหา รูปแบบเกม	0	+1	+1	+1	0	0	+1	0.57	ใช้ได้
5. การออกแบบ การเขียนสคริปต์และการเขียนสตอรี่บอร์ด	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
6. การเลือกและพัฒนางาน โดยใช้ Game Engine	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	0.71	ใช้ได้
7. เทคนิคการตกแต่ง ภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง (Develop & technique)	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. การทดสอบการใช้งาน การสร้างแอปพลิเคชันและประเมินการใช้งาน (Implement & Evaluation)	0	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.71	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-11 ด้านที่ 4 การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า ทุกประเด็นมีค่า IOC มีค่าระหว่าง 0.57-1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ค่า IOC มากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ ในด้านแนะนำความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเด็กพิเศษทางด้านความบกพร่องทางการเรียนและความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเทคนิคการตกแต่ง ภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง (Develop & technique) รองลงมาได้แก่ 0.86 ในด้านโมเดลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบและขั้นตอนการออกแบบฯ และการออกแบบการเขียนสคริปต์และการเขียนสตอรี่บอร์ด ค่า IOC ที่ 0.71 ได้แก่ แนวคิดในการแก้ปัญหาเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ Learning Object, Tablet Learning, Game-based Learning, Math Makes Sense Model, Scaffolding และมีมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การเลือกและพัฒนางาน โดยใช้ Game Engine และการทดสอบการใช้งานการสร้างแอปพลิเคชันและประเมินการใช้งาน (Implement & Evaluation) ค่า IOC ที่ 0.57 ได้แก่ การประเมินและวิเคราะห์ การกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดเนื้อหา รูปแบบเกม ตามลำดับ

ตารางที่ 4-12 ด้านที่ 5 เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. เนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง เลขจำนวน	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
จำนวนนับ 1-5 และ 0									
2. จำนวนนับ 1-5 และ 0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
4. การเรียงเลขจำนวน 1-5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 4-12 ด้านที่ 5 เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ข้อคำถามการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
จำนวนนับ 6-9									
5. จำนวนนับ 6-9	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.86	ใช้ได้
6. การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
7. การเรียงลำดับจำนวน 6-9	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
การบวก									
8. การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9. การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9	0	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.71	ใช้ได้
10.การบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15	+1	0	+1	+1	+1	+1	0	0.71	ใช้ได้
การลบ									
11.การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.86	ใช้ได้
12.การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
13.การลบจำนวนหนึ่งหลักจากจำนวนสองหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15	+1	0	+1	+1	+1	0	0	0.57	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-12 ด้านที่ 5 เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า ทุกประเด็นมีค่า IOC มีค่าระหว่าง 0.57-1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ค่า IOC มากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ ในเนื้อหาจำนวนนับ 1-5 และ 0 การเรียงเลขจำนวน 1-5 การเรียงลำดับจำนวน 6-9 การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่

เกิน 5 รองลงมา ได้แก่ 0.86 เนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องเลขจำนวน การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5 จำนวนนับ 6-9 การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9 การลบจำนวนสอง จำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5 การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9 ค่า IOC ที่ 0.71 ในเนื้อหาการบวก จำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 และการบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักที่ผลบวกไม่ เกิน 15 ค่า IOC ที่ 0.57 ในเนื้อหาการลบจำนวนหนึ่งหลักจากจำนวนสองหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15

ตารางที่ 4-13 ด้านที่ 6 การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออกแบบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็น ฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่อง ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
1. รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่ง ออกแบบเจ็คฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถ นำไปใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่ง ออกแบบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานฯ ได้จริง	+1	0	+1	+1	+1	+1	0	0.71	ใช้ได้
2. สถานที่ในการจัดกิจกรรม การออกแบบเลิร์นนิ่งออกแบบเจ็ค บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดอบรม การออกแบบเลิร์นนิ่งออกแบบเจ็ค บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ	0	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.71	ใช้ได้
4. รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถ ส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความบกพร่อง ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้จริง	0	+1	+1	+1	0	0	+1	0.57	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-13 ด้านที่ 6 การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออกแบบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มี ความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์พบว่า ทุกประเด็นมีค่า IOC มีค่าระหว่าง 0.57-1 โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ค่า IOC มากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ ในด้านสถานที่ในการ

จัดกิจกรรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ รองลงมาได้แก่ 0.71 ในด้านรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ได้จริงและระยะ เวลาที่ใช้ในการจัดอบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ และค่า IOC ที่ 0.57 ในด้านรูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้จริง ตามลำดับ

ตารางที่ 4-14 การประเมินความเหมาะสมของ (ต้นแบบ) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อความการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7		
ความเหมาะสมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	0	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.71	ใช้ได้

จากตารางที่ 4-14 การประเมินความเหมาะสมของ (ต้นแบบ) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าคุณค่า IOC มีค่า 0.71 อยู่ในระดับใช้ได้

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ไปสร้างรูปแบบการเรียนการสอนของตนเองได้หรือไม่ แบ่งเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาผลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา 3 โรงเรียน จำนวน 6 คน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. ผลการประเมินคู่มือของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-15 ตารางวิเคราะห์คะแนนการประเมินคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีส่วนช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อความการประเมิน	ค่าคะแนน		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหามีความถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เกี่ยวข้องกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ	3.80	0.45	มาก
2. เนื้อหามีการเรียบเรียงลำดับ สอดคล้อง เข้าใจง่าย	4.40	0.55	มาก

ข้อคำถามการประเมิน	ค่าคะแนน		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
3. เนื้อหามีรายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการใช้งาน แนวคิดองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบ ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบ การพัฒนารูปแบบการออกแบบ เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบ	4.00	0.71	มาก
4. ความยาก-ง่ายของเนื้อหาเหมาะสมกับครูผู้สอนที่เข้ารับการอบรมจำนวน 5 วัน	3.40	0.55	ปานกลาง
5. ความถูกต้อง สมบูรณ์ชัดเจนของเนื้อหาเหมาะสำหรับการอบรม	4.40	0.55	มาก
ด้านกิจกรรม			
6. การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน	4.20	0.45	มาก
7. มีตัวอย่างและแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการอบรมออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คฯ	3.40	0.55	ปานกลาง
8. ความเหมาะสมของกิจกรรมการออกแบบรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คฯ โดยใช้องค์ประกอบส่วนต่าง ๆ	4.00	0.71	มาก
9. มีตัวอย่างเกมทางการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์สำหรับการเลือกใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คฯ	4.20	0.84	มาก
10. ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติกิจกรรม	4.20	0.45	มาก
ด้านรูปแบบการเขียน			
11. ภาษาที่ใช้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การใช้ภาษา	4.20	0.84	มาก
12. การใช้ศัพท์บัญญัติ ศัพท์เทคนิคถูกต้องตามหลักของสาขาวิชา	4.00	0.71	มาก
13. การใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย (สัญลักษณ์ รูปภาพ กราฟิก การเน้น ฯลฯ)	3.80	0.84	มาก
14. มีการให้คำแนะนำหรือคำอธิบายแก่ผู้ใช้งานอย่างชัดเจน	4.40	0.55	มาก
15. มีการอ้างอิงเอกสาร ภาคผนวกอย่างถูกต้อง	4.20	0.84	มาก

ตารางที่ 4-15 ตารางวิเคราะห์คะแนนการประเมินคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีส่วนช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ข้อคำถามการประเมิน	ค่าคะแนน		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านการออกแบบจัดวางรูปเล่ม			
16. การจัดวางรูปเล่มสวยงาม น่าสนใจ	4.40	0.55	มาก
17. แผนภูมิ/แผนภาพ และภาพประกอบสวยงาม สื่อความหมายชัดเจน	4.20	0.45	มาก
18. ความเหมาะสมของตัวอักษร (ขนาด/แบบ/การเน้น)	4.20	0.84	มาก
19. การเน้นหรือขยายเพิ่มเติมส่วนสำคัญ	3.60	0.55	มาก
20. การตกแต่งรูปเล่ม (กรอบ ลูกศร เส้น กราฟิก)	4.20	0.84	มาก
ด้านการนำไปใช้งาน			
21. ใช้งานได้ง่าย สะดวก	4.00	0.71	มาก
22. คู่มือมีความครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งในส่วนองค์ประกอบของรูปแบบ ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบ และการพัฒนารูปแบบตลอดจนเนื้อหาส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	4.40	0.55	มาก
23. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา คำอธิบาย และรูปภาพประกอบ	3.80	0.84	มาก
24. ภาคผนวกเพิ่มเติมเชื่อมโยงกับส่วนเนื้อหา	3.40	0.55	ปานกลาง
25. สามารถนำไปใช้เป็นคู่มือในการอบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้	4.40	0.55	มาก

จากตารางที่ 4-15 การประเมินคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่มีส่วนช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า คะแนนการประเมินคู่มืออยู่ในระดับปานกลางถึงมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.40-4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45-0.84 ค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 โดยในด้านเนื้อหาที่มีการเรียบเรียงลำดับ สอดคล้อง เข้าใจง่าย ความถูกต้องสมบูรณ์ชัดเจนของเนื้อหาเหมาะสำหรับการอบรม มีการให้คำแนะนำหรือคำอธิบายแก่ผู้ใช้งานอย่างชัดเจน การจัดวางรูปเล่มสวยงาม น่าสนใจ คู่มือมีความครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งในส่วนองค์ประกอบของรูปแบบ ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบ และการพัฒนารูปแบบตลอดจนเนื้อหาส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและสามารถนำไปใช้เป็นคู่มือในการอบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ค่าเฉลี่ย 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 รองลงมาได้แก่ค่าเฉลี่ย 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 และ 0.45 ในด้านการออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน มีตัวอย่างเกมทางการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์สำหรับการเลือกใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติกิจกรรม ภาษาที่ใช้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การใช้ภาษา มีการอ้างอิงเอกสาร ภาคผนวกอย่างถูกต้อง แผนภูมิ/แผนภาพ และภาพประกอบสวยงามสื่อความหมายชัดเจน การตกแต่งรูปเล่ม (กรอบ ลูกศร เส้น กราฟิก) ค่าเฉลี่ยที่ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 ได้แก่ เนื้อหาที่รายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการใช้งาน แนวคิด องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบ ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบ การพัฒนารูปแบบการออกแบบ เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบ ความเหมาะสมของกิจกรรมการออกแบบรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยใช้องค์ประกอบส่วนต่าง ๆ การใช้ศัพท์บัญญัติ ศัพท์เทคนิคถูกต้องตามหลักของสาขาวิชาและใช้งานได้ง่าย สะดวก ค่าเฉลี่ยที่ 3.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 และ 0.45 ได้แก่ เนื้อหาที่มีความถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เกี่ยวข้องกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ การใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย (สัญลักษณ์ รูปภาพ กราฟิก การเน้น ฯลฯ) และการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา คำอธิบาย และรูปภาพประกอบ ค่าเฉลี่ยที่ 3.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ได้แก่ การเน้นหรือขยายเพิ่มเติมส่วนสำคัญ และสุดท้ายค่าเฉลี่ยที่ 3.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ได้แก่ ความยาก-ง่ายของเนื้อหาเหมาะสมกับครูผู้สอนที่เข้ารับการอบรมจำนวน 5 วัน มีตัวอย่างและแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการอบรมออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ และภาคผนวกเพิ่มเติมเชื่อมโยงกับส่วนเนื้อหา ตามลำดับ

2. ประเมินหาประสิทธิภาพของเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ (แอปพลิเคชัน) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน มีการประเมินประเมิน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบ 2) ด้านปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบและผลป้อนกลับ 3) ด้านการออกแบบหน้าจอ 4) ด้านมัลติมีเดีย และ 5) ด้านการใช้งาน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-16 ตารางวิเคราะห์คะแนนการประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีส่วนช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ค่าคะแนน		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านการออกแบบ			
1. การนำเสนอเนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความรู้ของผู้เรียน	3.60	0.89	มาก
2. การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ	4.00	0.71	มาก
3. การแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา	4.20	0.45	มาก
4. การใช้เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาสอดคล้องกับจุดประสงค์	3.80	0.84	มาก
5. ส่งเสริมและพัฒนาโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์	4.00	0.71	มาก
ด้านปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบและผลป้อนกลับ			
6. รูปแบบการใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
7. รูปแบบการตอบโต้ที่น่าสนใจ มีความหลากหลาย	3.80	0.84	มาก
8. การแสดงผลป้อนกลับเหมาะสม	3.60	0.55	มาก
9. รูปแบบการให้รางวัล ชมเชยและเสริมแรงเหมาะสม	3.60	0.89	มาก
10. การโต้ตอบมีปริมาณเพียงพอและต่อเนื่อง	4.20	0.45	มาก
ด้านการออกแบบหน้าจอ			
11. การใช้สีสวยงามสะดุดตาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.00	0.71	มาก
12. การออกแบบหน้าจอตกแต่งสวยงามน่าสนใจ	4.40	0.55	มาก
13. รูปแบบเรียบง่าย ชัดเจน สวยงาม น่าสนใจ	4.20	0.45	มาก
14. สัดส่วนและความสมดุลของภาพเหมาะสม	4.00	0.71	มาก
15. การจัดวางมีจุดเด่น และองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ	4.00	0.71	มาก
ด้านมัลติมีเดีย			
16. การใช้ตัวเลข ข้อความตัวอักษรเหมาะสม	4.00	0.71	มาก

ข้อคำถามการประเมิน	ค่าคะแนน		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
17. การใช้เสียงประกอบชัดเจน (เพลงบรรเลง เสียง เอ็ฟเพ็กต์ และเสียงบรรยาย)	4.20	0.84	มาก
18. การใช้ภาพประกอบชัดเจน สื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา	3.60	0.89	มาก
19. การใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบน่าสนใจ สีสันสวยงาม	3.80	0.45	มาก
20. การผสมผสานระหว่างตัวเลข ข้อความ ภาพ และภาพเคลื่อนไหวเหมาะสม	3.80	0.84	มาก
ด้านการใช้งาน			
21. การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว	3.80	0.84	มาก
22. เมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก	4.20	0.45	มาก
23. ความรวดเร็วในการแสดงผลแต่ละหน้าจอ	4.00	0.71	มาก
24. ไม่มีข้อผิดพลาด และไม่มีการสะดุดขณะใช้งาน	3.80	0.84	มาก
25. ปุ่ม สัญลักษณ์ต่างๆ เข้าใจง่าย สะดวกต่อการใช้งาน	4.00	0.71	มาก

จากตารางที่ 4-16 การประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีส่วนช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ผลคะแนนการหาประสิทธิภาพทุกประเด็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.60-4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45-0.89 ค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ในด้านรูปแบบการใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาเหมาะสมและการออกแบบหน้าจอตกแต่งสวยงามน่าสนใจ รองลงมาได้แก่ค่าสถิติ 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 และ 0.84 ได้แก่การแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา การโต้ตอบมีปริมาณเพียงพอและต่อเนื่อง รูปแบบเรียบง่าย ชัดเจน สวยงาม น่าสนใจ การใช้เสียงประกอบชัดเจน (เพลงบรรเลง เสียง เอ็ฟเพ็กต์ และเสียงบรรยาย) และเมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก ค่าเฉลี่ยที่ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 ได้แก่ การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ส่งเสริมและพัฒนาโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ การใช้สีสวยงามเสะดุดตาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน สัดส่วนและความสมดุลของภาพเหมาะสมการจัดวางมีจุดเด่น และองค์ประกอบส่วนต่างๆ การใช้ตัวเลข ข้อความ ตัวอักษรเหมาะสมความรวดเร็วในการแสดงผลแต่ละหน้าจอและปุ่ม สัญลักษณ์ต่าง ๆ เข้าใจง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ค่าเฉลี่ยที่ 3.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 และ 0.84 ได้แก่ การใช้เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาสอดคล้องกับจุดประสงค์ รูปแบบการตอบโต้ที่น่าสนใจ มีความหลากหลาย การใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบน่าสนใจ สีสันสวยงาม การผสมผสานระหว่างตัวเลข ข้อความ ภาพ และภาพเคลื่อนไหวเหมาะสม การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว และไม่มีข้อผิดพลาด และไม่มีการสะดุดขณะ

ใช้งาน ค่าเฉลี่ยที่ 3.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และ 0.89 ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความรู้ของผู้เรียน การแสดงผลป้อนกลับเหมาะสม รูปแบบการให้รางวัล ชมเชยและเสริมแรงเหมาะสมและการใช้ภาพประกอบชัดเจน สื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหาตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการออกแบบเรียนรู้แบบเจ็ดขั้นตอนแบบโต้ตอบโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ออกแบบและพัฒนาด้วยตนเองในตอนต้นที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน ที่ได้รับการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดเทศบาลนครพระนคร 3 โรงเรียน ได้แก่ 1) โรงเรียนเทศบาลวัดแม่นางปลื้ม จำนวน 6 คน 2) โรงเรียนวัดใหญ่ชัยมงคล (ภาวนารังสี) จำนวน 7 คน และ 3) โรงเรียนเทศบาลสรรพสามิตบำรุง จำนวน 6 คน รวม 19 คน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. ผลการคัดกรองนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 คัดเฉพาะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ คัดกรองนักเรียนโดยครูประจำชั้นทั้ง 3 โรงเรียน คัดกรองตามระดับความรุนแรงของปัญหา 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ

ตารางที่ 4-17 การคัดกรองกลุ่มนักเรียนพิเศษ เฉพาะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์

ลำดับ	ระดับความรุนแรงของปัญหา					รวม
	1	2	3	4	5	
นักเรียนคนที่ 1	0	0	0	0	150	150
นักเรียนคนที่ 2	0	0	0	4	145	149
นักเรียนคนที่ 3	1	0	0	16	125	142
นักเรียนคนที่ 4	2	0	0	16	120	138
นักเรียนคนที่ 5	2	0	0	16	120	138
นักเรียนคนที่ 6	1	2	3	44	80	130
นักเรียนคนที่ 7	5	0	0	0	125	130
นักเรียนคนที่ 8	1	0	0	64	65	130
นักเรียนคนที่ 9	0	0	30	40	50	120
นักเรียนคนที่ 10	0	0	15	84	20	119
นักเรียนคนที่ 11	0	2	30	48	35	115

ลำดับ	ระดับความรุนแรงของปัญหา					รวม
	1	2	3	4	5	
นักเรียนคนที่ 12	0	0	75	12	10	97
นักเรียนคนที่ 13	0	0	90	0	0	90
นักเรียนคนที่ 14	0	0	15	40	35	90
นักเรียนคนที่ 15	2	0	0	8	80	90
นักเรียนคนที่ 16	3	16	30	24	15	88
นักเรียนคนที่ 17	0	18	57	8	0	83
นักเรียนคนที่ 18	5	0	0	0	75	80
นักเรียนคนที่ 19	2	26	33	16	0	77

จากตารางที่ 4-17 การคัดกรองกลุ่มนักเรียนพิเศษ เฉพาะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์จะต้องมีค่าคะแนนมากกว่า 74 ขึ้นไป พบว่า คะแนนคัดกรองนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์อยู่ระหว่าง 77-150 มีจำนวน 19 คน จากนักเรียนทั้งหมดโดยที่คะแนนความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์สูงสุดได้แก่ 150 รองลงมาได้แก่ 149 โดยที่ผู้เรียนที่มีคะแนนประเมินความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ซ้ำกันมากที่สุดจำนวน 3 คน ได้แก่ 130 และ 90 รองลงมาซ้ำกันจำนวน 2 คน ได้แก่ 138 และส่วนที่มีจำนวนคะแนนด้านละ 1 คน ได้แก่ 142, 120, 119, 115, 97, 88, 83, 80 และ 77 ตามลำดับ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ นอนพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) โดยการทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed - Rank Test) โดยทำแบบทดสอบปรนัยจำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขจำนวน 12 เรื่อง จำนวน 4 เนื้อหา ได้แก่ ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวน 10 ข้อ 2) จำนวนนับ 6-9 จำนวน 10 ข้อ 3) การบวก จำนวน 10 ข้อ และ 4) การลบ จำนวน 10 ข้อ

ตารางที่ 4-18 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนก่อนและหลังเรียน

การเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน	Median	N	p.value
ก่อนเรียน	7.96	19	0.00*
หลังเรียน	14.88	19	

จากตารางที่ 4-18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน มีค่ามัธยฐานคะแนนหลังเรียนสูงกว่าค่ามัธยฐานคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลความพึงพอใจของนักเรียนมีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการเรียนด้วยเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต

ตารางที่ 4-19 ตารางวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ประเด็นคำถาม	ค่าคะแนน		
	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์			
1. ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขจำนวน เพิ่มมากขึ้น	3.40	0.55	มาก
2. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความรู้ของผู้เรียน	2.80	0.84	มาก
3. การแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา	4.20	0.45	มาก
4. การแสดงผลโต้ตอบ (ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาขณะเรียน)	2.60	0.89	มาก
5. การแสดงผลป้อนกลับ (ระดับผลคะแนน)	3.20	0.45	มาก
6. การได้รับรางวัลชมเชยเมื่อตอบถูก	2.80	0.45	มาก
7. หน้าจอมีสีสัน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ	3.40	0.55	มาก
8. หน้าจอมีการจัดวางส่วนต่างๆ สวยงามน่าสนใจ	3.00	0.71	มาก
9. รูปแบบตัวเลข และข้อความตัวอักษรสวยงามเหมาะสม	2.60	0.55	มาก
10. ภาพประกอบและภาพเคลื่อนไหวสวยงามเหมาะสม	3.40	0.55	มาก
11. การใช้เสียงประกอบชัดเจนเหมาะสม	3.40	0.55	มาก
12. การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว	3.20	0.45	มาก
13. เมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก	3.00	0.71	มาก
14. มีความสนุกสนานตื่นเต้นเร้าใจในการเรียน	3.00	0.71	มาก
15. มีความสมบูรณ์ ไม่มีการสะดุดขณะใช้งาน	3.00	0.71	มาก

จากตารางที่ 4-19 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.60-3.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.45-0.84 ค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ 3.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ซึ่งมีความคิดเห็นในด้าน ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขจำนวน เพิ่มมากขึ้น หน้าจอมีสีสัน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ ภาพประกอบและภาพเคลื่อนไหว

สวยงามเหมาะสม การใช้เสียงประกอบชัดเจนเหมาะสม ค่าสถิติรองลงมาได้แก่ 3.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 ได้แก่ด้านการแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา การแสดงผลย้อนกลับ (ระดับผลคะแนน) การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว ค่าสถิติที่ 3.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 ได้แก่ด้านหน้าจอมีการจัดวางส่วนต่าง ๆ สวยงามน่าสนใจ เมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก มีความสนุกสนานตื่นเต้นเข้าใจในการเรียนและมีความสมบูรณ์ ไม่มีการสะดุดขณะใช้งาน ค่าสถิติที่ 2.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 และ 0.84 ได้แก่เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความรู้ของผู้เรียนและการได้รับรางวัลชมเชยเมื่อตอบถูก ค่าสถิติที่ 2.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และ 0.89 ได้แก่การแสดงผลโต้ตอบ (ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาขณะเรียน) และ รูปแบบตัวเลข และข้อความตัวอักษรสวยงามเหมาะสมตามลำดับ

ระยะที่ 4 ผลการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจคตแบบโต้ตอบที่ใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิรวม 3 ด้าน จำนวน 5 คน ได้แก่ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียนรู้) จำนวน 2 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบตามวิธีการดำเนินงานวิจัยในระยะที่ 4 มีดังนี้

ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจคตแบบโต้ตอบที่ใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ข้อมูลส่วนตัวของประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจคตแบบโต้ตอบที่ใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ได้แก่

- 1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์
- 1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย
ศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ศุขปรีดี
- 1.3 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียนรู้)

ดร.สิริลักษณ์ โปรงสันเทียะ

สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์พิเศษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ดร.วรวิสร่า จุ้ยตอนกลอย

สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์พิเศษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

1.4 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์

ดร.ศุภรวรรณ แซ่อึ้ง

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

2. ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 4-20

ตารางที่ 4-20 คะแนนการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิ

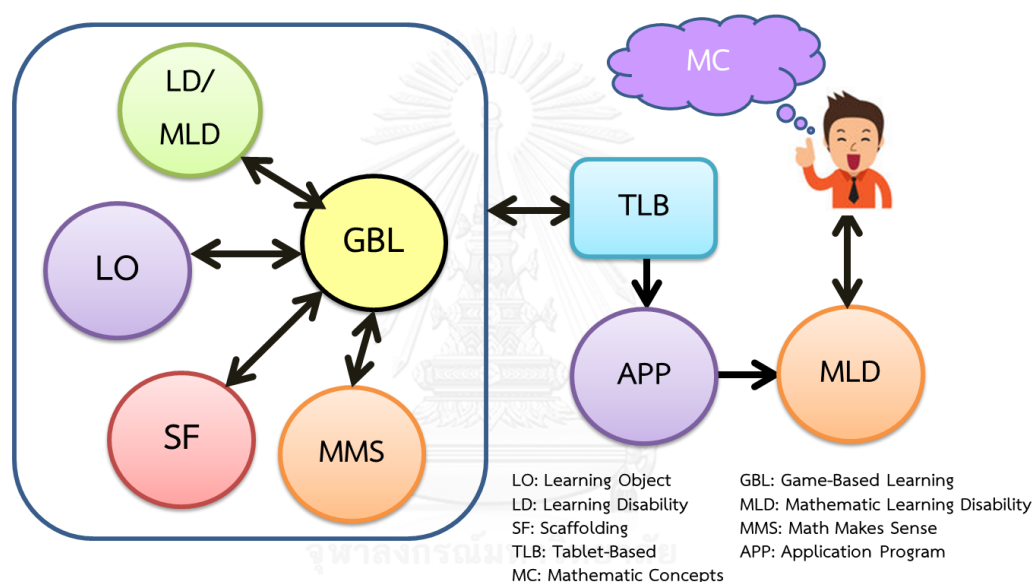
คะแนนการประเมินและรับรองรูปแบบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ระดับการประเมินและรับรองรูปแบบ
รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์	4.00	3.40	0.55	ดีมาก

จากตารางที่ 4-20 ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่ารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 3.40$, S.D. = 0.55)

บทที่ 5

การนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

รายละเอียดของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5-1 หลักการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้ GBL และองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้นำไปใช้งาน

ตอนที่ 1 หลักการของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 องค์ประกอบและขั้นตอนรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 ระยะเวลาในการฝึกอบรมการพัฒนาการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยมีรายละเอียดแต่ละตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หลักการของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

1.1 หลักการการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Objects Design)

ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค และการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

1.1.1 การออกแบบการเรียนการสอนเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Instructional Design of Learning Object) เป็นการออกแบบการเรียนการสอนที่มีผลต่อมุมมองในการเรียนรู้ของมนุษย์ เป็นรูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางต่อการออกแบบการเรียนการสอน ตลอดจนการสร้างสื่อการสอน เลิร์นนิ่งออบเจ็ค ได้แก่ 1) ประเมินความเป็นไปได้ (Evaluate Feasibility) 2) จัดทีมและวางแผนโครงการ (Align Team and Plan Project) 3) วิเคราะห์ความต้องการ (Analyze Need) 4) การวิเคราะห์การทำงาน (Analyze Functionality) 5) ระบุและขจัดวัตถุประสงค์ปลายทางที่ซ้ำกัน (Identify and Eliminate Duplicate Terminal Objectives) 6) ระบุวัตถุประสงค์ใช้งาน (Identify Enabling Objectives) 7) ออกแบบ (Design) 8) พัฒนา (Develop) 9) ดำเนินการ (Implement) และ 10) ประเมินผล (Evaluate)

1.1.2 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Learning Object Design) เป็นการออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ได้แก่ 1) การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) 2) การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) 3) การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design) และ 4) การออกแบบหน้าจอ (Interface design)

1.2 หลักการการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต (Tablet Learning)

เป็นคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการโอเพนซอร์ซ (Open Source) ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย คือสถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์จึงมีคุณสมบัติและความสามารถแตกต่างจากระบบปฏิบัติการอื่น ๆ โดยมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการออกแบบลิร์นนิงออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐาน ได้แก่ 1) การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพ (Accelerometer) ได้แก่ การเอียงภาพหรือวัตถุ และควบคุมการเคลื่อนที่ และ 2) การใช้มัลติทัช (Multi-Touch) เช่น การย้ายตำแหน่ง การย่อ-ขยาย การเปลี่ยนรูปภาพ เพื่อเอื้อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาทางด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขจำนวนได้อย่างสะดวก

1.3 หลักการของความบกพร่องทางการเรียน (Learning Disability Students) และความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Mathematic Learning Disability Students)

1.3.1 นักเรียนที่มีความยากลำบากและประสบความล้มเหลวในการเรียนจากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ เป็นความบกพร่องของกระบวนการเรียนรู้ที่แสดงออกทางด้านปัญหาการอ่าน การเขียนสะกดคำ การคำนวณและเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ สามารถเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการมองเห็น เรียนรู้จากภาพ รูปทรง มากกว่าจากการฟัง เรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน ได้แก่ การมอง การฟัง การสัมผัส เรียนรู้ได้ดีโดยไม่ผ่านการอ่าน และสมองซีกขวา (การจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดไม่เป็นขั้นตอน) ทำงานได้ดีกว่าสมองซีกซ้าย (การทำงานให้ออกมาเป็นรูปธรรม การนับจำนวน การบอกเวลา การสรรหาถ้อยคำ)

1.3.2 นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนที่มีความยากลำบากและล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ เป็นความบกพร่องของกระบวนการเรียนรู้ ที่แสดงออกทางด้านปัญหาการคำนวณและเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กวัยเดียวกัน ซึ่งได้รับการคัดกรองและคัดแยกแล้ว พบว่าได้คะแนนต่ำกว่าเด็กปกติ

1.4 หลักการการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning Design)

1.4.1 เป็นการเรียนโดยใช้สื่อในการเรียนรู้ที่มีการออกแบบให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ โดยสอดแทรกเนื้อหาคณิตศาสตร์ (เลขจำนวน) เป็นการใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ของเกม ได้แก่ 1) เป้าหมาย (Goals) 2) กฎกติกา (Rules) 3) การแข่งขัน (Competition) 4) ด้านความท้าทาย (Challenge) 5) จินตนาการ (Fantasy) 6) ความปลอดภัย (Safety) และ 7) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Entertainment)

1.4.2 เป็นการกำหนดประเภทของเกมเพื่อใช้ในการออกแบบ โดยทำให้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแอลดีสูงขึ้น ได้แก่ 1) เกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) คือการเร็วและเสริมแรง 2) ผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา (Logic Game) โดยเฉพาะปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) ฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor Game) คือการคิดค้นวิธีการชนะฝ่ายตรงข้าม 4) แก่สถานการณ์ (Role-Playing Game) เป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนที่กำลังเผชิญอยู่

1.5 หลักการการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model

การเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อความเข้าใจที่เป็นการให้นักเรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเองหรือสร้างความเชื่อมโยงใหม่กับแนวคิดหรือความรู้ที่พวกเขามีอยู่แล้ว เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการรู้คณิตศาสตร์

1.5.1 องค์ประกอบ 4 ส่วน ส่วนละเท่า ๆ กัน ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ การนำเสนอโมโนทัศน์ใหม่และทำกิจกรรมแก้ปัญหาโดยการรวมกลุ่ม จับคู่ หรือแก้ปัญหารายบุคคล 2) การเข้าใจโมโนทัศน์ (Understanding Concepts) คือ การใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น ใช้คำถามกระตุ้น การสรุปโมโนทัศน์หลักที่เรียน ฯลฯ 3) การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) คือ จัดให้มีการปฏิบัติที่มีความหมายและจัดหาประสบการณ์ และ 4) การสื่อสาร (Communication) คือ การชี้แนะนักเรียนให้มีการตอบสนองและจัดเตรียมโอกาสในการสื่อสารให้มีความสมดุล

1.5.2 ยุทธศาสตร์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) สร้างตาราง 2) ใช้รูปแบบของจำลอง 3) วาดภาพ 4) แก้ปัญหาที่ง่าย 5) ทำงานย้อนกลับ และ 6) เดา/ตรวจสอบ

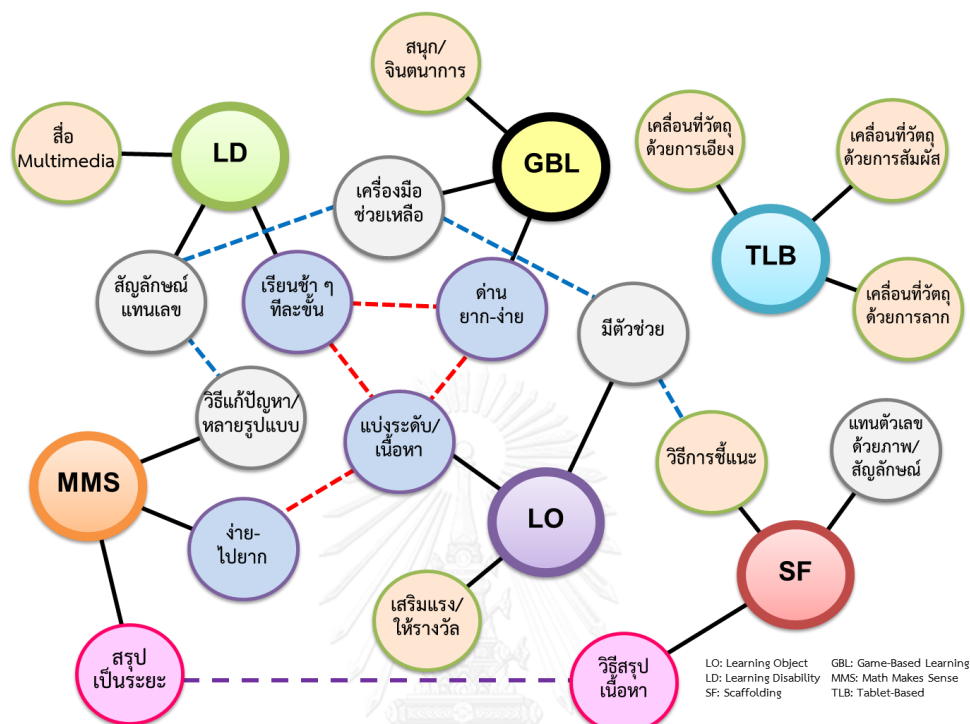
1.6 หลักการการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding)

กระบวนการช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการช่วยเสริมศักยภาพ การสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) ของผู้เรียนอย่างเหมาะสมที่บรรจุไว้ในเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานที่ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้สำเร็จได้ โดยเป็นการออกแบบวิธีการและเครื่องมือในเลิร์นนิ่งออบเจ็คเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้ด้วยตนเอง ออกแบบโดยกลไกการจัดลำดับความสัมพันธ์โดย 1) ใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer) 2) ออกแบบโดยการแสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครงของลักษณะที่เป็นส่วนย่อย และ 3) ออกแบบโดยการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้ (Hint)

1.7 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept)

เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ หรือความคิด

ขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กันได้ และสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ ออกมาเป็นบทนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้นได้

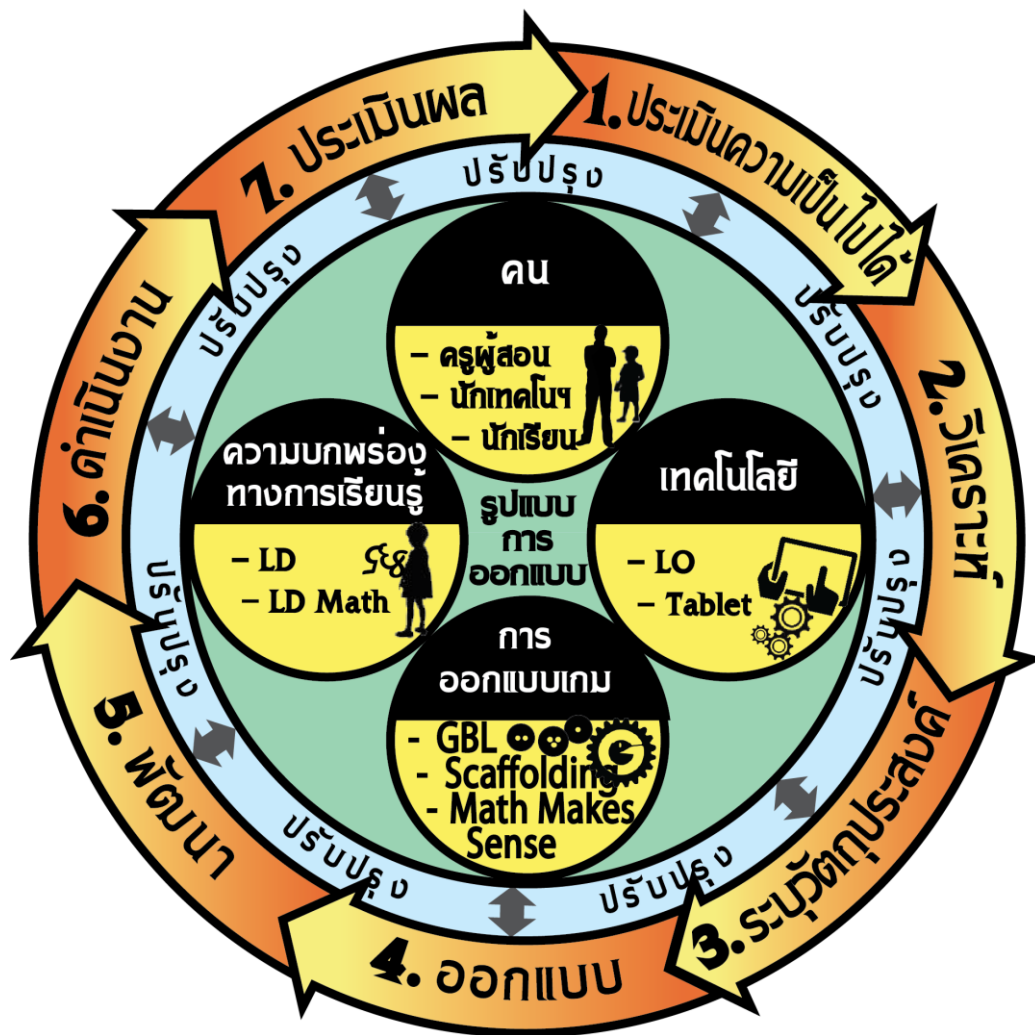


ภาพที่ 5-2 ความสัมพันธ์ของ MMS, LD, GBL, LO, TLB และ SF

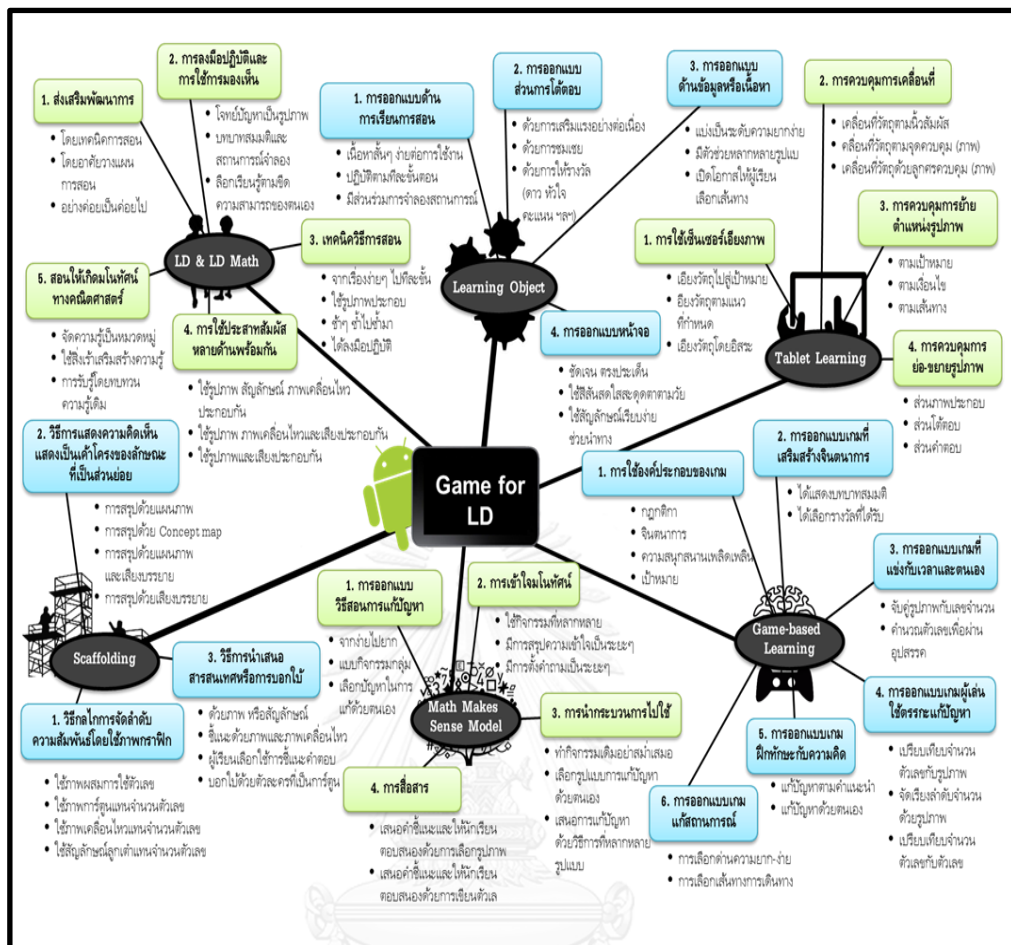
ตอนที่ 2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เพื่อใช้สำหรับฝึกอบรมครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา ในการออกแบบและพัฒนาด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

ตอนที่ 3 องค์ประกอบและขั้นตอนรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์



ภาพที่ 5-3 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์



ภาพที่ 5-4 ความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 ด้าน

องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเรียนรู้แบบเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเรียนรู้แบบเจ็คนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ มีที่มาจากแนวความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 ด้าน ได้แก่ 1) สภาพทั่วไปเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์) 2)

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 5) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ 6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนรู้โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) แบบสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

1. คน ประกอบด้วย ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา และนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์
 2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้
 3. การออกแบบเกม
 4. เทคโนโลยี
- มีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 5-5 องค์ประกอบที่ 1 คน ได้แก่ ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและนักเรียน LD ทางด้านคณิตศาสตร์

1. คน

หมายถึง กลุ่มคนที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 2 กลุ่ม ดังรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5-7 ได้แก่

1.1 ผู้ใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการร่วมกันพัฒนาแอปพลิเคชัน ได้แก่

1.1.1 ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

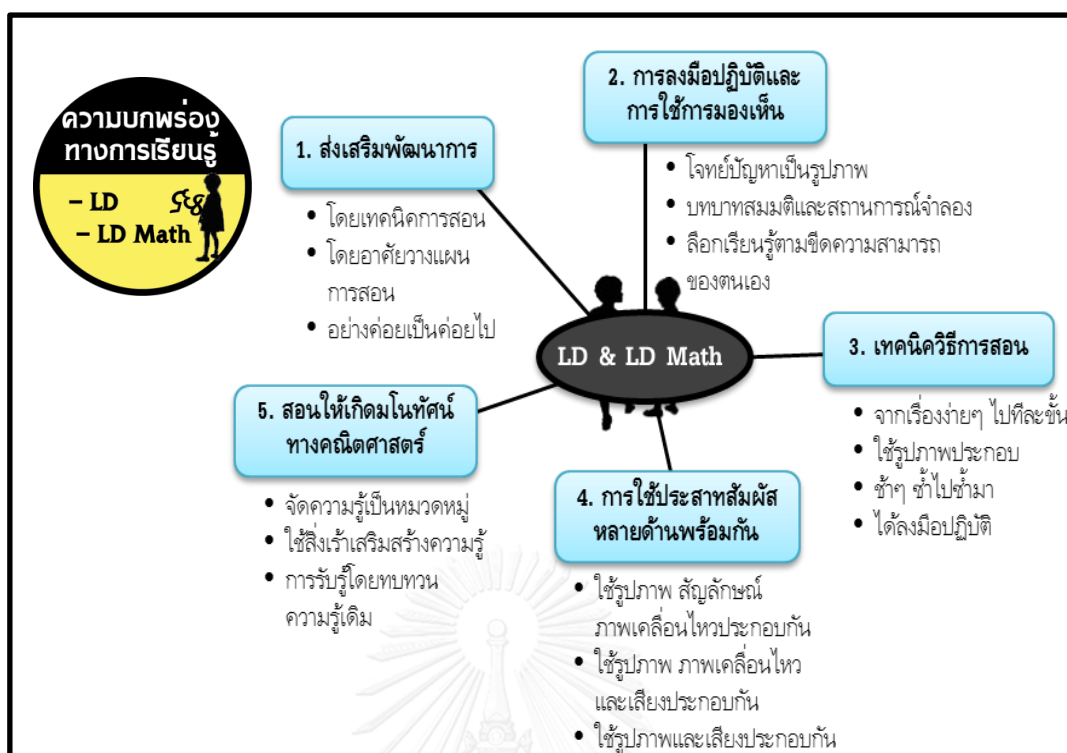
1.1.2 ครูผู้สอนที่มีความถนัดหรือเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา หรือทางด้านคอมพิวเตอร์

ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนที่มีความถนัดหรือเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี เป็นผู้ใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.2 นักเรียน คือ ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (ที่มีการคัดกรองแล้ว) เป็นผู้ใช้งานแอปพลิเคชันที่มีรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้

หมายถึง การใช้คุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ หรือแอลดี โดยทั่วไป และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หรือแอลดีทางคณิตศาสตร์ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5-6



ภาพที่ 5-6 นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์)

2.1 นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์) สามารถส่งเสริมพัฒนาการ ได้แก่ 1) พัฒนาการได้โดยเทคนิคการสอน 2) พัฒนาการได้โดยอาศัยวางแผนการสอน และ 3) พัฒนาการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป

การออกแบบกิจกรรม เป็นการนำเสนอการสอนแบบ CRA (Concrete Representational Abstract) คือ 1. Concrete ใช้ภาพวัสดุจริงแบบรูปธรรม (ก้อนหิน แท่งไม้) 2. Representational กึ่งรูปธรรม เช่น ภาพวาดวงกลม หรือจุด 3. Abstract ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงจำนวนรูปภาพ มีเส้นล้อมกลุ่มภาพแยกกันอย่างชัดเจน โดยวางแผนการใช้แอปพลิเคชัน และมีตารางบันทึกการใช้งาน ได้แก่ ผลคะแนน ปัญหา และลักษณะการใช้งานของเด็กแอลดี นำเสนอแบบซ้ำ ๆ เริ่มจากง่าย และค่อย ๆ เพิ่มความยากขึ้นทีละนิด ๆ (ผู้เรียนสามารถเลือกข้ามได้)

2.2 นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็น ได้แก่ 1) ใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ 2) ใช้บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง และ 3) เลือกเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง

การออกแบบกิจกรรม เป็นการใช้รูปภาพแทนโจทย์ปัญหาที่เด็กคุ้นเคยเป็นอันดับแรก เช่น นิ้วมือ ไม้ไอติม กรรไกร ดินสอ สมุด ไม้บรรทัด วงเวียน ซอล์ก แปรง ฯลฯ จากนั้นแทนด้วย

รูปภาพอื่น ๆ เนื้อเรื่องที่สวยงามและสนุกสนาน เลือกตัวละครเพื่อการต่อสู้กับสัตว์ประหลาด เลือกเรียนตามระดับความยากง่าย ตามระยะเวลาที่เหมาะสมของตนเอง

2.3 การสอนนักเรียนแอลดีให้เกิดผลดี ควรมีเทคนิควิธีการสอน ได้แก่ 1) สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปทีละขั้น 2) สอนโดยใช้รูปภาพประกอบ 3) สอนอย่างช้า ๆ ซ้ำไปซ้ำมา และ 4) สอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

การออกแบบกิจกรรม เป็นการแบ่งการเรียนทีละขั้นเริ่มต้นจากง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น แต่มีการนำเสนอหลากหลายรูปแบบ นำเสนอจำนวนรูปภาพต่าง ๆ ประกอบตัวเลข เช่น ภาพนิ้วมือ ลูกเต๋า ภาพสัตว์ สิ่งของ ฯลฯ เนื้อหาซ้ำวิธีแต่หลากหลายรูปแบบ และมีทางเลือกให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนซ้ำได้ไม่จำกัด ลงมือปฏิบัติทุก ๆ ขั้นตอนโดยการเลือกกิจกรรม เลือกความช่วยเหลือ เลือกตอบคำถาม ฯลฯ

2.4 การที่นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน ควร มีวิธีการสอนอย่างไร ได้แก่ 1) ใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาพเคลื่อนไหวประกอบกัน 2) ใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบกัน และ 3) ใช้รูปภาพและเสียงประกอบกัน

การออกแบบกิจกรรม เป็นการใช้รูปภาพแสดงจำนวน สัญลักษณ์ เช่น ชีตรอยคะแนน จุด ฯลฯ ภาพเคลื่อนไหว ใช้รูปภาพสัตว์ภาพนิ่ง ตอบถูกภาพจะเคลื่อนไหวและส่งเสียงร้อง ใช้เสียงอธิบายวิธีการประกอบรูปภาพ เช่น การอธิบายโจทย์ ตอบคำถามได้ถูกจะมีเสียงเพื่อชมเชย เช่น เสียงปรบมือ และตอบผิดจะมีเสียงเอฟเฟ็กต์ได้ตอบ ฯลฯ

2.5 การสอนนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) จัดความรู้เป็นหมวดหมู่ 2) ใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้ 3) การรับรู้โดยทบทวนความรู้เดิม

การออกแบบกิจกรรม เป็นการจัดกลุ่มความรู้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวนนับ 6-9 จำนวนนับ 10-20 การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 การลบจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 ฯลฯ ใช้การเร้าด้วยการใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหว ทบทวนความรู้เดิมก่อนขึ้นเนื้อหาใหม่ทุกครั้งด้วยภาพ เคลื่อนไหวต่อเนื่องสั้น ๆ

คุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถส่งเสริมพัฒนาการได้โดยเทคนิคการสอนและอาศัยวางแผนการสอนอย่างค่อยเป็นค่อยไป เด็กสามารถการเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็น ใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพและบทบาทสมมติและสถานการณ์จำลองที่เลือกเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง โดยเทคนิควิธีที่สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปทีละขั้นอย่างช้า ๆ ซ้ำไปซ้ำมา ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติที่ใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน โดยใช้รูปภาพร่วมกับสัญลักษณ์ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบกัน ควรมีวิธีการจัดความรู้เป็นหมวดหมู่ที่ใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้ การรับรู้โดยทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 แสดงองค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรม และการออกแบบภาพรวม

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
1. นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถส่งเสริมพัฒนาการได้	1) พัฒนาการได้โดยเทคนิคการสอน	ใช้ภาพวัสดุจริงแบบรูปธรรม (ก้อนหิน แขนงไม้) กิ่งรูปธรรม (ภาพวาดวงกลม หรือจุด) ใช้สัญลักษณ์ มีตารางบันทึกการใช้งาน	ใช้เทคนิคและวางแผนการสอนอย่างค่อยเป็นค่อยไป ใช้รูปภาพแทนโจทย์ปัญหาเลือกตัวละครเพื่อเล่นเกมตามระดับความยาก
	2) พัฒนาการได้โดยอาศัยวางแผน การสอน		
	3) พัฒนาการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป		
2. นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติ และการใช้การมองเห็น ควรใช้การสอน	1) ใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ	ใช้รูปภาพแทนโจทย์ปัญหาที่เด็กคุ้นเคย เช่น นิ้วมือ ดินสอ ฯลฯ เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม เลือกเรียนตามระดับความยากง่าย	ง่าย แบ่งการเรียนที่ละขั้นช้า ๆ ที่หลากหลายรูปแบบ นำเสนอจำนวนรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียงต่าง ๆ เน้นการฝึกปฏิบัติ โดยจัดกลุ่มความรู้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวนนับ 6-9 ฯลฯ ระวังด้วยเสียงภาพ ทบทวนความรู้เดิมก่อนขึ้นเนื้อหาใหม่
	2) ใช้บทบาทสมมติและสถานการณ์ จำลอง		
	3) เลือกเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง		
3. การสอนนักเรียนแอลดีให้เกิดผลดีควรมีเทคนิควิธีการสอน	1) สอนจากเรื่องง่ายๆ ไปทีละขั้น	แบ่งการเรียนที่ละขั้น เริ่มต้นจากง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น นำเสนอเนื้อหาซ้ำวิธีที่มีทางเลือกหลากหลายรูปแบบ นำเสนอจำนวนรูปภาพต่าง ๆ ประกอบตัวเลข เช่น ภาพสัตว์ สิ่งของ เน้นการฝึกปฏิบัติ	
	2) สอนโดยใช้รูปภาพประกอบ		
	3) สอนอย่างช้า ๆ ซ้ำไปซ้ำมา		
	4) สอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ		
4. การที่นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน ควรมีวิธีการสอน	1) ใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาพเคลื่อนไหวประกอบกัน	ใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว สัญลักษณ์ เสียง ประกอบกัน แสดงจำนวน เช่น การอธิบาย โจทย์ ตอบคำถามได้ถูกจะมีเสียงเพื่อชมเชย	
	2) ใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบกัน		
	3) ใช้รูปภาพและเสียงประกอบกัน		
5. การสอนนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	1) จัดความรู้เป็นหมวดหมู่	จัดกลุ่มความรู้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวนนับ 6-9 จำนวนนับ 10-20 การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 การลบจำนวนสองจำนวนที่ผลบวก	

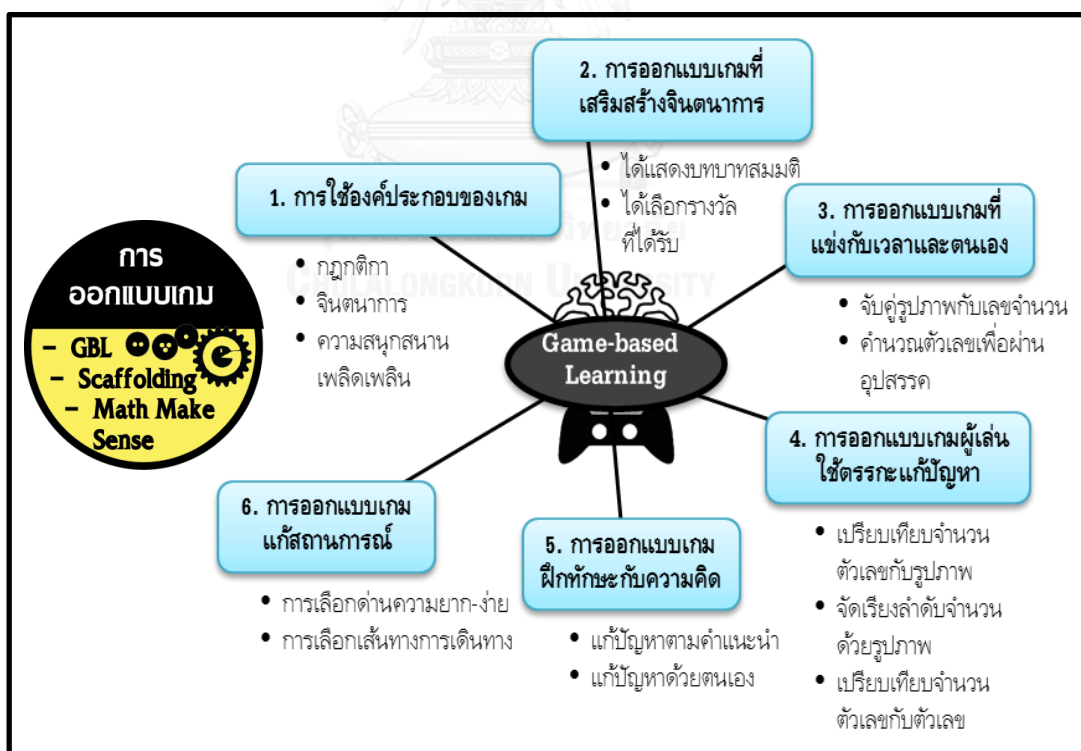
คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
		ไม่เกิน 9 ใช้การเร้าด้วยการใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหว ทบทวนความรู้เดิมก่อนขึ้นเนื้อหาใหม่	

3. การออกแบบเกม

หมายถึง การออกแบบการเรียนการสอนรูปแบบเกมทางการศึกษาโดยการผสมผสานการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน การออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ และการออกแบบโดยวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model ดังนี้

3.1 การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

เป็นการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนรู้แบบเจ็บบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5-7



ภาพที่ 5-7 การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.1.1 การใช้องค์ประกอบของเกมในการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ได้แก่ 1) กฎกติกา 2) จินตนาการ และ 3) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน

การออกแบบกิจกรรม เป็นการใช้อองค์ประกอบของเกมที่จะต้องมีกฎกติกา และเป้าหมายที่ชัดเจน เน้นความสนุกสนานเพลิดเพลิน โดยเน้นเสริมสร้างจินตนาการ เช่น การท่องไปในอวกาศ ทะเล ฯลฯ

3.1.2 การออกแบบเกมที่เสริมสร้างจินตนาการของนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ผู้เรียนได้แสดงบทบาทสมมติ และ 2) ผู้เรียนได้เลือกรางวัลที่ได้รับ

การออกแบบกิจกรรม เป็นการให้ผู้เรียนเลือกเล่นเกมที่มีตัวละครตามต้องการ เช่น เลือกเป็นหุ่นยนต์เพื่อเล่นเกม เลือกเป็นสัตว์ เลือกเป็นเด็กหญิง หรือเด็กชาย รวมทั้งผู้เรียนสามารถเลือกรางวัลที่ได้รับจากการชนะจากการเล่นเกม เช่น เลือกหัวใจ เลือกดาว ฯลฯ เพื่อสะสมรางวัล

3.1.3 การออกแบบเกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) จับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน และ 2) คำนวนตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรค

การออกแบบกิจกรรม เป็นการเลือกจำนวนรูปภาพที่เท่ากับตัวเลขที่กำหนดให้ มีการแก้โจทย์ปัญหาการลบ หรือบวกเพื่อผ่านอุปสรรคต่าง ๆ เช่น เปิดประตูถ้า ผ่านเครื่องกั้น ผ่านหินขวางทาง ฯลฯ

3.1.4 การออกแบบเกมผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา (Logic Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ 2) จัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพ และ 3) เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับตัวเลข

การออกแบบกิจกรรม เป็นการเปรียบเทียบการเข้าใจตัวเลขเทียบกับจำนวนรูปภาพและเปรียบเทียบกับตัวเลขด้วยตัวเอง (ตัวเลขต่างแบบกัน) และมีการจัดเรียงจำนวนด้วยรูปภาพต่างๆ ที่เด็กคุ้นเคย เช่น ผลไม้ สัตว์ สิ่งของ อุปกรณ์การเรียน ฯลฯ

3.1.5 การออกแบบเกมฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) แก้ปัญหาตามคำแนะนำ และ 2) แก้ปัญหาด้วยตนเอง

การออกแบบกิจกรรม เป็นเกมตอบสนองการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยอาศัยเครื่องมือช่วยต่างๆ และแก้ปัญหาตามคำแนะนำก่อนเข้าสู่แบบฝึกหัด (มีการสาธิตการแก้โจทย์ปัญหา)

3.1.6 การออกแบบเกมแก้สถานการณ์ (Role-Playing Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การเลือกด้านความยาก-ง่าย และ 2) การเลือกเส้นทางการเดินทาง

การออกแบบกิจกรรม เป็นการผ่านด่านจะมีระดับจากง่าย ปานกลาง และยาก เปิดโอกาสให้เลือกระดับข้ามไป หรือค่อย ๆ เรียนไปตามระดับจากง่ายไปยาก โดยเปิดโอกาสให้เลือกเส้นทางการเดินทาง (บก น้ำ อากาศ) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-2

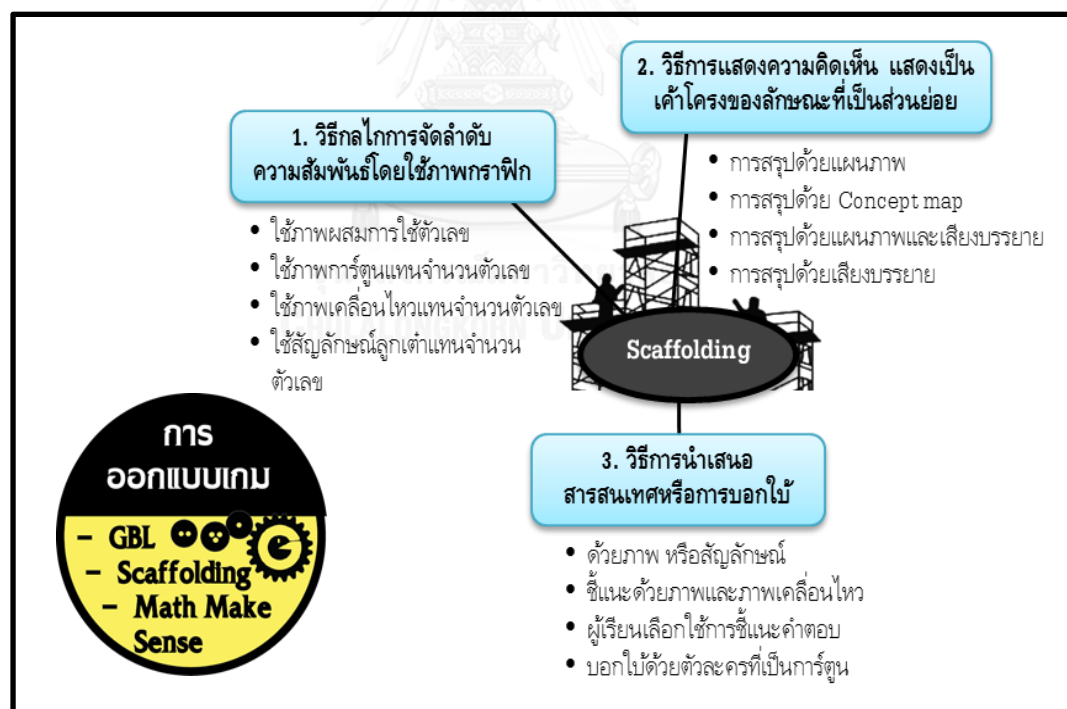
ตารางที่ 5-2 แสดงองค์ประกอบการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานการออกแบบเกม แก่สถานการณ์ (Role-Playing Game) การออกแบบกิจกรรมและการออกแบบภาพรวม

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
1. การใช้ องค์ประกอบของเกม ในการออกแบบการ เรียนโดยใช้เกม เป็นฐาน	1) กฎกติกา	เป็นการใช้องค์ประกอบของ เกมที่เกมจะต้องมีกฎกติกา และเป้าหมายที่ชัดเจน เน้น ความสนุกสนานเพลิดเพลิน โดยเน้นเสริมสร้างจินตนาการ เช่น การท่องเที่ยวในอวกาศ ทะเล ฯลฯ	เกมจะต้องมีกฎกติกา เสริมสร้างจินตนาการ เน้นผจญภัย (ท่อง อวกาศ ทะเล) เลือกตัว ละคร เลือกรางวัลที่ ได้รับ เช่น เลือกหัวใจ ดาว มีการ คำนวณตัวเลข
	2) จินตนาการ		
	3) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน		
2. การออกแบบเกม ที่เสริมสร้าง จินตนาการ	1) ผู้เรียนได้แสดงบทบาท สมมติ	เป็นการให้ผู้เรียนเลือกเล่นเกม ที่มีตัวละครตามต้องการ เช่น เลือกเป็นหุ่นยนต์เพื่อเล่นเกม เลือกเป็นสัตว์ เลือกเป็น เด็กหญิง หรือเด็กชาย รวมทั้ง ผู้เรียนสามารถเลือกรางวัลที่ ได้รับจากการชนะจากการเล่น เกม เช่น เลือกหัวใจ เลือกดาว ฯลฯ เพื่อสะสมรางวัล	(รูปภาพ กับจำนวนตัวเลข) เพื่อ ผ่านอุปสรรค (เครื่อง กัน หิน) จัดเรียงลำดับ จำนวนด้วยรูปภาพ และเปรียบเทียบกับ ตัวเลข ด้วยตนเอง แก้ปัญหา ตามคำแนะนำ (สาธิต) และแก้ปัญหาด้วย ตนเอง (ใช้เครื่องมือช่วย) มี ระดับจากง่าย ปาน กลาง และยาก รวมทั้ง เลือกเส้นทางการ ผจญภัย
	2) ผู้เรียนได้เลือกรางวัลที่ได้รับ		
3. การออกแบบเกม ที่แข่งกับเวลาและ ตนเอง (Arcade- type Game)	1) จับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน	เป็นการเลือกจำนวนรูปภาพที่ เท่ากับตัวเลขที่กำหนดให้มีการ แก้โจทย์ปัญหาการลบ หรือ บวกเพื่อผ่านอุปสรรคต่าง ๆ เช่น เปิดประตูถ้า ผ่านเครื่อง กัน ผ่านหินขวางทาง ฯลฯ	และแก้ปัญหาด้วย ตนเอง (ใช้เครื่องมือช่วย) มี ระดับจากง่าย ปาน กลาง และยาก รวมทั้ง เลือกเส้นทางการ ผจญภัย
	2) คำนวณตัวเลขเพื่อผ่าน อุปสรรค		
4. การออกแบบเกม ผู้เล่นใช้ตรรกะ แก้ปัญหา (Logic Game)	1) เปรียบเทียบจำนวนตัวเลข กับรูปภาพ	เป็นการเปรียบเทียบการเข้าใจ ตัวเลขเทียบกับจำนวนรูปภาพ และเปรียบเทียบกับตัวเลข ด้วยตนเอง (ตัวเลขต่างแบบ กัน) และมีการจัดเรียงจำนวน ด้วยรูปภาพต่าง ๆ ที่เด็ก คุ้นเคย เช่น ผลไม้ สัตว์ สิ่งของ อุปกรณ์ การเรียนรู้ ฯลฯ	และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยอาศัย เครื่องมือช่วยต่าง ๆ และ
	2) จัดเรียงลำดับจำนวนด้วย รูปภาพ		
	3) เปรียบเทียบจำนวนตัวเลข กับตัวเลข		
5. การออกแบบเกม ฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor)	1) แก้ปัญหาตามคำแนะนำ	เป็นเกมตอบสนองการ แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยอาศัย เครื่องมือช่วยต่าง ๆ และ	
	2) แก้ปัญหาด้วยตนเอง		

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
Game)		แก้ปัญหาตามคำแนะนำก่อน เข้าสู่แบบฝึกหัด (มีการสาธิตการแก้โจทย์ปัญหา)	
6. การออกแบบเกม แก้สถานการณ์ (Role-Playing Game)	1) การเลือกด้านความยาก-ง่าย 2) การเลือกเส้นทางการ เดินทาง	เป็นการผ่านด้านจะมีระดับจาก ง่าย ปานกลาง และยาก เปิด โอกาสให้เลือกระดับข้ามไป หรือค่อย ๆ เรียนไปตามระดับ จากง่ายไปยาก โดยเปิดโอกาส ให้เลือกเส้นทางการเดินทาง (บก ทะเล อากาศ)	

3.2 การออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ

เป็นการออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วยเป็นแนวทางในการการพัฒนาารูปแบบการออกแบบเรียนรู้แบบเจ็ทซ์รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5-8



ภาพที่ 5-8 การออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ

3.2.1 วิธีการจัดการลำดับความสัมพันธ์โดยใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ใช้ภาพผสมการใช้ตัวเลข 2) ใช้ภาพ

การ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข 3) ใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข และ 4) ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋าแทนจำนวนตัวเลข

การออกแบบกิจกรรม เป็นการแทนตัวเลขปกติด้วยการใช้ภาพผสมใส่เข้าไปในตัวเลข เช่น ภาพแมว 3 ตัวใส่ไปในเลข 3 การใช้ภาพการ์ตูน และภาพเคลื่อนไหวตามจำนวนตัวเลข แทนการใช้ตัวเลข และมีการใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋ามาแทนจำนวนตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 6

3.2.2 วิธีการแสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครงของลักษณะที่เป็นส่วนย่อย สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การสรุปด้วยแผนภาพ 2) การสรุปด้วย Concept map 3) การสรุปด้วยแผนภาพและเสียงบรรยาย และ 4) การสรุปด้วยเสียงบรรยาย

การออกแบบกิจกรรม เป็นการใช้การสรุปเนื้อหาหลังการเล่นเกมที่แต่ละช่วงเนื้อหาแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น การใช้แผนภาพ การใช้ Concept map การใช้แผนภาพและเสียงบรรยายประกอบ และการสรุปด้วยเสียงบรรยายอย่างเดียว

3.2.3 วิธีการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้ (Hint) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) บอกใบ้ด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์ 2) ชี้แนะด้วยภาพและภาพเคลื่อนไหว 3) ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบ และ 4) บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูน

การออกแบบกิจกรรม เป็นการใช้ภาพ สัญลักษณ์ง่าย ๆ และภาพเคลื่อนไหว การใช้ตัวละครภาพการ์ตูน ภาพเคลื่อนไหว ในการนำเสนอเนื้อหา ชี้แนะหรือบอกใบ้คำตอบที่ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบที่เหมาะสมด้วยตนเอง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 แสดงองค์ประกอบการออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ การออกแบบกิจกรรมและการออกแบบภาพรวม

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
1. วิธีการจัดการลำดับความสัมพันธ์โดยใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer)	1) ใช้ภาพผสมการใช้ตัวเลข	เป็นการใช้ภาพ สัญลักษณ์ง่าย ๆ และภาพเคลื่อนไหว การใช้ตัวละครภาพการ์ตูน ภาพเคลื่อนไหว ในการนำเสนอเนื้อหา ชี้แนะหรือบอกใบ้ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบที่เหมาะสมด้วยตนเอง	ใช้ภาพ สัญลักษณ์ง่าย ๆ ภาพเคลื่อนไหว และลูกเต๋า การใช้ตัวละครภาพการ์ตูน ภาพเคลื่อนไหว การสรุปด้วยภาพ Concept map แผนภาพและเสียง
	2) ใช้ภาพการ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข		
	3) ใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข		
	4) ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋ามาแทนจำนวนตัวเลข		
2. วิธีการแสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครงของลักษณะ	1) การสรุปด้วยแผนภาพ	เป็นการใช้การสรุปเนื้อหาหลังการเล่นเกมที่แต่ละช่วงเนื้อหาแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น	บรรยาย (เฉพาะเสียงบรรยาย) มีการบอกใช้ด้วยจำนวน
	2) การสรุปด้วย Concept map		

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
ที่เป็นส่วนย่อย	3) การสรุปด้วยแผนภาพและเสียงบรรยาย	การใช้แผนภาพ การใช้ Concept map การใช้	ภาพการ์ตูน สัญลักษณ์ ลูกเต๋า โดยที่ผู้เรียนเลือกชี้แนะคำตอบ
	4) การสรุปด้วยเสียงบรรยาย	แผนภาพและเสียงบรรยาย ประกอบ และการสรุปด้วยเสียงบรรยายอย่างเดียว	
3. วิธีการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้ (Hint)	1) บอกใบ้ด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์	เป็นการแทนตัวเลขปกติด้วยการใช้ภาพผสมใส่เข้าไปในตัวเลข เช่น ภาพแมว 3 ตัวใส่ไปในเลข 3 การใช้ภาพการ์ตูน และภาพเคลื่อนไหวตามจำนวนตัวเลข แทนการใช้ตัวเลข และมีการใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋าทแทนจำนวนตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 6	

3.3 การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model

เป็นการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเรียนรู้แบบเจาะลึก รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5-9



ภาพที่ 5-9 การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model

3.3.1 การออกแบบวิธีสอนการแก้ปัญหา (Problem Solving) สำหรับนักเรียน แอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) แก้ปัญหาจากง่ายไปยาก 2) แก้ปัญหาแบบกิจกรรมกลุ่ม และ 3) เลือกปัญหาในการแก้ด้วยตนเอง

การออกแบบกิจกรรม เป็นการเริ่มต้นเล่นเกมโดยแก้โจทย์ปัญหาทั้งบวกและลบ จากเรื่องง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น เลือกปัญหาในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและมีการแก้ปัญหแบบ กิจกรรมกลุ่ม (กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่)

3.3.2 การเข้าใจแนวคิด (Understanding Concepts) สำหรับนักเรียนแอลดี ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ใช้กิจกรรมที่หลากหลาย 2) มีการสรุปความเข้าใจเป็นระยะ ๆ และ 3) มีการตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ

การออกแบบกิจกรรม เป็นการนำเสนอเกมแต่ละส่วนอย่างหลากหลาย การผจญ ภัย เมื่อผ่านแต่ละช่วงจะมีสรุปเนื้อหาความเข้าใจเป็นระยะ ๆ สลับกับการตั้ง คำถามเป็นระยะ ๆ (เนื้อหาผสมผสานกับการเล่นเกม)

3.3.3 การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) สำหรับ นักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ทำกิจกรรมเดิมอย่างสม่ำเสมอ 2) เลือกรูปแบบการ แก้ปัญหาด้วยตนเอง และ 3) เสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ

การออกแบบกิจกรรม เป็นการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาด้วยการทำกิจกรรมเดิมอย่าง สม่ำเสมอแบบค่อยเป็นค่อยไปด้วยวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ โดยเลือกรูปแบบการแก้ปัญหาด้วย ตนเอง (เลือกวิธีการแก้ปัญหาดตามความเหมาะสมด้วยตนเอง)

3.3.4 การสื่อสาร (Communication) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ และ 2) เสนอคำชี้แนะและให้ นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข

การออกแบบกิจกรรม เป็นการเสนอคำชี้แนะก่อนเข้าสู่เนื้อหาและการเล่นเกม ด้วยการเลือกภาพที่ผู้เรียนคุ้นเคย เช่น ภาพดินสอ สมุด ไม้บรรทัด และเสนอคำชี้แนะให้นักเรียน ตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข (วาดตามเส้นหรือจุดที่กำหนด) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 แสดงองค์ประกอบการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model การออกแบบกิจกรรมและการออกแบบภาพรวม

ลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
1. การออกแบบวิธีสอนการแก้ปัญหา (Problem Solving)	1) แก้ปัญหาจากง่ายไปยาก	เป็นการเริ่มต้นเล่นเกมโดยแก้โจทย์ปัญหาทั้งบวกและลบ จากเรื่องง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น เลือกปัญหาในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและมีการแก้ปัญหาลักษณะแบบกิจกรรมกลุ่ม (กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่)	เล่นเกมจากเรื่องง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น อย่างสม่ำเสมอ แต่หลากหลาย โดยเลือกปัญหาในการแก้ปัญหาลักษณะแบบกิจกรรมกลุ่ม (กลุ่มเล็ก
	2) แก้ปัญหาแบบกิจกรรมกลุ่ม		
	3) เลือกปัญหาในการแก้ด้วยตนเอง		
2. การเข้าใจโมทัศน์ (Understanding Concepts)	1) ใช้กิจกรรมที่หลากหลาย	เป็นการนำเสนอเกมแต่ละส่วนอย่างหลากหลาย การผจญภัย เมื่อผ่านแต่ละช่วงจะมีสรุปเนื้อหาความเข้าใจเป็นระยะ ๆ สลับกับการตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ (เนื้อหาผสมผสานกับการเล่นเกม)	กลุ่มใหญ่) มีการสรุปความเข้าใจและตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ (หลังผ่านแต่ละช่วง) เสนอคำชี้แนะก่อนเข้าสู่เนื้อหาและการเล่นเกม
3. การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures)	1) ทำกิจกรรมเดิมอย่างสม่ำเสมอ	เป็นการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาลักษณะเดิมอย่างสม่ำเสมอแบบค่อยเป็นค่อยไปด้วยวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ โดยเลือกรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (เลือกวิธีการแก้ปัญหาลักษณะที่เหมาะสมด้วยตนเอง)	
	2) เลือกรูปแบบการแก้ปัญหาลักษณะเดิมด้วยตนเอง		
	3) เสนอการแก้ปัญหาลักษณะเดิมด้วยวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ		
4. การสื่อสาร (Communication)	1) เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ	เป็นการเสนอคำชี้แนะก่อนเข้าสู่เนื้อหาและการเล่นเกมด้วยการเลือกภาพที่ผู้เรียนคุ้นเคย เช่น ภาพดินสอ สมุด ไม้บรรทัด และเสนอคำชี้แนะให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข (วาดตามเส้นหรือจุดที่กำหนด)	
	2) เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข		

การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้านการใช้องค์ประกอบของเกมในการออกแบบการเรียนรู้ ควรมิกฤตทิกกาจินตนาการ ความสนุกสนานเพลิดเพลิน และเป้าหมาย มีการออกแบบเกมที่เสริมสร้างจินตนาการ โดยให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทสมมติโดยที่ผู้เรียนได้เลือกรางวัลที่ได้รับเอง มีการออกแบบเกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) โดยการจับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน และโดยการคำนวณตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรค ส่วนการออกแบบเกมผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา (Logic Game) ควรมีการเปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ มีการจัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพ และมีการเปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับตัวเลข ในการออกแบบเกมฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor Game) ควรมีการแก้ปัญหตามคำแนะนำและแก้ปัญหาด้วยตนเอง และในการออกแบบเกมแก้สถานการณ์ (Role-Playing Game) ควรมีการเลือกด้านความยาก-ง่าย และมีการเลือกเส้นทางการเดินทาง

4. เทคโนโลยี

หมายถึง การใช้เทคโนโลยีทางการออกแบบเลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์ผสมผสานกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต



ภาพที่ 5-10 การออกแบบเลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์

4.1 การออกแบบเลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์

เป็นการออกแบบเลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์บนแท็บเล็ต

โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-10

4.1.1 การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) เนื้อหาสั้นๆ ง่ายต่อการใช้งาน 2) นักเรียนปฏิบัติตามทีละขั้นตอน และ 3) มีส่วนร่วมการจำลองสถานการณ์

การออกแบบกิจกรรม เป็นการแบ่งเนื้อหาเป็นตอน ๆ สั้นกระชับ และง่ายให้ผู้เรียนเล่นผ่านด่านเริ่มจากเนื้อหาง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น (สามารถเลือกข้ามเส้นทางได้) โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมกับเกม เช่น การเลือกตัวช่วยแบบต่าง ๆ กำหนดเส้นทาง ฯลฯ

4.1.2 การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) โต้ตอบด้วยการเสริมแรงอย่างต่อเนื่อง 2) โต้ตอบด้วยการชมเชย และ 3) โต้ตอบด้วยการให้รางวัล (ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ)

การออกแบบกิจกรรม มีการโต้ตอบของเนื้อหาเมื่อตอบผิด แสดงเสียงให้กำลังใจ ได้แก่ พยายามใหม่ค่ะ ลองดูอีกครั้งนะคะ ลองใหม่ค่ะ เมื่อเล่นเกมตอบถูกแสดงเสียงชมเชย ได้แก่ เก่งมากค่ะ ถูกต้องค่ะ ถูกอีกแล้วค่ะ ประกอบเสียงปรบมือ โดยมีการสะสมรางวัลแบบต่าง ๆ เช่น ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ

4.1.3 การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) เนื้อหาแบ่งเป็นระดับความยากง่าย 2) เนื้อหามีตัวช่วยหลากหลายรูปแบบ และ 3) เนื้อหาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเส้นทาง

การออกแบบกิจกรรม เป็นการแบ่งระดับการเล่นเกมออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก แก้ปัญหาเด็กไม่รู้จำตัวเลข โดยตัวช่วย จำนวนภาพเท่ากับเลขจำนวน ติดดาวให้ตัวเลข ภาพเคลื่อนไหว มีอนับ เสียงพูด ผู้เรียนเลือกเส้นทางการเรียนในรูปแบบการผจญภัยทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศ

4.1.4 การออกแบบหน้าจอ (Interface design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) หน้าจอชัดเจน ตรงประเด็น 2) ใช้สีสดใสสะดุดตาตามวัย และ 3) ใช้สัญลักษณ์เรียบง่ายช่วยนำทาง

การออกแบบกิจกรรม เป็นการกำหนดสีสันให้เด่นชัด สะดุดตา ตามช่วงวัยของเด็ก 5-7 ขวบ (ใช้สีโทนร้อนผสมคู่สีตรงข้าม เช่น แดงเขียว ม่วงเหลือง หลากสี) หน้าจอมีความชัดเจนให้ผู้เรียนเข้าใจเส้นทางการเล่นเกม โดยใช้สัญลักษณ์เรียบง่าย

การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) ทางด้านการออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) ที่เหมาะสมก็คือใช้เนื้อหาสั้น ๆ ง่ายต่อการใช้งาน โดยที่นักเรียนปฏิบัติตามทีละขั้นตอนและมีส่วนร่วมการจำลอง

สถานการณ์ อาศัยการออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) ด้วยการเสริมแรงอย่างต่อเนื่อง ด้วยการชมเชยและให้รางวัล มีการออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design) ที่แบ่งเป็นระดับความยากง่ายเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเส้นทางและมีตัวช่วยหลากหลายรูปแบบ มีการออกแบบหน้าจอ (Interface design) ที่ชัดเจน ตรงประเด็น ใช้สีสดใสสะดุดตาตามวัย และใช้สัญลักษณ์เรียบง่ายช่วยนำทาง

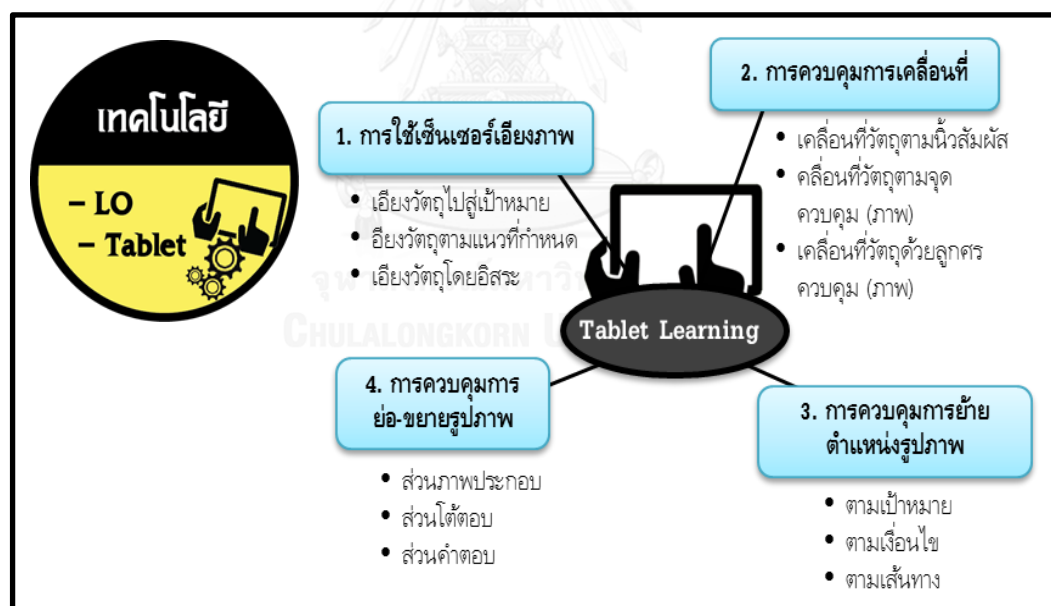
ตารางที่ 5-5 แสดงองค์ประกอบการออกแบบเลิร์นนิ่งอ็อบเจ็ค การออกแบบกิจกรรมและการออกแบบภาพรวม

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
1. การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design)	1) เนื้อหาสั้น ๆ ง่ายต่อการใช้งาน	เป็นการแบ่งเนื้อหาเป็นตอน ๆ สั้นกระชับ และง่าย ให้ผู้เรียนเล่นผ่านด่านเริ่มจากเนื้อหาง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น (สามารถเลือกข้ามเส้นทางได้) โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการเล่นเกม เช่น การเลือกตัวช่วยแบบต่าง ๆ กำหนดเส้นทาง ฯลฯ	แบ่งเป็นตอน ๆ สั้น กระชับ และง่าย และมีส่วนร่วมกับเกม ด้วยการเสริมแรงอย่างต่อเนื่องที่ละขั้นตอน เมื่อตอบถูกมีคำชมเชย (เก่งมากคะ ถูกต้องคะ ถูกอีกแล้วคะ ฯลฯ) ตอบผิดแสดงเสียง
	2) นักเรียนปฏิบัติตามทีละขั้นตอน		
	3) มีส่วนร่วมการจำลองสถานการณ์		
2. การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction)	1) โต้ตอบด้วยการเสริมแรงอย่างต่อเนื่อง	มีการโต้ตอบของเนื้อหาเมื่อตอบผิด แสดงเสียงให้กำลังใจ ได้แก่ พยายามใหม่คะ ลองดูอีกครั้งนะคะ ลองใหม่คะ เมื่อเล่นเกมตอบถูกแสดงเสียงชมเชย ได้แก่ เก่งมากคะ ถูกต้องคะ ถูกอีกแล้วคะ ประกอบเสียงปรบมือ โดยมีการสะสมรางวัลแบบต่างๆ เช่น ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ	ให้กำลังใจ (พยายามใหม่คะ ลองดูอีกครั้งนะคะ ลองใหม่คะ ฯลฯ) สะสมรางวัลแบบต่างๆ (ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ) แบ่งระดับ (ง่าย ปานกลาง ยาก) มีตัวช่วยต่างๆ (จำนวนภาพ เลขติดดาว เลขติดจุด ฯลฯ) เลือกเส้นทางเรียน (ทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศ ฯลฯ) หน้าจอชัดเจน สดใสตามวัยเด็ก (5-7 ขวบ) ใช้สัญลักษณ์เรียบง่ายนำทาง (ปุ่ม และ เครื่องมือเล่นเกม ฯลฯ)
	2) โต้ตอบด้วยการชมเชย		
	3) โต้ตอบด้วยการให้รางวัล (ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ)		
3. การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design)	1) เนื้อหาแบ่งเป็นระดับความยากง่าย	เป็นการแบ่งระดับการเล่น ออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก แก้ปัญหาได้ไม่รู้จำักตัวเลข โดยตัวช่วย จำนวนภาพเท่ากับเลขจำนวน ติดดาว ให้ตัวเลข ภาพเคลื่อนไหว มีอนิเมชั่นเสียงพูด ผู้เรียนเลือกเส้นทางเรียนในรูปแบบการผจญภัย ทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศ	
	2) เนื้อหามีตัวช่วยหลากหลายรูปแบบ		
	3) เนื้อหาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเส้นทาง		

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
4. การออกแบบหน้าจอ (Interface design)	1) หน้าจอชัดเจน ตรงประเด็น	เป็นการกำหนดสีสันให้เด่นชัด สะดุดตา ตามช่วงวัยของเด็ก 5-7 ขวบ (ใช้สีโทนร้อนผสมคู่สีตรงข้าม เช่น แดงเขียว ม่วง เหลือง หลากสี) หน้าจอมีความชัดเจน ให้ผู้เรียนเข้าใจเส้นทางการเล่นเกม โดยใช้สัญลักษณ์ เรียบง่าย (ปุ่ม)	

4.2 การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต

เป็นการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนต์ทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5-11



ภาพที่ 5-11 การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต

4.2.1 การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพโดยใช้แท็บเล็ตเหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) เอียงวัตถุไปสู่เป้าหมาย 2) เอียงวัตถุตามแนวที่กำหนด และ 3) เอียงวัตถุโดยอิสระ

การออกแบบกิจกรรม เป็นการเล่นเกมโดยใช้การเอียงให้ไปยังเป้าหมาย เช่น เกม บอลลงหลุม เรือแล่นไปตามเส้นทาง เครื่องบินบินไปยังเป้าหมาย เอียงไปตามแนวที่กำหนด และเอียงโดยอิสระ

4.2.2 การควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะใด ได้แก่ 1) เคลื่อนที่วัตถุตามนิวส์สัมผัส 2) เคลื่อนที่วัตถุตามจุดควบคุม (ภาพ) และ 3) เคลื่อนที่วัตถุด้วยลูกศรควบคุม (ภาพ)

การออกแบบกิจกรรม เป็นการใช้นิ้วขยับหรือย้ายจำนวนภาพ โดยตรง เช่น ลากภาพสัตว์ที่สัมพันธ์กับตัวเลข และการใช้จุดควบคุม ลูกศรควบคุม (ซ้าย ขวา บน ล่าง เอียง ขยับหรือย้ายภาพไปตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนด

4.2.3 การควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะใด ได้แก่ 1) ย้ายภาพตามเป้าหมาย 2) ย้ายภาพตามเงื่อนไข และ 3) ย้ายภาพตามเส้นทาง

การออกแบบกิจกรรม เป็นการย้ายภาพหรือวัตถุไปสู่เป้าหมาย ย้ายภาพไปตามเงื่อนไข และย้ายภาพตามเส้นทาง หรือของโจทย์ปัญหาการบวกและการลบ (นิวส์สัมผัส จุดควบคุม และลูกศรควบคุม)

4.2.4 การควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะใด ได้แก่ 1) ย่อ-ขยายส่วนภาพประกอบ 2) ย่อ-ขยายส่วนโต้ตอบ และ 3) ย่อ-ขยายส่วนคำตอบ

การออกแบบกิจกรรม เป็นการย่อขยายเพื่อแสดงความชัดเจนในส่วนภาพประกอบ ย่อ-ขยายส่วนโต้ตอบ และย่อ-ขยายส่วนคำตอบ เป็นการขยายส่วนต่าง ๆ เพื่อเป็นการทบทวนตัวเนื้อหา

การออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ต การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ ควรมีการเอียงวัตถุไปสู่เป้าหมาย มีเอียงวัตถุตามแนวที่กำหนด และเอียงวัตถุโดยอิสระ ส่วนการควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้แท็บเล็ตควรเคลื่อนที่วัตถุตามนิวส์สัมผัส เคลื่อนที่วัตถุตามจุดควบคุม และเคลื่อนที่วัตถุด้วยลูกศรควบคุม และในการควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมก็คือ ย้ายภาพตามเป้าหมาย ตามเงื่อนไข และย้ายภาพตามเส้นทาง มีการควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสม คือ การย่อ-ขยายส่วนภาพประกอบ การย่อ-ขยายส่วนโต้ตอบ และย่อ-ขยายส่วนคำตอบ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-6

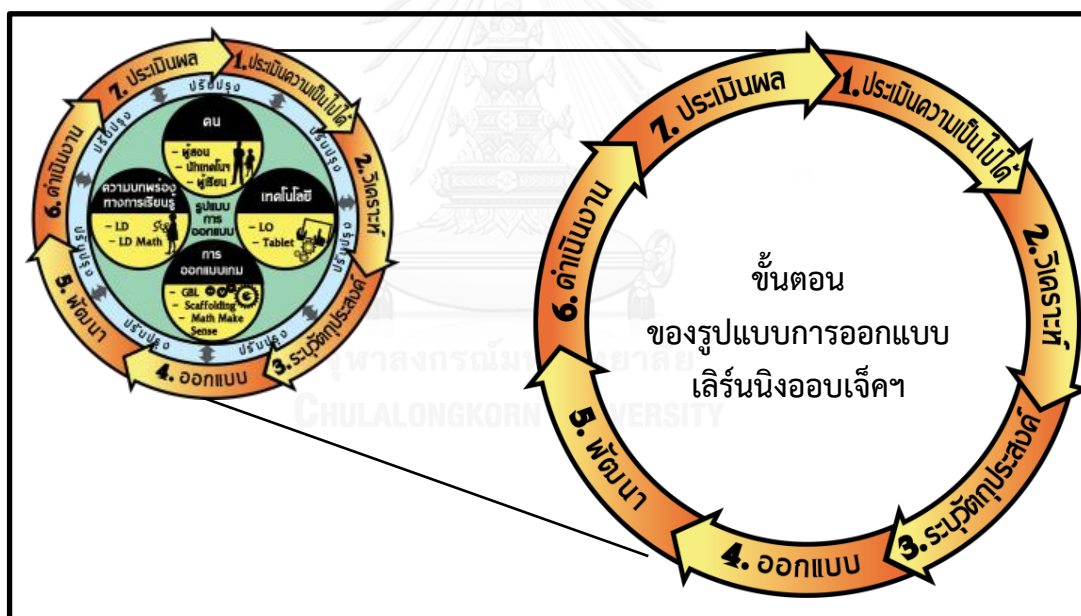
ตารางที่ 5-6 แสดงองค์ประกอบการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต และการออกแบบกิจกรรม และการออกแบบภาพรวม

คุณลักษณะด้าน	หัวข้อ	การออกแบบกิจกรรม	การออกแบบภาพรวม
1. การใช้เซ็นเซอร์ เสียงภาพโดยใช้แท็บ เล็ต	1) เสียงวัตถุไปสู่เป้าหมาย	เป็นการเล่นเกมโดยใช้การ เสียง ให้ไปยังเป้าหมาย เช่น เกม บอลลงหลุม เรือแล่นไปตาม เส้นทาง เครื่องบินบินไปยัง เป้าหมาย เสียงไปตามแนวที่กำหนด และ เสียงโดยอิสระ	เล่นเกมโดยใช้การเอียง (บอล เรือ เครื่องบิน ฯลฯ) ไปตามแนวที่กับ กำหนดและโดยอิสระ ใช้นิ้วลาก (สัตว์ สิ่งของ ฯลฯ) เคลื่อนที่วัตถุ ตามจุดควบคุม และ ตามลูกศรควบคุม โดย
	2) เสียงวัตถุตามแนวที่กำหนด		
	3) เสียงวัตถุโดยอิสระ		
2. การควบคุมการ เคลื่อนที่โดยใช้แท็บ เล็ต	1) เคลื่อนที่วัตถุตามนิ้วสัมผัส	เป็นการใช้นิ้วขยับหรือย้าย จำนวนภาพโดยตรง เช่น ลาก ภาพสัตว์ที่สัมพันธ์กับตัวเลข และการใช้จุดควบคุม ลูกศร ควบคุม (ซ้าย ขวา บน ล่าง เอียง ขยับหรือย้ายภาพไปตาม เงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่ กำหนด	มีการย้ายภาพไปตาม เป้าหมาย ตามเงื่อนไข และตามเส้นทาง (นิ้ว สัมผัส จุดควบคุม และ ลูกศรควบคุม) และมี การย่อ-ขยายส่วน ภาพประกอบ ส่วน ส่วนได้ตอบ และส่วน คำตอบ (ชัดเจน)
	2) เคลื่อนที่วัตถุตามจุดควบคุม (ภาพ)		
	3) เคลื่อนที่วัตถุด้วยลูกศร ควบคุม (ภาพ)		
	2) ย่อ-ขยายส่วนได้ตอบ		
	3) ย่อ-ขยายส่วนคำตอบ		
3. การควบคุมการ ย้ายตำแหน่งรูปภาพ โดยใช้แท็บเล็ต	1) ย้ายภาพตามเป้าหมาย	เป็นการย้ายภาพหรือวัตถุไปสู่ เป้าหมาย ย้ายภาพไปตาม เงื่อนไข และย้ายภาพตาม เส้นทาง หรือของโจทย์ปัญหา การบวกและ การลบ (นิ้วสัมผัส จุดควบคุม และลูกศรควบคุม)	
	2) ย้ายภาพตามเงื่อนไข		
	3) ย้ายภาพตามเส้นทาง		
4. การควบคุมการ ย่อ-ขยายรูปภาพ	1) ย่อ-ขยายส่วนภาพประกอบ	เป็นการย่อขยายเพื่อแสดง ความชัดเจนในส่วน ภาพประกอบ ย่อ-ขยายส่วน ได้ตอบ และย่อ-ขยายส่วน คำตอบ เป็นการขยายส่วนต่าง ๆ เพื่อเป็นการทบทวนตัว เนื้อหา	
	2) ย่อ-ขยายส่วนได้ตอบ		
	3) ย่อ-ขยายส่วนคำตอบ		

ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประเมินความเป็นไปได้
2. วิเคราะห์
3. ระบุวัตถุประสงค์
4. ออกแบบ
5. พัฒนา
6. ดำเนินงาน
7. ประเมินผล



ภาพที่ 5-12 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 1 ประเมินความเป็นไปได้

เป็นการดำเนินการกำหนดขอบเขตเริ่มต้น การรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ภาพรวม เพื่อยืนยันความเป็นไปได้และความถูกต้องในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ที่มีประสิทธิภาพ ทำการประเมินความเป็นไปได้อีกก่อนที่จะเริ่มโครงการพัฒนาการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ เป็นความร่วมมือของคนที่แตกต่างกันอันเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับโครงการ โดยมีผู้รับผิดชอบ ได้แก่ ครูผู้สอน รายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้สอนที่มีความถนัดมีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือทางด้านคอมพิวเตอร์ แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยมีการสื่อสารร่วมมือและการวางแผนโครงการร่วมกัน ตลอดโครงการฯ โดยมีการแบ่งหน้าที่ของครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์และครูผู้สอนที่มีความถนัดมีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-7

ตารางที่ 5-7 แสดงหน้าที่ของครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์และครูผู้สอนที่มีความถนัดมีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือทางด้านคอมพิวเตอร์

หน้าที่ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1	หน้าที่ครูผู้สอนที่มีความถนัดมีความเชี่ยวชาญ ทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือทางด้าน คอมพิวเตอร์
1. จัดทีมและวางแผนโครงการ (Align Team and Plan Project) 2. เป็นนักรออกแบบการเรียนการสอน 3. จัดทำร่างแผนโครงการ 4. กำหนดเวลาในการทำโครงการ 5. ออกแบบและการเขียนสตอรี่บอร์ด (Design & storyboard)	1. เป็นผู้ร่วมโครงการ 2. ที่ปรึกษาในการวิเคราะห์งานส่วนต่าง ๆ 3. เป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือในด้านการออกแบบ และการเขียนสตอรี่บอร์ด (Design & storyboard) 4. เลือกและพัฒนางานด้วย Game Engine 5. เทคนิคการตกแต่งงานด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง (Develop & technique) ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์

1. วิเคราะห์ความต้องการ (Analyze Need)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อปรับแต่งและชี้แจงข้อมูลที่รวบรวมได้ในระหว่างการประเมินความต้องการ นอกจากนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบการผลิตและขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1 การวิเคราะห์ผู้เรียน ลักษณะการเรียนรู้ (Learning style) เพื่อกำหนดความเหมาะสมของการออกแบบกิจกรรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ จากแนวทางของการออกแบบ

ภาพรวม รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมและการออกแบบภาพรวม

ใช้เทคนิคและวางแผนการสอนอย่างค่อยเป็นค่อยไป ใช้รูปภาพแทนโจทย์ปัญหา เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกมตามระดับความยากง่าย แบ่งการเรียนรู้ที่ละขั้นช้า ๆ ที่หลากหลายรูปแบบ นำเสนอจำนวนรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียงต่าง ๆ เน้นการฝึกปฏิบัติ โดยจัดกลุ่มความรู้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวนนับ 6-9 การบวก การลบ ไร่ด้วยเสียง ภาพ ทบทวน ความรู้เดิมก่อนขึ้นเนื้อหาใหม่

1.2 การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยวิเคราะห์จากเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง เลขจำนวน แบ่งเนื้อหาเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ

1.3 การวิเคราะห์งาน (Task analysis) ที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการวางแผนการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ อย่างมีเป้าหมาย มีการแบ่งกิจกรรมหรืองานหนึ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ จากขั้นตอนแรกไปจนขั้นตอนสุดท้าย และผู้เรียนเรียนไปตามลำดับขั้นตอนที่ละขั้นจนสำเร็จ คือการเล่นเกมในรูปแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯที่ใช้ระยะเวลาเรียนสั้น ๆ (ไม่เกิน 18 นาที) เป็นการวิเคราะห์งานโดยการจัดลำดับขั้นตอนย่อย ๆ ของงานตามองค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ในด้านการพัฒนาการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป นำเสนอแบบช้า ๆ เริ่มจากง่าย ๆ และค่อย ๆ เพิ่มความยากขึ้นทีละนิด ๆ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเสริมแรงด้วยการชมเชยและให้กำลังใจแบบต่าง ๆ เป็นการใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้ กำหนดการรับรู้โดยทบทวนความรู้เดิม มีการสรุปและประเมินความรู้ตนเองเป็นระยะ ๆ

2. การวิเคราะห์การทำงาน (Analyze functionality)

เป็นการวิเคราะห์ระบบการจัดการเนื้อหา การจัดเก็บ การเผยแพร่ และการแสดงเนื้อหาสำหรับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์แพลตฟอร์ม (Platform) ที่ผู้เรียนจะได้รับการเข้าถึงสำหรับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต ที่ใช้ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ได้แก่ ระบบปฏิบัติการ Android, iOS และ Windows Phone ฯลฯ

2.2 ระบุและวิเคราะห์ตัวเลือกซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ซึ่งซอฟต์แวร์ประเภท Game engine ได้แก่ โปรแกรม Unity, Game Maker, RPG Maker ฯลฯ

2.3 เลือกเครื่องมือสำหรับการผลิตและสร้างต้นแบบ โปรแกรมจัดการภาพประเภท Bitmap และประเภท Vector โปรแกรมประเภทจัดการเสียง (ตัดต่อเสียง ผสมเสียง เอ็ฟเพ็กต์) โปรแกรมประเภทสร้างภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ

2.4 วิเคราะห์การจัดเวลาและสถานที่สำหรับการเรียนด้วยเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ระบุวัตถุประสงค์

เป็นการระบุวัตถุประสงค์เพื่อใช้จุดประสงค์ร่วมกันของแต่ละเรื่องของเนื้อหาบทเรียน เลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ ซึ่งแต่ละหัวข้อจะไม่มีซ้ำซ้อนกัน เพื่อให้งานตรงกันวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด เพื่อใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ จากเนื้อหาที่มีอยู่ เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนรูปแบบการออกแบบที่มีการปรับเปลี่ยนการออกแบบการเรียนรู้ที่มีอยู่ในเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ นำมาใช้ใหม่ ดังนี้

1. ระบุเป้าหมายผลการดำเนินงานและวัตถุประสงค์ย่อย
2. สร้างแผนภาพการเรียนการสอนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์
3. ตรวจสอบ ขจัด และกำหนดวัตถุประสงค์ย่อยให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์นำทาง
4. การใช้เนื้อหาตามวัตถุประสงค์จะต้องสามารถวัดและประเมินได้
5. ออกแบบวัตถุประสงค์ โดยย่อวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็คที่จะเกิดขึ้นในแต่ละเรื่อง

ในการกำหนดชื่อเรื่องที่เป็นทางการให้เป็นชื่อเรื่องสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ที่ชวนติดตาม น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนไม่รู้สึกลัวเนื้อหาที่จะเข้าไปเรียนจริงจังหรือเป็นวิชาการจนเกินไป สามารถใช้คำสร้อยหรือท้ายคำให้ดูนุ่มนวลเป็นกันเองขึ้น โดยมีแนวทางการตั้งชื่อดังนี้

1. ตั้งชื่อเรื่องแนวเชิญชวน ดังเช่น มาสนุกกับการบวกเลข มาเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวนตัวเลขกันคะ, มารู้จักกับการลบจำนวน 1-5 กันนะคะ, คณิตคิดสนุก ฯลฯ
2. ตั้งชื่อเรื่องแนวคำถาม ดังเช่น อะไรคือการบวก, การลบเลขจำนวนคืออะไร, ฯลฯ
3. ตั้งชื่อเรื่องแนวแฟนตาซี ดังเช่น โลกของตัวเลข, ดินแดนแห่งการบวก, มหัศจรรย์แห่งการลบ
4. ตั้งชื่อเรื่องแนวผสมผสาน ดังเช่น มาสนุกกับโลกแห่งตัวเลข, สนุกกับดินแดนแห่งการบวก, มหัศจรรย์แห่งการลบแสนสนุก

การกำหนดจุดประสงค์ก็มีลักษณะเช่นเดียวกับการกำหนดชื่อเรื่อง คือ ต้องปรับลดภาษาที่เป็นทางการให้เป็นภาษาพูดที่เหมาะสมกับเด็กตามระดับชั้นนั้น ๆ คือ สั้น กระชับ เข้าใจง่าย เพื่อให้เด็กสามารถเข้าใจได้ง่ายดูเป็นกันเอง ซึ่งจุดประสงค์ของเลิร์นนิ่งออบเจ็คไม่จำเป็นต้องแสดงข้อความหรือตัวอักษรให้ปรากฏที่หน้าจอก็ได้ คือ สามารถสื่อสารให้รูปแบบเสียงบรรยาย โดยสามารถวางหรือแสดงไว้ที่หน้าไทเทิลชื่อเรื่อง หรือหน้าเมนูหลักก็ได้

ตารางที่ 5-8 แสดงตัวอย่างชื่อเรื่องที่เป็นทางการและชื่อเรื่องที่ใช้สำหรับประกอบในเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

หัวข้อเรื่อง เลขจำนวน	ชื่อเรื่องที่เป็นทางการ	ชื่อเรื่องสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
จำนวนนับ 1-5 และ 0	จำนวนนับ 1-5 และ 0	จำนวนนับ 1 ถึง 5 และ 0 แสนสนุก
	การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5	สนุกกับ... การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1 ถึง 5
	การเรียงเลขจำนวน 1-5	มารู้จักกับ... การเรียงเลขจำนวน 1-5
จำนวนนับ 6-9	จำนวนนับ 6-9	จำนวนนับ 6-9 แสนสนุก
	การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9	สนุกกับ... การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า... จำนวน 6 ถึง 9
	การเรียงเลขจำนวน 6-9	มารู้จักกับ... การเรียงเลขจำนวน 6 ถึง 9
การบวก	การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5	การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5 แสนสนุก
	การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9	สนุกกับ... การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9
	การบวกจำนวนหนึ่งหลักสองจำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 15	มารู้จักกับ... การบวกจำนวนหนึ่งหลักสองจำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 15
การลบ	การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5	การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5 แสนสนุก
	การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9	สนุกกับ... การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9
	การบวกจำนวนหนึ่งหลักสองจำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 15	มารู้จักกับ... การลบจำนวนหนึ่งหลักจากจำนวนสองหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15

ตารางที่ 5-9 แสดงตัวอย่างจุดประสงค์ที่เป็นทางการและจุดประสงค์ที่ใช้สำหรับประกอบในเล็ร่นนง
ออบเจ็ค

หัวข้อเรื่อง เลขจำนวน	จุดประสงค์ที่เป็นทางการ	จุดประสงค์สำหรับเล็ร่นนงออบเจ็ค
จำนวนนับ 1-5 และ 0	ใช้จำนวนรูปภาพบอกปริมาณที่ได้ จากการนับ 1-5 และ 0 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุก กับการเล่นเกมเกี่ยวกับ จำนวนนับกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถ รู้จักกับเลขจำนวน 1 ถึง 5 รวมทั้ง 0 ได้ เลย
	เปรียบเทียบจำนวนรูปภาพ เลขจำนวน เท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า 1-5 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุก กับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน การมากกว่า การน้อยกว่า ของเลขจำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกม จบแล้ว จะสามารถรู้จักกับเลขจำนวน 1 ถึง 5 ที่เท่ากันและไม่เท่ากัน รวมทั้งจำนวน มากกว่าและน้อยกว่าได้เลย
	เรียงลำดับจำนวน 1-5 จากน้อย ไปมากได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การเรียง ของเลขจำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกม จบแล้ว จะสามารถรู้จักกับการเรียงของ เลขจำนวน 1 ถึง 5 กันเลย

ตารางที่ 5-9 แสดงตัวอย่างจุดประสงค์ที่เป็นทางการและจุดประสงค์ที่ใช้สำหรับประกอบในเลิร์นนิ่ง ออบเจ็ค (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง เลขจำนวน	จุดประสงค์ที่เป็นทางการ	จุดประสงค์สำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
จำนวนนับ 6-9	ใช้จำนวนรูปภาพบอกปริมาณที่ได้ จาก การนับ 6-9 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับจำนวนนับ กัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถ รู้จักกับเลขจำนวน 6 ถึง 9 ได้เลย
	เปรียบเทียบจำนวนรูปภาพ เลข จำนวน เท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อย กว่า 6-9 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุก กับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การเท่ากัน การ ไม่เท่ากัน การมากกว่า การน้อยกว่าของ เลขจำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบ แล้ว จะสามารถรู้จักกับเลขจำนวน 6 ถึง 9 ที่เท่ากันและไม่เท่ากัน รวมทั้งจำนวน มากกว่าและน้อยกว่าได้เลย
	เรียงลำดับจำนวน 6-9 จากน้อย ไปมากได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุก กับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การเรียงของเลข จำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถรู้จักกับการเรียงของเลขจำนวน 6 ถึง 9 ได้เลย

ตารางที่ 5-9 แสดงตัวอย่างจุดประสงค์ที่เป็นทางการและจุดประสงค์ที่ใช้สำหรับประกอบในเลิร์นนิ่ง ออบเจ็ค (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง เลขจำนวน	จุดประสงค์ที่เป็นทางการ	จุดประสงค์สำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
การบวก	บวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การบวกจำนวนสองจำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถรู้จักกับการบวกสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5 ได้เลย
	บวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การบวกจำนวนสองจำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้วจะสามารถรู้จักกับการบวกสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 ได้เลย
	บวกจำนวนที่มีสองหลัก กับจำนวนที่มีหนึ่งหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักกันเมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถรู้จักกับการบวกสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 15 ได้เลย
การลบ	ลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การลบจำนวนสองจำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถรู้จักกับการลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5 ได้เลย
	ลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การลบจำนวนสองจำนวนกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถรู้จักกับ การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9 ได้เลย

หัวข้อเรื่อง เลขจำนวน	จุดประสงค์ที่เป็นทางการ	จุดประสงค์สำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
	ลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 15 ได้	สวัสดีเพื่อน ๆ วันนี้ จะพาเพื่อน ๆ มาสนุกกับการเล่นเกมเกี่ยวกับ การลบจำนวนหนึ่งหลักจากจำนวนสองหลักกัน เมื่อเพื่อน ๆ เล่นเกมจบแล้ว จะสามารถรู้จักกับการลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 15 ได้เลย

ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบ

เป็นการออกแบบในส่วนการพัฒนา ทั้งเนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา และกิจกรรมต่าง ๆ ของเกมที่เกิดขึ้นตามรายการโมดูลทั้งหมด จัดการแสดงผลที่เลือกแต่ละเรื่องของเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ จัดทำคำแนะนำการออกแบบการนำทาง วัตถุประสงค์ และการใช้มัลติมีเดีย ทั้งภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ฯลฯ มาช่วยสนับสนุนการสร้างบทเรียนของเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ จึงจำเป็นต้องอาศัยตารางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน

เป็นการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ประกอบด้านต่าง ๆ คือ องค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) LD & LD Math (LD1) 2) Game Design (GD) และ 3) Technology (T) โดยยึดองค์ประกอบด้าน LD & LD Math (LD) กำหนดเป็นกิจกรรมการออกแบบหลัก และกำหนดกิจกรรมของ Game Design (GD) และ Technology (T) เป็นกิจกรรมรอง จะได้รูปแบบการออกแบบตารางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ที่หลากหลาย ดังเช่น LD1 : GD1 : T1 เท่ากับ 1 รูปแบบของการออกแบบ

สรุปกิจกรรมการออกแบบของ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้าน LD & LD Math (LD) เป็นกิจกรรมการออกแบบหลัก
2. องค์ประกอบด้าน Game Design (GD) เป็นกิจกรรมการออกแบบรอง
3. องค์ประกอบด้าน Technology (T) เป็นกิจกรรมการออกแบบรอง

ตารางที่ 5-10 สรุปล่องค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้และกิจกรรมการออกแบบหลัก (ลดความซ้ำซ้อน)

องค์ประกอบด้าน LD & LD Math	กิจกรรมการออกแบบ Activity Design	สรุปกิจกรรมการ ออกแบบ Activity Design
นักเรียนที่มีความ บกพร่องทางการเรียนรู้ สามารถส่งเสริม พัฒนาการได้ LD1	ใช้ภาพวัสดุจริงแบบรูปธรรม (ก้อนหิน แท่งไม้) กิ่งรูปธรรม (ภาพวาดวงกลม หรือจุด) ใช้สัญลักษณ์ มีตารางบันทึกการใช้งาน	ใช้ภาพและรูปทรง ง่าย ๆ
นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ ดีจากการลงมือปฏิบัติ และการใช้การมองเห็น ควรใช้การสอน LD2	ใช้รูปภาพแทนโจทย์ปัญหาที่เด็กคุ้นเคย เช่น นิ้วมือ ดินสอ ฯลฯ เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม เลือกเรียนตามระดับความยากง่าย	เลือกตัวละครเพื่อ เล่นเกม
การสอนนักเรียนแอลดี ให้เกิดผลดี ควรมี เทคนิควิธีการสอน LD3	แบ่งการเรียนทีละขั้นเริ่มต้นจากง่ายๆ (การเขียนตัวเลข) ค่อยๆ ยากขึ้น แต่มีการนำเสนอหลากหลายรูปแบบ นำเสนอจำนวน รูปภาพต่างๆ ประกอบด้วยตัวเลข เช่น ภาพนิ้วมือ ลูกเต๋า ภาพสัตว์ สิ่งของ ฯลฯ เนื้อหาซ้ำวิธีแต่หลากหลายรูปแบบ และมีทางเลือกให้ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนซ้ำได้ไม่จำกัด ลงมือปฏิบัติทุกๆ ขั้นตอน โดยการเลือกกิจกรรม เลือกความช่วยเหลือ เลือกตอบคำถาม	ค่อย ๆ เรียนรู้จาก ง่าย ไปยากช้า ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลาย รูปแบบ
การที่นักเรียนแอลดี เรียนรู้ได้ดีจากการใช้ ประสาทสัมผัสหลาย ด้านพร้อมกัน ควรมี วิธีการสอน LD4	ใช้รูปภาพแสดงจำนวน สัญลักษณ์ เช่น ชีตรอยคະແນน จุด ฯลฯ ภาพเคลื่อนไหว ใช้รูปภาพสัตว์ภาพนิ่ง ตอบถูกภาพจะเคลื่อนไหว และส่งเสียงร้อง ใช้เสียงอธิบายวิธีการประกอบรูปภาพ เช่น การ อธิบายโจทย์ ตอบคำถามได้ถูกจะมีเสียงเพื่อชมเชย เช่น เสียง ปรบมือ และตอบผิดจะมีเสียงเอฟเฟกต์ได้ตอบเช่นกัน	ใช้เสียง ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว ประกอบการตอบ คำถาม
การสอนนักเรียนแอลดี ทางคณิตศาสตร์ให้เกิด มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ ควรมี วิธีการ LD5	จัดกลุ่มความรู้เป็นกลุ่มต่างๆ ได้แก่ จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวน นับ 6-9 การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 การลบ จำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 ฯลฯ ใช้การเร้าด้วยการใช้ เสียง ภาพและภาพเคลื่อนไหว ทบทวนความรู้เดิมก่อนขึ้นเนื้อหา ใหม่ทุกครั้ง ด้วยภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่องสั้น ๆ	จัดกลุ่มความรู้และ ทบทวนความรู้ เดิม

ตารางที่ 5-11 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบด้านการออกแบบเกม (Game Design) ได้แก่
 GBL, Scaffolding และ Math Makes Sense สรุปรูปเป็นกิจกรรมการออกแบบของ GD

องค์ประกอบด้าน Game Design	GBL	Scaffolding	Math Make Sense	กิจกรรมการออกแบบ Game Design (GD)
องค์ประกอบของเกม GD1	- กฎกติกา	- ชี้นำด้วยภาพ และภาพ เคลื่อนไหว		เป็นการใช้อองค์ประกอบของ เกมที่เกมจะต้องมีกฎกติกา และเป้าหมายที่ชัดเจน เน้น ความสนุกสนานเพลิดเพลิน โดยเน้นเสริมสร้าง จินตนาการ เช่น การท่องไป
	- จินตนาการ	- การนำเสนอด้วย ภาพ หรือ สัญลักษณ์		
	- ความ สนุกสนาน เพลิดเพลิน		- ใช้กิจกรรมที่ หลากหลาย - เสนอการ แก้ปัญหาด้วย วิธีการที่ หลากหลาย รูปแบบ	ในอวกาศ ทะเล การผ่าน ทะเลทราย ฯลฯ โดยชี้นำ ด้วยภาพและ ภาพเคลื่อนไหว นำเสนอ ด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์ และใช้กิจกรรมและ แก้ปัญหาที่หลากหลาย
	- เป้าหมาย			<i>*สรุป : ใช้ความสนุกสนาน ในการแก้ปัญหาโจทย์อย่าง มีจินตนาการ</i>
เสริมสร้าง จินตนาการ GD2	- ได้แสดง บทบาทสมมุติ			เป็นการใช้บทบาทสมมุติ โดยผู้เรียนเลือกตัวละคร ก่อนเล่นเกม เช่น เลือกเป็น หุ่นยนต์ เด็กผู้ชาย เด็กผู้หญิง ฯลฯ และเมื่อ ได้รับรางวัลจากการเล่นเกม แล้วสามารถเลือกรูปแบบ รางวัลที่ได้รับ เช่น หัวใจ ดอกไม้ ดาว เป็นต้น <i>*สรุป : เลือกรางวัลและ ตัวละคร</i>

ตารางที่ 5-11 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบด้านการออกแบบเกม (Game Design) ได้แก่
 GBL, Scaffolding และ Math Makes Sense สรุปเป็นกิจกรรมการออกแบบรองของ GD (ต่อ)

องค์ประกอบด้าน Game Design	GBL	Scaffolding	Math Make Sense	กิจกรรมการออกแบบ Game Design (GD)
แข่งกับเวลาและ ตนเอง GD3	<ul style="list-style-type: none"> - จับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน - คำนวณตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรค 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋าแทนจำนวนตัวเลข - ใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข - ใช้ภาพผสมการใช้ตัวเลข - ใช้ภาพการ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข 		<p>เป็นการจับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน โดยใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข มีการคำนวณตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรคต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋า แใช้ภาพเคลื่อนไหว การ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข</p> <p><i>*สรุป : แข่งกับเวลาและใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค</i></p>
ใช้ตรรกะแก้ปัญหา GD4	<ul style="list-style-type: none"> - เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋าแทนจำนวนตัวเลข - ใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข - ใช้ภาพผสมการใช้ตัวเลข - ใช้ภาพการ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข 		<p>เป็นการเปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ มีการจัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพและเปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับตัวเลขโดยใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋า ภาพภาพเคลื่อนไหวการ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข</p> <p><i>*สรุป : ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพและภาพเคลื่อนไหว</i></p>

ตารางที่ 5-11 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบด้านการออกแบบเกม (Game Design) ได้แก่ GBL, Scaffolding และ Math Makes Sense สรุปลงเป็นกิจกรรมการออกแบบของ GD (ต่อ)

องค์ประกอบด้าน Game Design	GBL	Scaffolding	Math Make Sense	กิจกรรมการออกแบบ Game Design (GD)
ฝึกทักษะกับความคิด GD5	<ul style="list-style-type: none"> - แก้ปัญหาตามคำ แนะนำ 	<ul style="list-style-type: none"> - การสรุปด้วยแผนภาพ - การสรุปด้วย Concept map - การสรุปด้วยแผนภาพและเสียงบรรยาย - การสรุปด้วยเสียงบรรยาย - บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูน 	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ - มีการสรุปความเข้าใจเป็นระยะ ๆ - เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข 	<p>เป็นลักษณะเกมที่แก้ปัญหตามคำแนะนำจากการสรุปด้วยคำชี้แนะ แผนภาพ Concept map แผนภาพ และเสียงบรรยาย บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูน เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ สรุปความเข้าใจเป็นระยะ ๆ เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข มีการตอบสนองการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบ โดยแก้ปัญหาแบบกิจกรรมกลุ่ม เลือกปัญหามะเลือกรูปแบบการแก้ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ</p> <p><i>*สรุป : แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia</i></p>
แก้สถานการณ์ GD6	<ul style="list-style-type: none"> - การเลือกด้านความยาก-ง่าย - การเลือกเส้นทางการเดินทาง 		<ul style="list-style-type: none"> - แก้ปัญหาจากง่ายไปยาก 	<p>เป็นการเลือกด้านความยาก-ง่ายและการเลือกเส้นทางการเดินทาง โดยแก้ปัญหาจากง่ายไปยาก</p> <p><i>*สรุป : เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย</i></p>

ตารางที่ 5-12 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบด้านเทคโนโลยี ได้แก่ Learning Object และ Tablet Learning สรุปรูปเป็นกิจกรรมการออกแบบรองของ T

องค์ประกอบด้าน Technology	Learning Object	Tablet Learning	กิจกรรมการออกแบบ Technology Design (T)
การออกแบบด้าน การเรียนการสอน T1	- เนื้อหาสั้น ๆ ง่ายต่อการ ใช้งาน		มีการแบ่งเนื้อหาเป็นตอน ๆ สั้นกระชับ และง่าย ให้ผู้เรียน เล่นผ่านด่านเริ่มจากเนื้อหา ง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้น (สามารถเลือกข้ามเส้นทางได้) โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมกับเกม เช่น การเลือกตัวช่วยแบบต่าง ๆ กำหนดเส้นทาง ฯลฯ โดยใช้ เซ็นเซอร์
	- ปฏิบัติตามทีละ ขั้นตอน	- เซ็นเซอร์เสียงวัตถุไปสู่ เป้าหมาย - เซ็นเซอร์เสียงวัตถุตามแนว ที่กำหนด - เซ็นเซอร์เสียงวัตถุโดยอิสระ - ควบคุมการย้ายตำแหน่ง รูปภาพตามเป้าหมาย - ควบคุมการย้ายตำแหน่ง รูปภาพตามเส้นทาง	เสียงวัตถุไปสู่เป้าหมาย (เสียง วัตถุ เคลื่อนที่วัตถุตามนิ้ว สัมผัส ตามจุดควบคุมภาพ ลูกศร <i>*สรุป : เซ็นเซอร์ควบคุม ตำแหน่งทีละขั้นตอน</i>
	- มีส่วนร่วมการจำลอง สถานการณ์		
การออกแบบส่วน การโต้ตอบ T2	- การโต้ตอบด้วยการ เสริมแรงอย่างต่อเนื่อง		มีการโต้ตอบของเนื้อหาเมื่อ ตอบผิด แสดงเสียงให้กำลังใจ ได้แก่ พยายามใหม่ค่ะ ลองดูอีก ครั้งนะคะ ลองใหม่ค่ะ เมื่อเล่น เกมตอบถูกแสดงเสียงชมเชย ได้แก่ เก่งมากค่ะ ถูกต้องค่ะ ถูกอีกแล้วค่ะ ประกอบเสียง ปรบมือ โดยมีการสะสมรางวัล แบบต่าง ๆ เช่น ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ
	- การโต้ตอบด้วยการ ด้วยการชมเชย		
	- การโต้ตอบด้วยการให้ รางวัล (ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ)		<i>*สรุป : เสริมแรงด้วยการให้ รางวัลอย่างต่อเนื่อง</i>

ตารางที่ 5-12 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบด้านเทคโนโลยี ได้แก่ Learning Object และ Tablet Learning สรุปรูปเป็นกิจกรรมการออกแบบรองของ T (ต่อ)

องค์ประกอบด้าน Technology	Learning Object	Tablet Learning	กิจกรรมการออกแบบ Technology Design (T)
การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา T3	- แบ่งเป็นระดับความยากง่าย		มีการแบ่งระดับการเล่น ออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก แก้ปัญหา
	- มีตัวช่วยหลากหลายรูปแบบ	- ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพส่วนคำตอบ - ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพส่วนภาพประกอบ	เด็กไม่รู้จำตัวเลข โดยตัวช่วยจำนวนภาพเท่ากับเลขจำนวนติดตามให้กับตัวเลข ภาพเคลื่อนไหว มีอนับ เสียงพูด ผู้เรียนเลือกเส้นทางการเรียน ในรูปแบบการผจญภัย ทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศ โดยใช้ ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพ ส่วนคำตอบและส่วนภาพประกอบ
	- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเส้นทาง		*สรุป : ตัวช่วยหลากหลายย่อ-ขยายได้
การออกแบบหน้าจอ T4	- ชัดเจน ตรงประเด็น		มีการกำหนดสีเส้นให้เด่นชัด
	- ใช้สีเส้นสดใสสะดุดตาตามวัย		สะดุดตา ตามช่วงวัยของเด็ก 5-7 ขวบ (ใช้สีโทนร้อนผสมคู่สีตรงข้าม เช่น แดงเขียว ม่วงเหลือง หลากสี) หน้าจอมีความชัดเจน ให้ผู้เรียนเข้าใจเส้นทางการเล่นเกม โดยใช้สัญลักษณ์เรียบง่าย
	- ใช้สัญลักษณ์เรียบง่ายช่วยนำทาง		*สรุป : ออกแบบหน้าจอสีเส้นสดใสตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-13 สรุปลักษณะการออกแบบขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ

องค์ประกอบ	สัญลักษณ์ องค์ประกอบ	สรุปลักษณะการออกแบบ Activity Design
LD & LD Math (LD) หลัก	LD1	ใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหวประกอบการตอบคำถาม
	LD2	จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม
	LD3	เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม
	LD4	ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ
	LD5	ใช้ภาพและรูปทรงง่าย ๆ
Game Design (GD) รอง	GD1	ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ
	GD2	เลือกรางวัลและตัวละคร
	GD3	แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค
	GD4	ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว
	GD5	แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia
	GD6	เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย
Technology (T) รอง	T1	เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
	T2	เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
	T3	ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
	T4	ออกแบบหน้าจอสีสัมผัสตามวัยผู้เรียน

เป็นการสรุปลักษณะการออกแบบของแต่ละองค์ประกอบ ทั้งกิจกรรมหลัก (LD) และกิจกรรมรอง (GD และ LD) เพื่อใช้สำหรับประกอบการออกแบบกิจกรรม โดยใช้การผสมผสานกิจกรรมหลักเข้ากับกิจกรรมรอง ทำให้เกิดกิจกรรมใหม่ที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบงานเรียนรู้แบบอัจฉริยะ เป็นอย่างดี

ตารางที่ 5-14 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คๆ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD1 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4

กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง		แนวทางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
LD1	GD1	T1	- ใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหวประกอบการตอบคำถาม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD2	T1	- ใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหวประกอบการตอบคำถาม - เลือกรางวัลและตัวละคร - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกรางวัลและตัวละคร - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกรางวัลและตัวละคร - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกรางวัลและตัวละคร - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD3	T1	- ใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหวประกอบการตอบคำถาม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-14 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คๆ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD1 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4 (ต่อ)

กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง	แนวทางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค	
LD1	GD4	T1	- ใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหวประกอบการตอบคำถาม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD5	T1	- ใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหวประกอบการตอบคำถาม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD6	T1	- ใช้เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหวประกอบการตอบคำถาม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-15 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คๆ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD2 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4

กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง		แนวทางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
LD2	GD1	T1	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD2	T1	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกรางวัลและตัวละคร - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกรางวัลและตัวละคร - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกรางวัลและตัวละคร - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกรางวัลและตัวละคร - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD3	T1	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-15 การออกแบบเรียนรู้แบบเจ็ทซ์ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD2 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4 (ต่อ)

กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง	แนวทางการออกแบบเรียนรู้แบบเจ็ทซ์	
LD2	GD4	T1	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - ออกแบบหน้าจอสีสัมผัสได้ตามวัยผู้เรียน
	GD5	T1	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ออกแบบหน้าจอสีสัมผัสได้ตามวัยผู้เรียน
	GD6	T1	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- จัดกลุ่มความรู้และทบทวนความรู้เดิม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ออกแบบหน้าจอสีสัมผัสได้ตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-16 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คๆ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD3 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4

กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง	แนวทางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค	
LD3	GD1	T1	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละชั้นตอน
		T2	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD2	T1	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกรางวัลและตัวละคร - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละชั้นตอน
		T2	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกรางวัลและตัวละคร - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้รางวัลและตัวละคร - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกรางวัลและตัวละคร - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD3	T1	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละชั้นตอน
		T2	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-16 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD3 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4 (ต่อ)

กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง	แนวทางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค	
LD3	GD4	T1	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD5	T1	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD6	T1	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- เลือกตัวละครเพื่อเล่นเกม - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-17 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD4 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4

กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง		แนวทางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
LD4	GD1	T1	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เช่น เซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ความสนุกสนานในการแก้ปัญหาโจทย์อย่างมีจินตนาการ - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD2	T1	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกรางวัลและตัวละคร - เช่น เซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกรางวัลและตัวละคร - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกรางวัลและตัวละคร - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกรางวัลและตัวละคร - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน
	GD3	T1	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เช่น เซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แข่งกับเวลา และใช้ตัวช่วย (แทนตัวเลข) ในการผ่านอุปสรรค - ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน

ตารางที่ 5-17 การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คซ์ โดยการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบของกิจกรรมหลัก LD4 และองค์ประกอบของกิจกรรมรอง GD 1-GD6 และ T1-T4 (ต่อ)

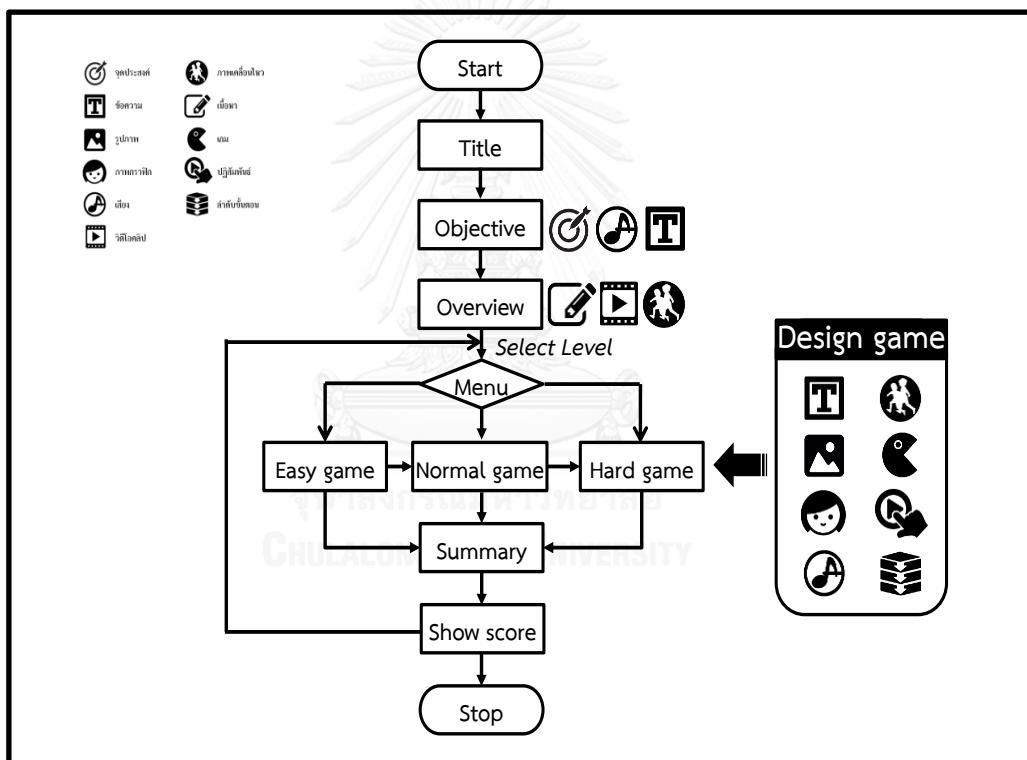
กิจกรรม องค์ประกอบหลัก	กิจกรรม องค์ประกอบรอง	แนวทางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คซ์	
LD4	GD4	T1	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - ใช้ตรรกะตัวเลขที่แทนด้วยสัญลักษณ์ การ์ตูน ภาพ และภาพเคลื่อนไหว - ออกแบบหน้าจอสีสัมผัสได้ตามวัยผู้เรียน
	GD5	T1	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - แก้ปัญหาด้วยตนเองตามการชี้คำตอบและการสรุปด้วย Multimedia - ออกแบบหน้าจอสีสัมผัสได้ตามวัยผู้เรียน
	GD6	T1	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งที่ละขั้นตอน
		T2	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - เสริมแรงด้วยการให้รางวัลอย่างต่อเนื่อง
		T3	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ตัวช่วยหลากหลาย ย่อ-ขยายได้
		T4	- ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากซ้ำ ๆ ซ้ำ ๆ หลากหลายรูปแบบ - เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย - ออกแบบหน้าจอสีสัมผัสได้ตามวัยผู้เรียน

งานแต่ละส่วน เช่น L4+GD6+T4 (สุดท้าย) จะหมายถึงแนวทางการออกแบบเกมที่ค่อย ๆ เรียนรู้จากง่ายไปยากช้า ๆ ช้า ๆ หลากหลายรูปแบบ เลือกแก้สถานการณ์ตามด้านความยาก-ง่าย ออกแบบหน้าจอสีสันสดใสตามวัยผู้เรียน

แบ่งชั้นออกแบบออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การเขียนโฟลว์ชาร์ต (Flowchart development)

เป็นการช่วยสื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างหน้าจอแต่ละหน้า แต่ละโมดูลของการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ในรูปแบบความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ตอบสนองคุณสมบัติของสื่อผสมหลายมิติได้ดี ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ ภาพกราฟิก เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอคลิป การมีปฏิสัมพันธ์ รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5-13



ภาพที่ 5-13 โครงสร้าง Flowchart สำหรับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ในรูปแบบความสัมพันธ์หลัก

เป็นการออกแบบกิจกรรมเขียนโฟลว์ชาร์ตในส่วนของเกมเพิ่มเติม โดยยึดตามเนื้อหาของแต่ละเรื่อง และตามกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้เพื่อเป็นโครงสร้างในการเขียนสตอรี่บอร์ด ในการออกแบบกิจกรรมสำหรับเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ผู้ออกแบบจะต้องมีการเขียนโฟลว์ชาร์ตในส่วนของกิจกรรมเกมเพิ่มเติม โดยสามารถยึดตาม Flowchart หลักนี้ ทั้งนี้เนื้อหาที่ออกแบบของแต่ละเรื่อง

จะมีความแตกต่างกันออกไปเป็นไปตามกิจกรรมการออกแบบ ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้าง Flowchart หลักสำหรับการออกแบบเลิร์นนิงออบเจ็คๆ มีดังนี้

1.1 Start/Stop

เป็นการกำหนดเส้นทางเริ่มต้นและกำหนดการสิ้นสุดของบทเรียนเลิร์นนิงออบเจ็ค โดยมีจุดเริ่มต้นการทำงานเดียวเข้าสู่ Title แต่การสิ้นสุดของบทเรียนฯ สามารถมีได้หลายทาง ไม่ว่าจะอยู่จุดไหนของบทเรียนฯ เนื่องจากจะมีการกำหนดปุ่มจบ (Exit button) ให้มีคุณสมบัติของ Object เป็น Persistent คือปุ่มจบจะแสดงอยู่ทุกๆ หน้าของตัวบทเรียนเลิร์นนิงออบเจ็ค

1.2 Title

เป็นการกำหนดไทเทิลของเลิร์นนิงออบเจ็ค สามารถมีหน้าเดียวหรือหลายหน้าก็ได้ เช่น มีการกำหนดหน้าต้อนรับ (Welcome) กำหนดหน้าชื่อเรื่อง (Title) กำหนดหน้าผู้สร้างหรือผู้ออกแบบ ฯลฯ จะเป็นการเปลี่ยนหน้าโดยอัตโนมัติ โดยที่ผู้เรียนยังไม่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับตัวบทเรียนเลิร์นนิงออบเจ็ค

1.3 Objective

เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนจากเลิร์นนิงออบเจ็ค โดยที่สามารถแยกเป็นหน้าจุดประสงค์โดยเฉพะ หรืออยู่แสดงไปพร้อมๆ กับหน้าชื่อเรื่อง หรือใช้เสียงบรรยายไว้ในหน้าเมนูหลักขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้ แต่ที่สำคัญต้องเป็นข้อความที่สั้น กระชับ เป็นภาษาที่สื่อสารให้เด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สามารถเข้าใจได้

1.4 Overview

เป็นการทบทวนความรู้เดิม หรือนำเสนอเนื้อหาก่อนเข้าไปเลือกกิจกรรมการเล่น เกม มีการนำเสนอเนื้อหาหลากหลายรูปแบบ นำเสนอจำนวนรูปภาพต่าง ๆ ประกอบตัวเลข เช่น ภาพนิ้วมือ ลูกเต๋า ภาพสัตว์ สิ่งของ ฯลฯ เนื้อหาซ้ำวิธีแต่หลากหลายรูปแบบ ตามองค์ประกอบด้าน LD & LD Math (LD1)

1.5 Menu

เป็นการเสนอทางเลือกให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกตามความสนใจ หรือตามความถนัดของผู้เรียน เช่น การเลือกระดับความยากง่ายของเกม (ระดับง่าย ระดับกลาง หรือระดับยาก) การเลือกเป็นตัวละครตามความต้องการ (เลือกเป็นเด็ก สัตว์ หุ่นยนต์ ฯลฯ) การเลือกดูหน้าผลคะแนน หรือแม้แต่การเลือกที่จะออกจากบทเรียนเลิร์นนิงออบเจ็ค

1.6 Easy game/Normal game/Hard game

เป็นเส้นทางการเลือกของผู้เรียนที่จะเข้าไปเล่นเกมตามกิจกรรมต่าง ๆ สามารถออกแบบให้มี 2 หรือ 3 ระดับ เช่น เลือกเล่นเกมในระดับง่าย (Easy game) เลือกเล่นเกมในระดับกลาง ๆ (Normal game) หรือเลือกเล่นเกมในระดับยาก (Hard game)

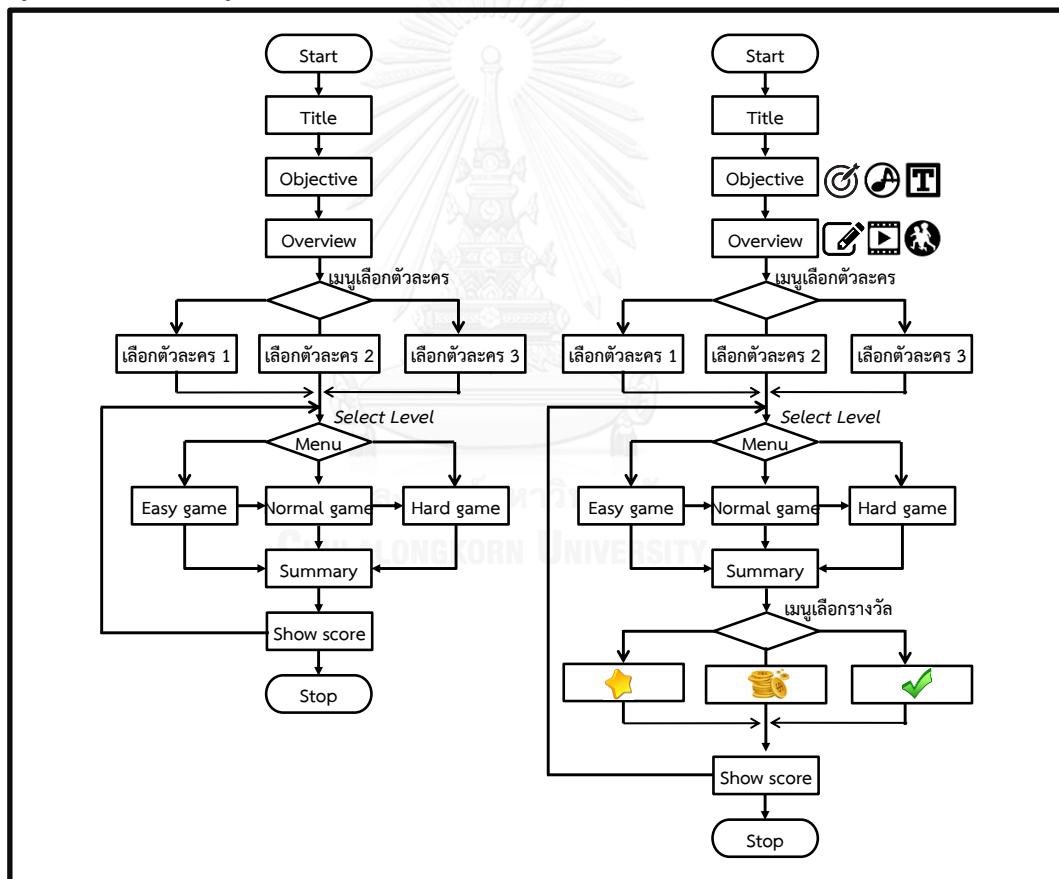
1.7 Summary

เป็นการสรุปสาระเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เล่นเกมตามกิจกรรมที่ได้ออกแบบไปแล้ว สามารถสรุปเป็นระยะ ๆ หลังการเข้าไปเล่นเกมตามระดับที่ผู้เรียนเลือก หรือมีการสรุประหว่างทางในการเล่นเกมน

1.8 Show score

เป็นการแสดงผลคะแนนหลัง หรือระหว่างการเล่นเกม โดยที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปดูหรือตรวจสอบคะแนนที่ได้ตลอดเวลา เพื่อเป็นการเสริมแรงหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจหรืออยากเรียนหรือเล่นเกมต่อไป

ในการเขียนโฟลชาร์ตเพื่องานออกแบบการเล่นเกมที่แตกต่างกัน สามารถกำหนดได้ เช่น เมนูเลือกตัวละคร เมนูเลือกของรางวัล เป็นต้น



ภาพที่ 5-14 เมนูสำหรับงานออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

2. การเขียนสคริปต์ (Script development)

เป็นการเขียนกรอบที่ยึดตามเส้นทางของโพวีชาร์ตที่ได้ออกแบบไว้ โดยกำหนดข้อความ ภาพ เสียง ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้คร่าว ๆ เป็นบทแสดงรายละเอียดของภาพที่จำเป็น และรายละเอียดของเสียงจะบอกคำพูด เช่น เสียงบรรยายเนื้อหาตอนต้นของเลิร์นนิ่งออบเจ็คช่วงต้นก่อนเข้าสู่ส่วนของเนื้อหาที่เป็นเกม เสียงบรรยายขอความช่วยเหลือ เสียงบรรยายที่เป็นส่วนสรุปเนื้อหา มีการกำหนดประเภทของภาพ สัญลักษณ์ และภาพกราฟิกต่าง ๆ

เป็นการเขียนกรอบที่ยึดตามเส้นทางของโพวีชาร์ตที่ได้ออกแบบไว้ โดยเป็นการกำหนดข้อความ ภาพ เสียง ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ต่าง ๆ สามารถกำหนดลักษณะการนำเสนอ หรือกิจกรรม การเล่นเกมต่าง ๆ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้ โดยสามารถกำหนดลักษณะของผู้เรียน และตามตารางการออกแบบ ดังเช่น

2.1 องค์ประกอบของเกม GD1: มีกฎกติกาและเป้าหมายที่ชัดเจน เน้นความสนุกสนานเพลิดเพลิน โดยเน้นเสริมสร้างจินตนาการ เช่น การท่องเที่ยวในอวกาศ ทะเล การผ่านทะเลทราย ฯลฯ โดยชี้แนะด้วยภาพและภาพเคลื่อนไหว นำเสนอด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์ และใช้กิจกรรมและแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2.2 องค์ประกอบของเกม GD2: ใช้บทบาทสมมติ โดยผู้เรียนเลือกตัวละครก่อนเล่นเกม เช่น เลือกเป็นหุ่นยนต์ เด็กผู้ชาย เด็กผู้หญิง ฯลฯ และเมื่อได้รับรางวัลจากการเล่นเกมแล้วสามารถเลือกรูปแบบรางวัลที่ได้รับ เช่น หัวใจ ดอกไม้ ดาว เป็นต้น

2.3 องค์ประกอบของเกม GD3: เป็นการจับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน โดยใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข มีการคำนวณตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรคต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋า ใช้ภาพเคลื่อนไหว การ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข

2.4 องค์ประกอบของเกม GD4: เป็นการเปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ มีการจัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพ และเปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับตัวเลขโดยใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋า ภาพ ภาพเคลื่อนไหวการ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข

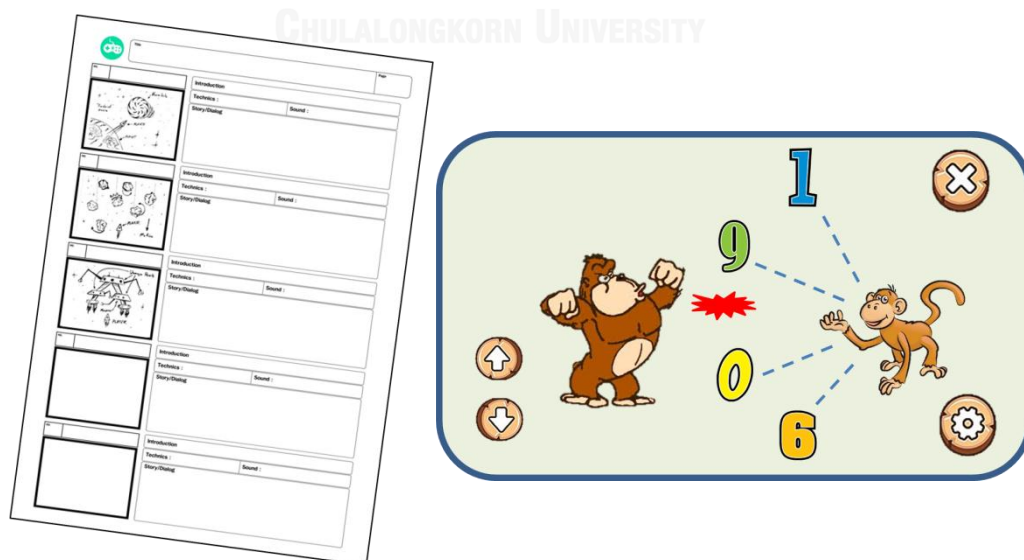
2.5 องค์ประกอบของเกม GD5: เกมที่แก้ปัญหาคำแนะนำจากการสรุปด้วยคำชี้แนะ แผนภาพ Concept map แผนภาพและเสียงบรรยาย บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูนเสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ สรุปความเข้าใจเป็นระยะ ๆ เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข มีการตอบสนองการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบ โดยแก้ปัญหาแบบกิจกรรมกลุ่ม เลือกปัญหามาเลือกรูปแบบการแก้ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ

2.6 องค์ประกอบของเกม GD6: เป็นการเลือกด้านความยาก-ง่ายและการเลือกเส้นทางการเดินทาง โดยแก้ปัญหาจากง่ายไปยาก

3. การเขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard development)

เป็นการกำหนดสิ่งที่จะปรากฏบนหน้าจอตามเนื้อหา ได้การออกแบบเกม หรือกิจกรรมต่าง ๆ ตามตารางการออกแบบ รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับโปรแกรมการนำเสนอเนื้อหาต้องอาศัยครูผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1) และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาช่วยกันออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน โดยจัดทำลำดับเนื้อหา เป็นการนำเอากรอบเนื้อหาที่เขียนเป็นสคริปต์ไว้ มาทำการเรียบเรียงลำดับการนำเสนอออกแบบจัดวาง (layout) ตามที่ได้วางแผนไว้ในรูปแบบเอกสารสิ่งพิมพ์ การเขียนกรอบแสดงเรื่องราวที่สมบูรณ์ของเลิร์นนิ่งออบเจกต์ เป็นการสร้างภาพให้เห็นลำดับขั้นตอนตามเนื้อเรื่องหรือ Script ที่ต้องการ โดยเฉพาะการแสดงโครงสร้างของงาน การแสดงองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ รายละเอียดที่ควรมีใน Storyboard ได้แก่ คำอธิบายแต่ละสื่อที่ใช้ (ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ฯลฯ ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนภาพในกรอบด้านซ้ายมือกับส่วนคำอธิบายด้านขวามือจะใช้สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม ได้แก่ เสียงบรรยาย เสียงเอฟเฟ็กต์ คำอธิบายเพิ่มเติม ตัวละคร ส่วนประกอบต่าง ๆ ฯลฯ ในการเขียน Storyboard จะมีการออกแบบตามกิจกรรมที่ยึด LD เป็นหลัก และใช้ GD และ T เป็นส่วนประกอบ เช่น LD1 คู่กับ DG3 และคู่กับ T3 เป็นต้น ทำให้มีทางเลือกในการออกแบบที่หลากหลาย และนำไปเลือกใช้ให้ตรงกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด

การเขียนสตอรี่บอร์ดจะมีการออกแบบตามกิจกรรมที่ยึด LD เป็นหลัก และใช้ GD และ T เป็นส่วนประกอบ เช่น LD1 คู่กับ DG3 และคู่กับ T3 เป็นต้น ทำให้มีทางเลือกในการออกแบบที่หลากหลาย และนำไปเลือกใช้ให้ตรงกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด



ภาพที่ 5-15 เปรียบเทียบการเขียน Storyboard กับใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัด

4. ตรวจสอบหาค่าความถูกต้อง (Content Correctness)

ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาทั้งหมด ทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหาตอนต้น ส่วนที่เป็นกิจกรรมเกม และส่วนที่เป็นส่วนสรุป โดยอาศัยความเชี่ยวชาญในวิชาคณิตศาสตร์เป็นผู้ตรวจสอบ ทำการตรวจสอบแก้ไข จากนั้นปรับปรุงให้สมบูรณ์ ใช้วิธีการประเภทรหว่างคู่เดียวกัน (โรงเรียนเดียวกัน) และช่วยกันประเมินระหว่างโรงเรียน

5. การสร้างแบบทดสอบ (Test development)

เป็นการสร้างแบบทดสอบส่วนต่าง ๆ ทั้งส่วนที่เป็นแบบฝึกหัดที่อยู่ในเลิร์นนิ่งออบเจ็ค และส่วนที่เป็นแบบทดสอบในส่วนของเอกสารที่ใช้สำหรับทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) นำมาหาค่าการหาคุณภาพแบบทดสอบ โดยความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบพิจารณาเป็นรายข้อ คือ การหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) นำผลที่ได้มาพิจารณาและปรับปรุงข้อสอบให้สมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 5 พัฒนา

เป็นการทบทวนให้ข้อเสนอแนะตามที่ได้รับการพัฒนาตามโพร์ชาร์ต สคริปต์และสตอรี่บอร์ดที่ได้ออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตไว้ ใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพฯ ในการร่วมกันพัฒนาแอปพลิเคชันของครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์และครูผู้สอนที่มีความถนัดหรือเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยร่วมกันพัฒนา ดังนี้

1. การพัฒนาเกมด้วย Game engine ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาเกมโดยเฉพาะเป็นระบบที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้สร้างเกมง่ายขึ้น (ง่ายกว่าการเขียนคำสั่งด้วยโปรแกรม) มีการจัดเตรียมระบบควบคุมวัตถุสำหรับเกมแบบพื้นฐานจนถึงระดับสูง เสมือนเป็นสะพานเชื่อมระหว่างผู้พัฒนากับไลบรารีของกราฟิก กับอุปกรณ์ต่อพ่วงและเสียง Game engine คือ ส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยไม่ต้องเขียนใหม่ทุกครั้ง มีฟังก์ชัน คลาส ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การสร้างเกมง่าย Game engine ใกล้เคียงกับเครื่องยนต์ของรถยนต์ที่สามารถยกเอาเครื่องยนต์ออกจากตัวรถ แล้วนำไปสร้างส่วนต่าง ๆ มาครอบตัวเครื่องยนต์เพื่อให้สามารถวิ่งใหม่ มีสิ่งหลักที่จะต้องมีการจัดการ คือ กราฟฟิก (graphic) เสียง (sound) การจัดการทางด้านกายภาพ (physics) การสร้างพื้นฉาก (terrain) การตรวจจับการชน (collision detection) อุปกรณ์ต่อพ่วง (input) ระบบเครือข่าย (network) และอื่น ๆ เป็นต้น

2. การพัฒนาส่วนมัลติมีเดียและเอ็ฟเฟ็คต์ ได้แก่ ได้แก่ การสร้างข้อความส่วนต่าง ๆ เช่น ชื่อเรื่อง เนื้อหา ตัวเลข ค่ะแนน ฯลฯ การสร้างรูปภาพ ภาพกราฟิก สำหรับการตกแต่งงานเล็ร็นนิง ออบเจ็คให้ชัดเจน ตรงประเด็นกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สีสัน สดใสสะดุดตาตามวัย มีการใช้เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอคลิป การมีปฏิสัมพันธ์ เชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้เทคนิคที่จำเป็นตามที่ได้ออกแบบไว้ด้วยโปรแกรมด้านบิตแมปและเว็กเตอร์ รวมทั้ง การสร้างจุดประสงค์ การจัดลำดับเนื้อหา การสรุปเนื้อหา กิจกรรมเกม ฯลฯ จากนั้นดำเนินการและ ประเมินงานเป็นระยะ ๆ

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินงาน

เป็นการตรวจสอบเพื่อแก้ไขเล็ร็นนิงออบเจ็คฯ ที่ได้พัฒนาขึ้นถึงสิ่งที่ได้วางแผน แนวโน้ม งานที่สร้างขึ้น เพื่อทบทวนแผนหรือโครงการดำเนินงาน การกำหนดเวลา เป็นไปตามที่การทำงาน ตามสคริปต์ไฟล์วาร์ด สตอรี่บอร์ด ตามแผนที่ได้วางไว้ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เสนอประเด็นปัญหาในเชิงเทคนิคที่อาจเกิดขึ้นในเบื้องต้น โดยครูผู้สอนที่มีความถนัดหรือ เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขในระยะแรก จากนั้นทำการตรวจสอบ จากผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้ทดลองจริง

1. การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ เป็นการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบสรุพวัดดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เล็ร็นนิงออบเจ็คฯ เกี่ยวกับข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ ดังเช่น 1) กระบวนการในการทำกิจกรรมเกมมีความสมบูรณ์ 2) เนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมเกม 3) ความสมบูรณ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้น ประถม ศึกษาปีที่ 1 4) กิจกรรมเกมแต่ละระดับมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน 5) สื่อเล็ร็นนิงออบเจ็คฯ มีความสอดคล้องเหมาะสมกับกิจกรรมเกม 6) กิจกรรมเกมเหมาะสมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์กับ ระดับชั้นประถม ศึกษาปีที่ 1 7) ความยากง่ายของเนื้อหาหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 8) การใช้สีสันของหน้าจอเป็นไปตามวัยของนักเรียน 9) ความสวยงามของสื่อเล็ร็นนิงออบเจ็คฯ 10) การออกแบบสื่อเล็ร็นนิงออบเจ็คฯ ส่วนการโต้ตอบ ฯลฯ

2. การตรวจสอบและทบทวนข้อบกพร่อง เป็นการตรวจสอบและทบทวนเล็ร็นนิง ออบเจ็คฯ เกี่ยวกับข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเล็ร็นนิงออบเจ็คฯ โดยประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับ ลักษณะและการใช้งานโดยกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 (ที่มีการคัดกรองแล้ว) จำนวน 3 คน เป็นผู้ ใช้งานแอปพลิเคชัน ดังเช่น 1) การนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมเกมง่ายต่อการทำความเข้าใจ 2) ปริมาณเนื้อหากิจกรรมเกมไม่มากไม่น้อยเกินไป 3) การแบ่ง ระดับความยากง่ายของเกมมีความชัดเจน 4) การใช้สีสัน ความสวยงามและองค์ประกอบของหน้าจอ 5) ภาพประกอบมีความสวยงามเหมาะสม 6) เสียงประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา 7) ระยะเวลาในการ เรียนบทเรียนเหมาะสม 8) วิธีการเล่นเกม ง่าย สะดวก และไม่สับสน 9) การเรียนด้วยกิจกรรมเกมทำ ให้ไม่น่าเบื่อ 10) ได้รับความรู้เรื่องเลขจำนวนเพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผล

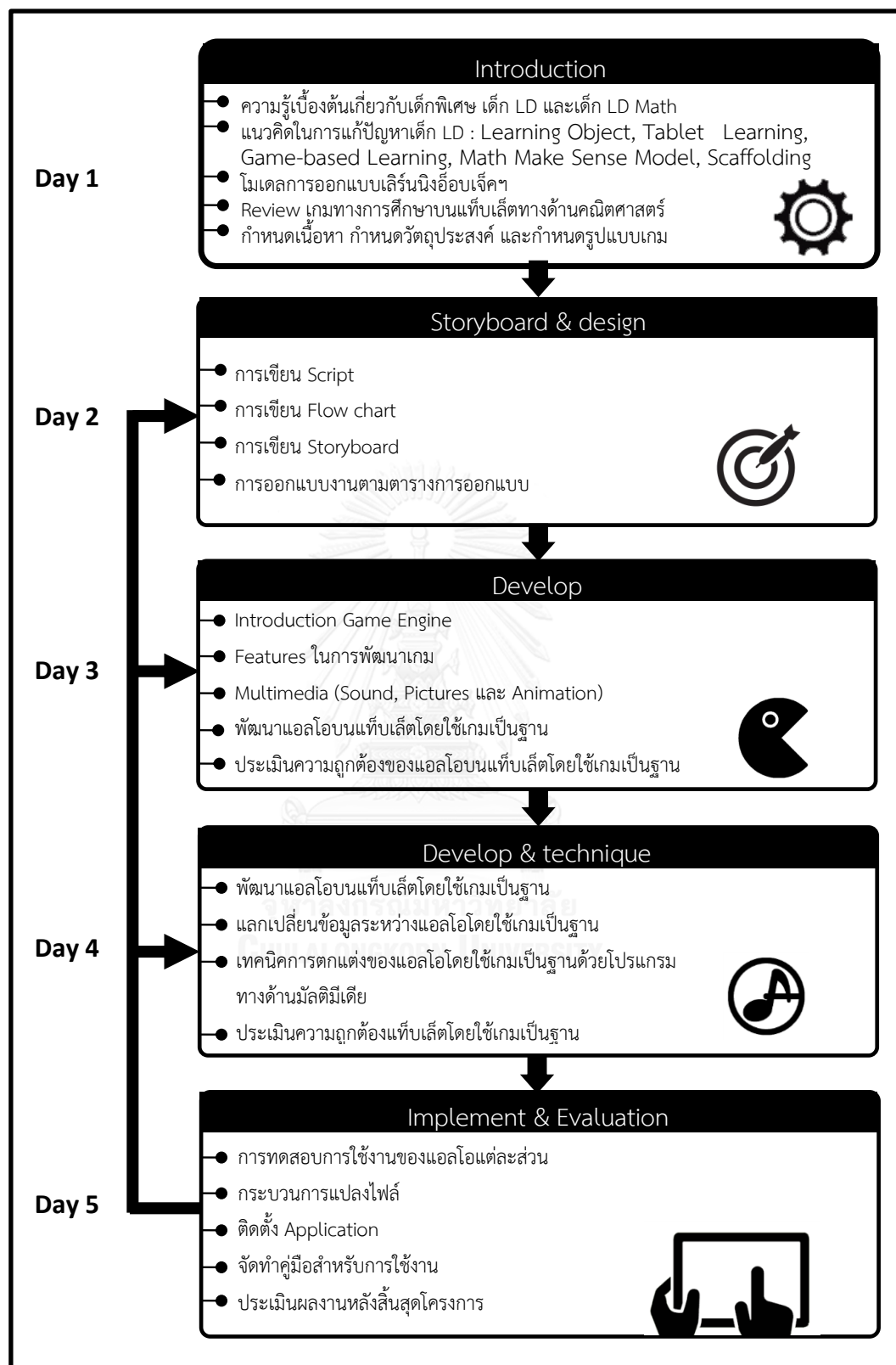
เป็นการประเมินระหว่างการออกแบบ และประเมินเมื่อสิ้นสุดของการดำเนินการ เพื่อวัดผลลัพธ์ตามเกณฑ์ในการประสบความสำเร็จ เป็นที่ยอมรับที่จุดเริ่มต้นของโครงการ สร้างและประเมินเครื่องมือการประเมินผล

1. การประเมินระหว่างการออกแบบ หรือในระหว่างการดำเนินการโครงการ (Formative evaluation) เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดทำเลิร์นนิ่งออบเจ็ค โดยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
2. การประเมินเมื่อสิ้นสุดการดำเนินโครงการการพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค (Summative evaluation) เพื่อตัดสินคุณภาพของสื่อฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา 2) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ และ 3) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาพิเศษ (ด้านความบกพร่องทางการเรียน) โดยใช้เครื่องมือการประเมินในรูปแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด
3. จัดทำคู่มือการใช้งาน Package (User Manual) หรือ Package Instruction ประกอบไปด้วย บทนำ อุปกรณ์ที่ใช้เรียน การกำหนดหน้าจคอมพิวเตอร์ก่อนเข้าบทเรียน เป้าหมายของเลิร์นนิ่งออบเจ็ค วิธีการเรียน ข้อควรระวัง ข้อมูลผู้พัฒนาสื่อ และวันที่เผยแพร่สื่อ เป็นต้น ในกระบวนการ 7 ขั้นตอนนี้ แบ่งเป็น ขั้นตอนที่ 1 – 3 ใช้เวลา 1 วัน และขั้นตอนที่ 4 – 5 ใช้เวลาอีก 2 วัน ขั้นตอนที่ 6 – 7 ใช้เวลา 1 วัน

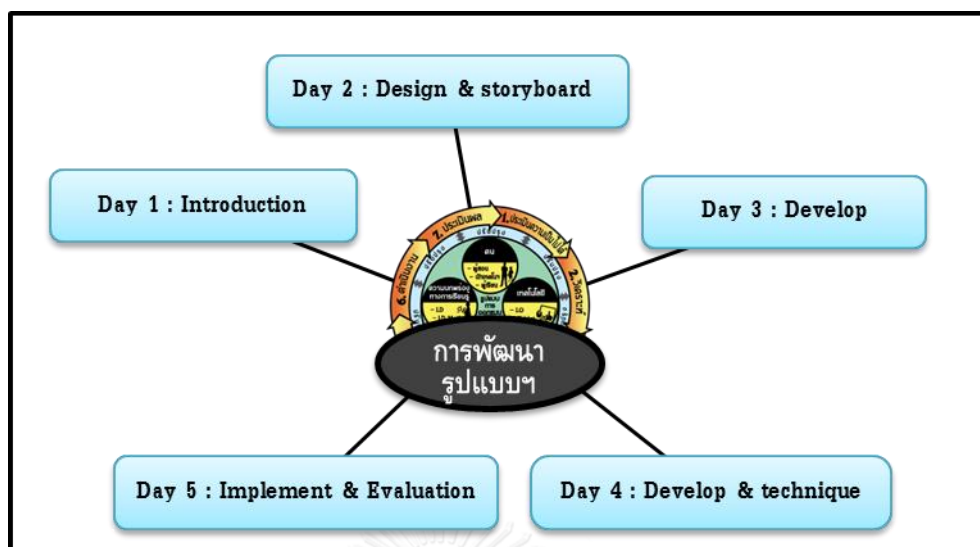
ตอนที่ 4 ระยะเวลาในการฝึกอบรมการพัฒนาการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยมีรายละเอียดแต่ละตอน ดังนี้

การออกแบบออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เป็นการใช้โมเดลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ในการฝึกอบรมครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา เพื่อพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันเป็นที่มีรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ใช้ศึกษาด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น



ภาพที่ 5-16 ระยะเวลาในการฝึกอบรมการพัฒนาการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐาน



ภาพที่ 5-17 หัวข้ออบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

วันที่ 1 Introduction: แนะนำความรู้เบื้องต้นทางด้านต่าง ๆ

1. แนะนำความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเด็กพิเศษ ความบกพร่องทางการเรียน และความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. แนวคิดในการแก้ปัญหาเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ Learning Object, Tablet Learning, Game-based Learning, Math Make Sense Model, Scaffolding เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
3. โมเดลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบและขั้นตอนการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) คน 2) ความบกพร่องทางการเรียนรู้ 3) การออกแบบเกม และมี 7 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นประเมินความเป็นไปได้ 2) ชั้นวิเคราะห์ 3) ชั้นระบุวัตถุประสงค์ 4) ชั้นออกแบบ 5) ชั้นพัฒนา 6) ชั้นดำเนินงาน และ 7) ชั้นประเมินผล
4. เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้แก่ เลขจำนวน แบ่งเนื้อหาเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ
5. Review เกมทางการศึกษาบนแท็บเล็ตทางด้านคณิตศาสตร์ เลิร์นนิ่งออบเจ็ค

6. กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์ และกำหนดรูปแบบเกม

วันที่ 2 Design & Storyboard: การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค

1. การเขียน Script การกำหนดกระบวนการทำงานของสื่อมัลติมีเดีย เพื่อวางโครงเรื่องให้น่าสนใจ กำหนดทิศทางหรือเป้าหมายของสิ่งที่ต้องการนำเสนอ

2. การเขียน Flow chart ออกแบบโครงสร้างเส้นทางการทำงาน ซึ่งเป็นเครื่องมือแสดงขั้นตอน หรือกระบวนการทำงานที่เชื่อมโยงขั้นตอนด้วยเส้นที่มีลูกศรชี้ทิศทางการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการเรียน

3. การเขียน Storyboard ออกแบบการเขียนการเขียนสตอรี่บอร์ด โดยยึดโครงสร้าง Flowchart สำหรับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ในรูปแบบความสัมพันธ์หลัก

4. การออกแบบงานตามตารางการออกแบบ โดยยึด LD เป็นหลัก ใช้ GD และ T เป็นส่วนประกอบในการกำหนดแนวทางในการออกแบบ (เนื้อหาเรื่องที่ 1, 2, 3 และ 4)

ตารางที่ 5-18 แสดงตารางการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค โดยใช้องค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ได้แก่ LD, GD และ T

LD & LD Math (LD)	Game Design (GD)	Technology (T)	Activity Design (LD GD T)
LD1	GD2	T3	LD1+GD2+T3
LD2	GD1	T1	LD2+GD1+T1
LD3	GD4	T4	LD4+GD4+T4
LD4	GD3	T2	LD4+GD3+T2
LD5	GD6	T1	LD5+GD6+T1

* อธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 5-14, 5-15, 5-16 และ 5-17

วันที่ 3 Develop: การพัฒนารูปแบบเกมด้วย Game Engine

1. Introduction Game Engine โปรแกรมต่าง ๆ สำหรับสร้างเกมโดยเฉพาะ

2. Features ต่าง ๆ ในการพัฒนาเกม

3. Multimedia และเตรียม Resources

- Sound Recording การบันทึกเสียง (เสียงบรรยาย เสียงเพลงบรรเลง เสียงเอฟเฟ็กต์)
- Picture

- Animation

4. พัฒนารูปแบบแอลโอบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานด้วยโปรแกรมทางด้าน Game Engine ตามเส้นทางของ Flowchart และกำหนดรูปแบบตาม Storyboard โดยหน้าที่รับผิดชอบหลักเป็นของครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา ส่วนครูผู้สอนวิชา คณิตศาสตร์ชั้นประถม ศึกษาปีที่ 1 ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา และตรวจสอบความถูกต้อง (เนื้อหาเรื่องที่ 1 และ 2)

5. ประเมินความถูกต้องของแอลโอบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานแต่ละระยะ ๆ

วันที่ 4 Develop & technique: การพัฒนารูปแบบเกมด้วย Game Engine (เทคนิค ตกแต่ง)

1. ครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาพัฒนารูปแบบบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยโปรแกรมทางด้าน Game Engine ต่อเนื่อง (เนื้อหาเรื่องที่ 3 และ 4)

2. ครูทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาใช้เทคนิคการตกแต่งพัฒนารูปแบบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานด้วยโปรแกรมทางด้านมัลติมีเดีย (ภาพนิ่ง แอนิเมชัน เสียง ฯลฯ)

3. ประเมินความถูกต้องแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานแต่ละระยะ ๆ

วันที่ 5 Implement & Evaluation: การทดสอบการใช้งาน การสร้างแอปพลิเคชันและ ประเมินการใช้งาน

1. การทดสอบการใช้งานของแอลโอแต่ละส่วน

2. กระบวนการแปลงไฟล์ ครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา แปลงไฟล์เป็น Application สำหรับคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

3. ติดตั้ง Application ลงในคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตจัดหมวดหมู่เนื้อหาตามลำดับ แยกไฟล์งานออกเป็นแต่ละไฟล์ แลกเปลี่ยนแอปพลิเคชันระหว่างกัน

4. จัดทำคู่มือสำหรับการใช้งาน Application และรายละเอียดในการเรียน

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 4 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. เพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปสร้างรูปแบบการเรียนการสอนได้อย่างไร
5. เพื่อนำเสนอ รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบบเป็น 4 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

และวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 77 จังหวัด จำนวน 545 คน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะ

และวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 6 ด้าน ได้แก่ 1) คุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (แอลดี) และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์) 2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) 3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ต (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) 4) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) 5) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) และ 6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์) โดยความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด จะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มาสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากนั้นศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 4 ด้าน จำนวน 7 คน ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) และ 4) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ปรับปรุงในการสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบ่งการดำเนินการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาผลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เป็นครูผู้สอนโรงเรียนสังกัดเทศบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 6 คน คือ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา โรงเรียนละ 2 คน ได้แก่ 1) โรงเรียนเทศบาลวัดแม่นางปลื้ม 2) โรงเรียนวัดใหญ่ชัยมงคล (ภาวนารังสี) และ 3) โรงเรียนเทศบาลสรรพสามิตบำรุง

ตอนที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ นำผลการออกแบบโดยครูผู้สอนในระยะที่ 1 ไปทดลองเรียนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ 3 โรงเรียน ได้แก่) โรงเรียนเทศบาลวัดแม่นางปลื้ม 2) โรงเรียนวัดใหญ่ชัยมงคล (ภาวนารังสี) และ 3) โรงเรียนเทศบาลสรรพสามิตบำรุง จำนวนรวม 19 คน ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 2 เดือน ภาคเรียนที่ 2/2558 โดยให้นักเรียนได้ทดลองใช้งาน Application นอกเวลาเรียนปกติที่ติดตั้งไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet เฉลี่ยวันละ 15-20 นาที โดยครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เป็นควบคุมดูแลเรื่องเวลาและการใช้งาน

ระยะที่ 4 รับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

นำเสนอรูปแบบการออกแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) คน 2) ความบกพร่องทางการเรียนรู้

3) การออกแบบเกม และ 4) เทคโนโลยี รวมทั้งคำอธิบายรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน และเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 1 คน 2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย จำนวน 1 คน 3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) จำนวน 2 คน และ 4) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน รวมทั้งหมดจำนวน 5 คน ประเมินความเหมาะสมและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยใช้แบบประเมินและรับรองรูปแบบสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย แบ่งเป็น 4 ระยะตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 6 ด้าน ดังนี้

1. คุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์)

1.1 นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถส่งเสริมพัฒนาการได้ คือ 1) พัฒนาการได้โดยเทคนิคการสอน มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) พัฒนาการได้โดยอาศัยวางแผนการสอน และ 3) พัฒนาการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ตามลำดับ

1.2 นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็น ควรใช้การสอน คือ 1) ใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ใช้บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง และ 3) เลือกเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง ตามลำดับ

1.3 การสอนนักเรียนแอลดีให้เกิดผลดี ควรมีเทคนิควิธีการสอน คือ 1) สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปทีละขั้น มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) สอนโดยใช้รูปภาพประกอบ 3) สอนอย่างช้า ๆ ช้าไปช้ามา และ 4) สอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตามลำดับ

1.4 การที่นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกัน ควรมีวิธีการสอน คือ 1) ใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาพเคลื่อนไหวประกอบกัน มากที่สุด รองลงมา ได้แก่

2) ใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบกัน และ 3) ใช้รูปภาพและเสียงประกอบกันตามลำดับ

1.5 การสอนนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ควรมีวิธีการ คือ 1) จัดความรู้เป็นหมวดหมู่ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้ 3) การรับรู้โดยทบทวนความรู้เดิม 4) ฝึกการคิดหาเหตุผล 5) คัดสัญลักษณ์ใช้เป็นตัวแทนความรู้ใหม่ และ 6) ประเมินความรู้ตนเองเป็นระยะ ๆ ตามลำดับ

2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเรียนรู้แบบอิงเจกต์ สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1 การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) เนื้อหาสั้น ๆ ง่ายต่อการใช้งาน มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) นักเรียนปฏิบัติตามทีละขั้นตอน และ 3) มีส่วนร่วมการจำลองสถานการณ์ ตามลำดับ

2.2 การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) โต้ตอบด้วยการเสริมแรงอย่างต่อเนื่อง มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) โต้ตอบด้วยการชมเชย และ 3) โต้ตอบด้วยการให้รางวัล (ดาว หัวใจ คะแนน ฯลฯ) ตามลำดับ

2.3 การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) เนื้อหาแบ่งเป็นระดับความยากง่าย มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) เนื้อหามีตัวช่วยหลากหลายรูปแบบ และ 3) เนื้อหาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเส้นทาง ตามลำดับ

2.4 การออกแบบหน้าจอ (Interface design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) หน้าจอชัดเจน ตรงประเด็น มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ใช้สีสันสดใสสะดุดตาตามวัย และ 3) ใช้สัญลักษณ์เรียบง่ายช่วยนำทาง ตามลำดับ

3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.1 การใช้เซ็นเซอร์เอียงภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) เอียงวัตถุไปสู่เป้าหมาย มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) เอียงวัตถุตามแนวที่กำหนด และ 3) เอียงวัตถุโดยอิสระ ตามลำดับ

3.2 ควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้แท็บเล็ต ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) เคลื่อนที่วัตถุตามนิ้วสัมผัส มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) เคลื่อนที่วัตถุตามจุดควบคุม (ภาพ) และ 3) เคลื่อนที่วัตถุด้วยลูกศรควบคุม (ภาพ) ตามลำดับ

3.3 ควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) ย้ายภาพตามเป้าหมาย มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ย้ายภาพตามเงื่อนไข และ 3) ย้ายภาพตามเส้นทาง ตามลำดับ

3.4 ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ทที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) ย่อ-ขยายส่วนภาพประกอบ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ย่อ-ขยายส่วนโต้ตอบ และ 3) ย่อ-ขยายส่วนคำตอบ ตามลำดับ

4. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1 การใช้องค์ประกอบของเกมในการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน คือ 1) กฎกติกา มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) จินตนาการ 3) ความสนุกสนานเพลิดเพลิน และ 4) เป้าหมายตามลำดับ

4.2 การออกแบบเกมที่เสริมสร้างจินตนาการของนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) ผู้เรียนได้แสดงบทบาทสมมติ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ผู้เรียนได้เลือกรางวัลที่ได้รับ ตามลำดับ

4.3 การออกแบบเกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) จับคู่รูปภาพกับเลขจำนวน มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) คำนวนตัวเลขเพื่อผ่านอุปสรรค ตามลำดับ

4.4 การออกแบบเกมผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา (Logic Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับรูปภาพ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) จัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพ และ 3) เปรียบเทียบจำนวนตัวเลขกับตัวเลข ตามลำดับ

4.5 การออกแบบเกมฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) แก้ปัญหาตามคำแนะนำ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) แก้ปัญหาด้วยตนเอง ตามลำดับ

4.6 การออกแบบเกมแก้สถานการณ์ (Role-Playing Game) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) การเลือกด้านความยาก-ง่าย มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) การเลือกเส้นทางการเดินทาง ตามลำดับ

5. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

5.1 การออกแบบวิธีสอนการแก้ปัญหา (Problem Solving) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) แก้ปัญหาจากง่ายไปยาก มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) แก้ปัญหาแบบกิจกรรมกลุ่ม และ 3) เลือกปัญหาในการแก้ด้วยตนเอง ตามลำดับ

5.2 การเข้าใจมโนทัศน์ (Understanding Concepts) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) ใช้กิจกรรมที่หลากหลาย มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) มีการสรุปความเข้าใจเป็นระยะ ๆ และ 3) มีการตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ ตามลำดับ

5.3 การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) ทำกิจกรรมเดิมอย่างสม่ำเสมอ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) เลือกรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และ 3) เสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายรูปแบบ ตามลำดับ

5.4 การสื่อสาร (Communication) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) เสนอคำชี้แนะและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเขียนตัวเลข ตามลำดับ

6. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ (สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

6.1 วิธีการจัดลำดับความสัมพันธ์โดยใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) ใช้ภาพผสมการใช้ตัวเลข มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ใช้ภาพการ์ตูนแทนจำนวนตัวเลข 3) ใช้ภาพเคลื่อนไหวแทนจำนวนตัวเลข และ 4) ใช้สัญลักษณ์ลูกเต๋าแทนจำนวนตัวเลข ตามลำดับ

6.2 วิธีการแสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครงของลักษณะที่เป็นส่วนย่อยสำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) การสรุปด้วยแผนภาพ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) การสรุปด้วย Concept map 3) การสรุปด้วยแผนภาพและเสียงบรรยาย และ 4) การสรุปด้วยเสียงบรรยาย ตามลำดับ

6.3 วิธีการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้ (Hint) สำหรับนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ คือ 1) บอกใบ้ด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์ มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ 2) ชี้แนะด้วยภาพและภาพเคลื่อนไหว 3) ผู้เรียนเลือกใช้การชี้แนะคำตอบ และ 4) บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูน ตามลำดับ

ครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ สภาพทั่วไปเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรพัฒนาด้วยการเน้นสิ่งที่นักเรียนประสบความสำเร็จเกี่ยวกับคณิตศาสตร์โดยตรง เช่น นำเสนอตัวเลขกลับด้าน นำเสนอตัวเลขกลับหัวกลับหาง เปรียบเทียบกับเลขปกติ เพื่อให้ นักเรียนได้จดจำสิ่งที่ถูกต้องทดแทนสิ่งที่ผิดปกติไป

ระยะที่ 2 ผลการศึกษาผลการสร้างรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มี

ความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญ 4 ด้าน จำนวน 7 คน ได้แก่
 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และ
 มัลติมีเดีย 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) และ 4) ผู้เชี่ยวชาญด้าน
 คณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกมเป็น
 ฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทาง
 การเรียนคณิตศาสตร์

1. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกมเป็นฐานฯ
2. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้
 เกมเป็นฐานฯ
3. องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกมเป็นฐานฯ
4. ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกมเป็นฐานฯ
5. การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกมเป็นฐานฯ
6. เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกมเป็นฐานฯ
7. การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกมเป็นฐานฯ

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์โดยใช้เกม
 เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่อง
 ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. องค์ประกอบด้านคน
 - ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ฯ และครูผู้สอนทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือ
 คอมพิวเตอร์
 - ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. องค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. องค์ประกอบด้านการออกแบบเกม
 - การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน
 - การออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ

- การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model
4. องค์ประกอบด้านเทคโนโลยี
- การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค
 - การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต

ตอนที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ชั้นประเมินความเป็นไปได้

ดำเนินการกำหนดขอบเขตเริ่มต้น การรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ภาพรวมเพื่อยืนยันความเป็นไปได้และความถูกต้องในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ประเมินความเป็นไปได้อีกก่อนที่จะเริ่มโครงการฯ

2. ชั้นวิเคราะห์

วิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ คือ 1) วิเคราะห์ความต้องการ ได้แก่ การวิเคราะห์ผู้เรียน ลักษณะการเรียนรู้ การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ การวิเคราะห์งาน และ 2) การวิเคราะห์การทำงาน ได้แก่ วิเคราะห์แพลตฟอร์ม ระบุและวิเคราะห์ตัวเลือกซอฟต์แวร์เลือกเครื่องมือสำหรับการผลิตและสร้างต้นแบบ วิเคราะห์การจัดเวลาและสถานที่สำหรับการเรียนด้วยเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

3. ชั้นระบุวัตถุประสงค์

ระบุวัตถุประสงค์เพื่อใช้จุดประสงค์ร่วมกันของแต่ละเรื่องของเนื้อหาบทเรียนเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยระบุเป้าหมาย สร้างแผนภาพการเรียนการสอน ตรวจสอบ ชัด และกำหนดวัตถุประสงค์ย่อย การใช้เนื้อหาวัตถุประสงค์และประเมินได้ และออกแบบวัตถุประสงค์ที่เหมาะสม

4. ชั้นออกแบบ

ออกแบบในส่วนการพัฒนา ทั้งเนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา และกิจกรรมต่าง ๆ ออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยใช้องค์ประกอบด้านต่าง ได้แก่ องค์ประกอบด้าน LD & LD Math (LD) องค์ประกอบด้าน Game Design (GD) และ องค์ประกอบด้าน Technology (T) แบ่งชั้นออกแบบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การเขียนโปรแกรม การเขียนสคริปต์และการเขียนสตอรี่บอร์ด

5. ชั้นพัฒนา

การพัฒนาตามโปรแกรม สคริปต์และสตอรี่บอร์ดที่ได้ออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตไว้ ได้แก่ การพัฒนาเกมด้วย Game engine และการพัฒนาส่วนมัลติมีเดียและเอฟเฟ็กต์

6. ขั้นตอนดำเนินงาน

เป็นการตรวจสอบเพื่อแก้ไขเลิร์นนิ่งออบเจ็คๆ ที่ได้พัฒนาขึ้น และการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ได้แก่ การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และการตรวจสอบและทบทวนข้อบกพร่อง

7. ชั้นประเมินผล

การประเมินระหว่างการพัฒนา และการประเมินเมื่อสิ้นสุดของการดำเนินการ ได้แก่ การประเมินระหว่างการพัฒนา หรือในระหว่างการพัฒนาโครงการ การประเมินเมื่อสิ้นสุดการพัฒนาโครงการ การพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็ค และจัดทำคู่มือการใช้งาน

ตอนที่ 4 การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. แนะนำความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเด็กพิเศษความบกพร่องทางการเรียน และความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

2. แนวคิดในการแก้ปัญหาเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ Learning Object, Tablet Learning, Game-based Learning, Math Makes Sense Model, Scaffolding และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3. โมเดลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบและขั้นตอนการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

4. การประเมินและวิเคราะห์ การกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดเนื้อหา รูปแบบเกม

5. การออกแบบ การเขียนสคริปต์ การเขียนโปรแกรมและการเขียนสตอรี่บอร์ด

6. การเลือกและพัฒนางาน โดยใช้ Game Engine และ Multimedia

7. เทคนิคการตกแต่ง ภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง (Develop & technique)

8. การทดสอบการใช้งาน การสร้างแอปพลิเคชันและประเมินการใช้งาน (Implement & Evaluation)

ตอนที่ 5 เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. เนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับเลขจำนวน 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ รวม 12 เรื่อง ดังนี้

เนื้อหา เรื่อง **จำนวนนับ 1-5 และ 0** แบ่งเป็น 3 หัวเรื่องย่อย ได้แก่

1. จำนวนนับ 1-5 และ 0
2. การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5
3. การเรียงเลขจำนวน 1-5

เนื้อหา เรื่อง **จำนวนนับ 6-9** แบ่งเป็น 3 หัวเรื่องย่อย ได้แก่

1. จำนวนนับ 6-9
2. การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9
3. การเรียงลำดับจำนวน 6-9

เนื้อหา เรื่อง **การบวก** แบ่งเป็น 3 หัวเรื่องย่อย ได้แก่

1. การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5
2. การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9
3. การบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15

เนื้อหา เรื่อง **การลบ** แบ่งเป็น 3 หัวเรื่องย่อย ได้แก่

1. การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5
2. การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9
3. การลบจำนวนหนึ่งหลักจากจำนวนสองหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15

ตอนที่ 6 การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ได้จริง
2. สถานที่ในการจัดกิจกรรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดอบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ
4. รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้จริง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับ (ร่าง) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ควรมีการจัดกลุ่มและลดจำนวนองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยให้องค์ประกอบย่อยสัมพันธ์และสอดคล้องกัน ส่วนปริมาณหรือจำนวนองค์ประกอบควรลดจาก 5 องค์ประกอบเป็น 4 องค์ประกอบ

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบ่งการดำเนินการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาผลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

1. ดำเนินการศึกษาค้นคว้าผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยใช้ระยะเวลาในการอบรมจำนวน 5 วัน ตามคู่มือและใบงานการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นดังนี้

1.1 วันที่ 1 Introduction: แนะนำความรู้เบื้องต้นทางด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเด็กพิเศษ ความบกพร่องทางการเรียน และความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ 2) แนวคิดในการแก้ปัญหาให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ Learning Object, Tablet Learning, Game-based Learning, Math Make Sense Model, Scaffolding เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3) โมเดลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ฯ ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบและขั้นตอนการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ และมี 7 ขั้นตอน 4) เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้แก่ เลขจำนวน แบ่งเนื้อหาเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ จำนวนนับ 1-5 และ 0 จำนวนนับ 6-9 การบวกและการลบ 5) Review เกมทางการศึกษาบนแท็บเล็ตทางด้านคณิตศาสตร์ เลิร์นนิ่งออบเจกต์ 6) กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ เป็นกำหนดเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์ และกำหนดรูปแบบเกม

1.2 วันที่ 2 Design & Storyboard: การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ฯ ได้แก่ 1) การเขียน Script 2) การเขียน Flow chart 3) การเขียน Storyboard และ 4) การออกแบบงานตามตารางการออกแบบ โดยยึด LD เป็นหลัก ใช้ GD และ T เป็นส่วนประกอบรอง

1.3 วันที่ 3 Develop: การพัฒนารูปแบบเกมด้วย Game Engine ได้แก่ 1) Introduction Game Engine 2) Features ต่าง ๆ ในการพัฒนาเกม 3) Multimedia เพื่อเตรียม Resources 4) พัฒนารูปแบบแอลโอบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานด้วยโปรแกรมที่เหมาะสม 5) ประเมินความถูกต้องของแอลโอบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานแต่ละระยะ ๆ

1.4 วันที่ 4 Develop & technique: การพัฒนารูปแบบเกมด้วย Game Engine (เทคนิคตกแต่ง) ได้แก่ 1) ครูเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาและครูทางคณิตศาสตร์ร่วมกันพัฒนารูปแบบบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน 2) ตกแต่งงานด้วยโปรแกรมทางด้านมัลติมีเดีย และ 3) ประเมินความถูกต้องแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เป็นระยะ ๆ

1.5 วันที่ 5 Implement & Evaluation: การทดสอบการใช้งาน การสร้างแอปพลิเคชัน ได้แก่ 1) การทดสอบการใช้งานของเลิร์นนิ่งออบเจ็คแต่ละส่วน 2) กระบวนการแปลงไฟล์ 3) ติดตั้ง Application และ 4) จัดทำคู่มือสำหรับการใช้งาน Application ติดตั้งดาวน์โหลดมาก เนื่องจากชุดโปรแกรมมีขนาดใหญ่ (4 Gigabyte) ทำให้ใช้เวลาในติดตั้งดำเนินการโอนย้ายไฟล์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตไม่ประสบความสำเร็จทุกคน

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาผู้เข้ารับการอบรม มีดังนี้

- ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมมีระยะเวลาที่สั้นเกินไป เนื่องจากเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการฝึกอบรมมีปริมาณมาก
- ควรมีการประเมินร่วมกันระหว่างผู้เข้าอบรมทั้งหมด โดยการประเมินแบบไขว้ระหว่างโรงเรียน นอกจากการประเมินระหว่างคู่ของโรงเรียนตนเองเท่านั้น
- ควรมีครูที่ปรึกษาเกี่ยวกับความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยตรง เพื่อเสนอแนะแนวคิดเพิ่มเติมในระหว่างขั้นตอนของการออกแบบ ได้แก่ การเขียน Script การเขียน Storyboard
- ควรมีการประเมินทุก ๆ ขั้นตอนของการอบรม ตั้งแต่วันที่ 2-5 ได้แก่ วันที่ 2 Design & Storyboard วันที่ 3 Develop วันที่ 4 Develop & technique และวันที่ 5 Implement & Evaluation เพื่อการปรับปรุงให้งานมีความสมบูรณ์และได้คุณภาพ

2. ผลการประเมินเกี่ยวกับการใช้คู่มือและใบงานการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีดังนี้

ข้อดี

คู่มือและใบงานการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ มีขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างชัดเจนอย่างเป็นระบบ มีภาพตัวอย่างข้อมูลประกอบ และมีตัวอย่างการใช้เครื่องมือของคอมพิวเตอร์สนับสนุนอย่างชัดเจน ทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปใช้สำหรับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ได้อย่างสอดคล้อง เนื้อหามีการเรียงลำดับสอดคล้องเข้าใจง่าย มีความถูกต้องและสมบูรณ์ชัดเจนของเนื้อหาเหมาะสำหรับการอบรม มีการให้คำแนะนำหรือคำอธิบายแก่ผู้ใช้งานอย่างชัดเจน โดยมีการจัดวางรูปเล่มสวยงามน่าสนใจ ทำให้คู่มือมีความครบถ้วนสมบูรณ์

ทั้งในส่วนองค์ประกอบของรูปแบบ ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบ และการพัฒนารูปแบบ ตลอดจนเนื้อหาส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ข้อปรับปรุง

ขาดรายละเอียดในบางขั้นตอน ขาดลำดับหมายเลขในการแสดงขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนางาน ขาดการเน้นหรือขยายเพิ่มเติมส่วนสำคัญ ในส่วนของภาคผนวกที่เพิ่มเติม เชื่อมโยงกับส่วนเนื้อหายังไม่ครบถ้วน

3. ผลการประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย ด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน) และด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน

ผลการประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ มีทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้ 1) ผลการประเมินด้านการออกแบบ มีการแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา โดยการมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คทฯ สามารถส่งเสริมและพัฒนามโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ 2) ผลการประเมินด้านปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบและผลป้อนกลับ มีการโต้ตอบมีปริมาณเพียงพอและต่อเนื่อง และมีรูปแบบการใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาเหมาะสม 3) ผลการประเมินด้านการออกแบบหน้าจอ มีการออกแบบหน้าจอตกแต่งสวยงามน่าสนใจ มีรูปแบบเรียบง่าย ชัดเจน สวยงาม น่าสนใจ มีการใช้สีสวยงามสะดุดตาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน สัดส่วนและความสมดุลของภาพเหมาะสม และมีการจัดวางมีจุดเด่น และองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ 4) ผลการประเมินด้านมัลติมีเดีย มีการใช้เสียงประกอบชัดเจน (เพลงบรรเลง เสียง เอฟเฟ็คต์ และเสียงบรรยาย) การใช้ตัวเลข ข้อความตัวอักษรเหมาะสม และ 5) ผลการประเมินด้านการใช้งาน มีเมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก และความรวดเร็วในการแสดงผลแต่ละหน้าจอ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ได้แก่ การออกแบบหน้าจอในส่วนต่าง ๆ ควรเพิ่มให้มีขนาดใหญ่มากขึ้น เพื่อให้เหมาะกับเด็กระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เช่น ขนาดของปุ่มควบคุมทิศทางควรเหมาะสมกับขนาดของนิ้วมือเด็ก ขนาดตัวละครควรมีขนาดโต และสื่อความหมายชัดเจน การใช้ตัวเลขควรมีความชัดเจนแต่มีรูปแบบหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสนใจอยู่ตลอดเวลา ส่วนการช่วยเหลือรูปแบบต่าง ๆ ควรไม่ซับซ้อนกันมากเกินไป และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกใช้งานตามความสามารถของตัวเด็กนักเรียนเอง

4. ผลวิเคราะห์การ Try-out เลิร์นนิ่งออบเจ็คทบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ก่อนใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง โดยใช้นักเรียนกลุ่มเล็ก 1 คน เป็นนักเรียนจากศูนย์การศึกษาพิเศษ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา และกลุ่มนักเรียนขนาดกลาง เป็นนักเรียนโรงเรียนครูสอนดี ประชากรจำนวน 4 คน พบว่า เลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ มีความน่าสนใจ จากองค์ประกอบทั้งด้านข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สีและกิจกรรมต่าง ๆ ดึงดูดให้นักเรียน สนใจและติดตามเนื้อหาสาระที่บทเรียนนำเสนอ โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ กิจกรรมในส่วนการ นำเสนอเนื้อหาและส่วนที่สรุปเนื้อหาที่มีอัตราความเร็วในการนำเสนอเร็วเกินไป และกิจกรรมการเล่น เกมควรเพิ่มเติมการควบคุมตัวละครโดยการลากโดยตรง (ลากบริเวณที่ว่างโดยไม่ต้องใช้ปุ่มควบคุม) ควรเพิ่มเกมที่มีลักษณะการเล่นโดยการเอียงของตัวคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต (เหมือนเกมที่นักเรียน ค้นเคย) กิจกรรมเกมบางส่วนนักเรียนยังสับสนบ้างเล็กน้อย

ตอนที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ นำผลการออกแบบโดยครูผู้สอนในระยะที่ 1 ไปทดลองเรียนกับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้าน คณิตศาสตร์ จำนวน 19 คน ได้แก่ โรงเรียนสังกัดเทศบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวม 3 โรงเรียน

ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 2 เดือน เฉลี่ยวันละ 15-20 นาที โดยครูประจำชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 ทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมดูแลเรื่องเวลาและการใช้งานนอกเวลาเรียนปกติ ให้นักเรียนได้นักเรียน ทำแบบทดสอบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 40 ข้อ จากนั้นทดลองใช้งาน Application ที่ติดตั้งไว้ใน เครื่องคอมพิวเตอร์ Tablet วันละ 1 เรื่อง จนครบทั้ง 12 เรื่องย่อย จากนั้นวนกลับมาเริ่มเรียน เรื่องที่ 1 ใหม่ ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5 3) การเรียงเลขจำนวน 1-5 4) จำนวนนับ 6-9 5) การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9 6) การเรียงลำดับจำนวน 6-9 7) การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5 8) การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9 9) การบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักที่ ผลบวกไม่เกิน 15 10) การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5 11) การลบจำนวนสองจำนวนที่ ตัวตั้งไม่เกิน 9 และ 12) การลบจำนวนหนึ่งหลักจากจำนวนสองหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15 จากนั้นทำแบบ ทดสอบทดสอบหลังเรียน จำนวน 40 ข้อ ขั้นตอนสุดท้ายให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจ เกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ผลการวิเคราะห์ต่าง ๆ มีดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

หลังเรียน สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

นักเรียนมีความพึงพอใจเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนความพึงพอใจแยกเป็นรายข้ออยู่ในระดับมากทุกข้อจำนวน 15 ข้อ ได้แก่ 1) ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขจำนวน เพิ่มมากขึ้น 2) เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความรู้ของผู้เรียน 3) การแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา 4) การแสดงผลโต้ตอบ (ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาขณะเรียน) 5) การแสดงผลป้อนกลับ (ระดับผลคะแนน) 6) การได้รับรางวัลชมเชยเมื่อตอบถูก 7) หน้าจอมีสีสัน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ 8) หน้าจอมีการจัดวางส่วนต่าง ๆ สวยงาม น่าสนใจ 9) รูปแบบตัวเลข และข้อความตัวอักษรสวยงามเหมาะสม 10) ภาพประกอบและภาพเคลื่อนไหวสวยงามเหมาะสม 11) การใช้เสียงประกอบชัดเจนเหมาะสม 12) การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว 13) เมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก 14) มีความสนุกสนานตื่นเต้นร่าเริงในการเรียน และ 15) มีความสมบูรณ์ ไม่มีการสะดุดขณะใช้งาน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของนักเรียนเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดฯ ในการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ได้แก่ ควรมีเกมที่มีการเล่นร่วมกัน (เล่นพร้อมกันสองคน) ควรมีจำนวนตัวละครที่หลากหลาย ทั้งส่วนตัวละครที่เป็นตัวเอก และตัวละครที่เป็นตัวร้าย ควรมีการเก็บคะแนนหลาย ๆ แบบ (นอกจากเก็บคะแนนจากแก้ปัญหาในเรื่องของเลขจำนวน) เช่น การเก็บเหรียญ การเก็บเพชร การเก็บเงิน หรือสิ่งมีค่าต่าง ๆ

ระยะที่ 4 รับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ จนครบถ้วนแล้ว ได้ผลดังนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและมีลักษณะเด่น คือ

1.1 เป็นรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบ์เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ มีความโดดเด่นในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีในลักษณะของคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตผสมผสานกับบทเรียนเลิร์นนิ่งออบเจ็คและเกมทางการศึกษาเข้ามาช่วยสนับสนุนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

ตลอดจนมีความสอดคล้องกับการออกแบบกิจกรรมและเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง เลขจำนวน เป็นอย่างดี

1.2 เป็นรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่มีความเหมาะสมดี เป็นไปตามจุดประสงค์ของการออกแบบ สอดคล้องกับการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สนับสนุนให้ผู้เรียนมีความตื่นตัว และส่งเสริมให้เกิดทักษะความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

1.3 มีการศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบที่สมบูรณ์เพราะได้ข้อมูลมาอย่างหลากหลายจากครูที่มีประสบการณ์ประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดทั่วประเทศ และได้ผ่านการทดลองจากการจัดการอบรมจริงมาแล้ว

1.4 มีขั้นตอนการใช้งานที่สะดวก อาจารย์ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ได้ในหลายระดับทางคณิตศาสตร์นอกเหนือจากเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง เลขจำนวน ในระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1

2. ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอประเด็นในการอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

1. ภาพรวมเกี่ยวกับลักษณะของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดลองศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด 77 จังหวัด ทั่วประเทศ โดยทำการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบร่างโมเดลเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากนั้นศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดฯ เพื่อนำมาสร้างเป็นรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ได้ ดำเนินการทดลองอบรมฝึกปฏิบัติการเพื่อให้ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูทางด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีได้ลงมือร่วมกันพัฒนางานออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ตามรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบ้นแท้บเล็ด

เล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานฯ จำนวน 5 วัน จากนั้นดำเนินการทดลองโดยให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการคัดกรองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้ทดลองเรียนจากเลิร์นนิ่งออบเจ็คเฉลี่ยวัน 15-20 นาที เป็นเวลา 2 เดือน ผลปรากฏว่า ผลคะแนนระหว่างทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน ในภาพรวมคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน ทั้งนี้มีข้อสังเกตใน 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนของนักเรียนบางคนจะไม่มี ความแตกต่างกันมาก เช่น ถ้านักเรียนคนใดมีคะแนนส่วนใดต่ำก็จะยังคงต่ำอยู่เช่นเดิม คะแนนส่วนใดที่สูง อยู่แล้วก็จะยังคงสูงอยู่เหมือนเดิม 2) คะแนนของนักเรียนบางคนแปรปรวน คือ มีคะแนนจากการทำ แบบทดสอบหลังเรียน บางข้อหรือบางเรื่อง ได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน ทั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนแอลดีทางด้านคณิตศาสตร์จะมีการรับรู้จำกัดในบางเรื่อง แต่ก็รับรู้ได้ดีในบางเรื่อง (ถูกบล็อควิธีความสามารถในการรับรู้) เช่น กรณีนักเรียนบางคนไม่สามารถเข้าใจได้ว่าเลข 8 เป็น อย่างไร ก็จะไม่เข้าใจในระยะอันสั้นได้ นักเรียนบางคนไม่เข้าใจการเรียง 2-3 แต่ก็อาจเข้าใจการ เรียงลำดับของเลขตัวอื่น ๆ ได้ ฉะนั้นนักเรียนแอลดีหรือนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้าน คณิตศาสตร์ที่เรียนจากเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ทั้ง 19 คน ก็อาจจะมีลักษณะการรับรู้ หรือมีวิธีเข้าใจ ตัวเลขทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน 19 แบบตามจำนวนคน มากหรือน้อยแตกต่างกันออกไป ผล คะแนนส่วนใหญ่จึงยังคงเดิม ไม่แตกต่างกันระหว่างทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน สอดคล้องกับ (Shapiro & Rich, 1999 อ้างใน กานดา พุพุด, 2547) และศรียา นิยมธรรม (2537:3) ที่ระบุว่า เด็ก ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จะมีความผิดปกติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของ กระบวนการพื้นฐานทางจิตวิทยา ซึ่งความผิดปกติอาจมาจากปัญหาในการรับฟัง การคิด การคำนวณ ดังนั้น ผลของการนำไปใช้เลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ก็ควรใช้เรียนเป็นเรื่อง ๆ หรือทีละเรื่อง เรียนรู้ โดย เบญจพร ปัญญาองค์ (2549) ได้กล่าวถึงหลักการสอนเด็กที่มีความ บกพร่องทางการเรียนรู้ไว้ว่า การสอนเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้จะต้องใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย โดยพิจารณาจากปัญหาของเด็กแต่ละคน เริ่มตั้งแต่การสอนจากสิ่งที่ย่างที่สุด จะเป็นการเริ่มต้นที่ดีที่ โดยต้องเริ่มในระดับที่ต่ำกว่าความสามารถของเด็กเล็กน้อย เพื่อให้เด็กรู้สึกว่าคุณประสบความสำเร็จ ในการเรียน ทำให้เด็กมีกำลังใจที่จะเรียนในระดับที่ยากขึ้นต่อไป ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ตามขีด ความสามารถของตน การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพควรจัดให้สอดคล้องกับความสามารถในการ เรียนรู้ของเด็ก เพราะเด็กแต่ละคนจะมีความก้าวหน้าในการเรียนไม่เหมือนกัน และใช้เวลาเรียนใน เรื่องเดียวกันแตกต่างกัน ดังนั้นเด็กพิเศษอาจต้องสอนเป็นรายบุคคล สอนกลุ่มเล็ก ดิวก่อนเข้าเรียน หรือสอนเสริมหลักเล็กเรียน ซึ่งลักษณะการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้เด็กได้ร่วมแสดงความ คิดเห็นโดยใช้การกระตุ้นให้เด็กใช้ความคิด ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อเปิด โอกาสให้นักเรียนได้นำประสบการณ์ของตนเองมาใช้ในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ตามแนวคิดของ Math Makes Sense ซึ่งจะทำให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์เกิดการเรียนรู้ได้ดี

เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนที่มีความบกพร่อง ซึ่งเมื่อจัดการเรียนการสอนตามแนวทางดังกล่าวนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้จากงานวิจัยของ สุนีย์นารถ เลี่ยมวัฒนสุธา (2550) ที่ได้ทำการ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกเลขสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อประสม พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับดี โดยนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เรื่องการบวกสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสื่อประสมที่ใช้ในการวิจัยเป็นกระบวนการที่ใช้สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายที่นำมาสอนนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ให้มีศักยภาพในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้สูงขึ้น และนอกจากนั้นแล้วงานวิจัยของ Peters (2010)ยังได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ว่าจะต้องมีองค์ประกอบในด้านการสนับสนุน การบริการและความช่วยเหลือ การมีส่วนร่วมของกิจกรรมอย่างเต็มรูปแบบเพื่อที่พวกเขาจะได้ประสบความสำเร็จ ซึ่งจากทั้งสองงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าผลการวิจัยที่ปรากฏสอดคล้องกับความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดว่าเมื่อจัดการเรียนการสอนตามความคิดเห็นของครูแล้วจะส่งผลให้ทัศนคติทางคณิตศาสตร์ให้ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดีขึ้น

2. องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) คน 2) ความบกพร่องทางการเรียนรู้ 3) การออกแบบเกม และ 4) เทคโนโลยี

2.1 คน เป็นกลุ่มคนที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนที่มีความถนัดหรือเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือทางด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนที่มีความถนัดหรือเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี เป็นผู้ใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบเนทีบเล็ดโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ 2) นักเรียน คือ ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (ที่มีการคัดกรองแล้ว) เป็นผู้ใช้งานแอปพลิเคชันที่มี

รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ความสัมพันธ์ของครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (ครูประจำชั้น) กับเด็กนักเรียนก็คือ ครูจะทำหน้าที่ในการคัดกรองเด็กนักเรียนแต่ละคนว่า มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์มากน้อยแค่ไหนในภาคเรียนที่สอง และยังทำหน้าที่ในการพัฒนา และออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะเห็นได้จากงานวิจัยของ กฤษณา ปลื้มรัมย์ (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสภาพการประเมินผลการเรียนรู้เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน (2) เพื่อพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (3) เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Woodward (2006) ได้ศึกษาการสอนการรู้ค่าจำนวนสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวิธีสอนการรู้ค่าจำนวนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง

2.2 องค์ประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นการใช้คุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ หรือแอลดีโดยทั่วไป และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หรือแอลดีทางคณิตศาสตร์ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ และอาศัยข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด ซึ่งเป็นความคิดเห็นที่สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แนวทางการช่วยเหลือเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นองค์ประกอบในการพัฒนาดังนี้

จากการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษมีความคิดเห็นว่าการเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ โดยการอาศัยการวางแผนการสอน การใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ อย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งอาจจะทำการสอนแบบตัวต่อตัวหรือคัดแยกและจัดกลุ่มสอนตามพัฒนาการ โดยที่ครูจะต้องคำนึงถึงการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็นเป็นกระบวนการที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ การใช้บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง การให้นักเรียนเลือกที่จะเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตนเอง การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง เลือกเรียนหรือเลือกกิจกรรม

ด้วยตนเองและลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ดีขึ้น และนอกจากกระบวนการที่กล่าวมาแล้วนั้นยังต้องคำนึงถึงเทคนิควิธีการสอนที่ส่งผลให้นักเรียนเกิดผลดีตั้งแต่ การสอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปทีละขั้น สอนโดยใช้รูปภาพประกอบ สอนอย่างช้า ๆ ซ้ำไปซ้ำมา โดยใช้สื่อหลาย ๆ อย่างทั้งรูปภาพ สัญลักษณ์ ภาพเคลื่อนไหวประกอบกันและเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผ่านการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสของนักเรียนหลาย ๆ ด้าน โดยที่ครูผู้สอนจะต้องช่วยเหลือนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอนตั้งแต่ การจัดความรู้ของผู้เรียนให้เป็นหมวดหมู่ ใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้และจำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้า การทบทวนความรู้เดิม การคิดหาเหตุผล การคิดสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นตัวแทนความรู้ใหม่และประเมินความรู้ตนเองเป็นระยะ ๆ ซึ่งเทคนิค กระบวนการ วิธีการสอนต่าง ๆ ดังที่กล่าวมานั้น เป็นกระบวนการที่ครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษทั้งเพศชายและหญิง ทั้งที่มีประสบการณ์การสอนน้อยถึงมาก ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันว่าเมื่อผ่านกระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้จะสามารถช่วยให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น โดยที่ครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษมีความคิดเห็นน้อยมากที่จะมองว่านักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ ซึ่งจากความคิดเห็นของครูส่วนใหญ่ดังกล่าวเป็นความคิดเห็นที่สอดคล้องกับแนวทางการช่วยเหลือเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดย เบญจพร ปัญญาพงศ์ (2549) ได้กล่าวถึงหลักการสอนเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ไว้ว่า การสอนเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้จะต้องใช้วิธีการสอนที่หลากหลายโดยพิจารณาจากปัญหาของเด็กแต่ละคน เริ่มตั้งแต่การสอนจากสิ่งที่ย่างที่สุด จะเป็นการเริ่มต้นที่ดีที่ต้องเริ่มในระดับที่ต่ำกว่าความสามารถของเด็กเล็กน้อย เพื่อให้เด็กรู้สึกว่าคุณประสบความสำเร็จในการเรียน ทำให้เด็กมีกำลังใจที่จะเรียนในระดับที่ยากขึ้นต่อไป ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้ตามขีดความสามารถของตน การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพควรจัดให้สอดคล้องกับความสามารถในการเรียนรู้ของเด็ก เพราะเด็กแต่ละคนจะมีความก้าวหน้าในการเรียนไม่เหมือนกัน และใช้เวลาเรียนในเรื่องเดียวกันแตกต่างกัน ดังนั้นเด็กพิเศษอาจต้องสอนเป็นรายบุคคล สอนกลุ่มเล็ก ดิวก่อนเข้าเรียนหรือสอนเสริมหลักเล็กเรียน ซึ่งลักษณะการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้เด็กได้ร่วมแสดงความคิดเห็นโดยใช้การกระตุ้นให้เด็กใช้ความคิดผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำประสบการณ์ของตนเองมาใช้ในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ตามแนวคิดของ Math Makes Sense ซึ่งจะทำให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์เกิดการเรียนรู้ได้ดี เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนที่มีความบกพร่อง ซึ่งเมื่อจัดการเรียนการสอนตามแนวทางดังกล่าวนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้จากงานวิจัยของ สุนีย์นารถ เลี่ยมวัฒนสุธา (2550) ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกเลขสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดย

ใช้สื่อประสม พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับดี โดยนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เรื่องการบวกสูงกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสื่อประสมที่ใช้ในการวิจัยเป็นกระบวนการที่ใช้สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายที่นำมาสอนนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ให้มีศักยภาพในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้สูงขึ้น และนอกจากนั้นแล้วงานวิจัยของ Peters (2010) ยังได้กล่าวถึง องค์ประกอบในการช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ว่าจะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบในด้านการสนับสนุน การบริการและความช่วยเหลือ การมีส่วนร่วมของกิจกรรมอย่างเต็มรูปแบบเพื่อที่พวกเขาจะได้ ประสบความสำเร็จ ซึ่งจากทั้งสองงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าผลการวิจัยที่ปรากฏสอดคล้องกับความคิดเห็น ของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดว่าเมื่อจัดการเรียนการสอนตามความคิดเห็น ของครูแล้วจะส่งผลให้ทัศนคติทางคณิตศาสตร์ให้ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ดีขึ้น

2.3 การออกแบบเกม เป็นการออกแบบการเรียนการสอนรูปแบบเกมทางการศึกษา โดยการผสมผสานการออกแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน การออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ และการออกแบบโดยวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model ได้แก่ 1) การออกแบบ การเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน ซึ่งเกมจะต้องมีกฎกติกาเสริมสร้างจินตนาการ เน้นผจญภัย (ท่องอวกาศ ทะเล) เลือกตัวละคร เลือกรางวัลที่ได้รับ เช่น เลือกหัวใจ ดาว มีการคำนวณตัวเลข (รูปภาพ กับ จำนวนตัวเลข) เพื่อผ่านอุปสรรค (เครื่องกั้น หิน) จัดเรียงลำดับจำนวนด้วยรูปภาพและเปรียบเทียบกับตัวเลขด้วยตัวเอง แก้ปัญหาตามคำแนะนำ (สาธิต) และแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ใช้เครื่องมือช่วย) มีระดับจากง่าย ปานกลาง และยาก รวมทั้งเลือกเส้นทางในการผจญภัย 2) การออกแบบโดยใช้วิธี ช่วยเสริมศักยภาพ ซึ่งเป็นการใช้ภาพ สัญลักษณ์ง่าย ๆ ภาพเคลื่อนไหว และลูกเต๋า การใช้ตัวละคร ภาพการ์ตูน ภาพเคลื่อนไหว มีการสรุปด้วยภาพ Concept map แผนภาพและเสียงบรรยาย (เฉพาะ เสียงบรรยาย) มีการบอกใช้ด้วยจำนวนภาพการ์ตูน สัญลักษณ์ ลูกเต๋า โดยที่ผู้เรียนเลือกชี้แนะคำตอบ และ 3) การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model ซึ่งเป็นการเล่นเกมจากเรื่อง ง่าย ๆ ค่อย ๆ ยากขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่หลากหลาย โดยเลือกปัญหาในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเป็นกิจกรรมกลุ่ม (กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่) มีการสรุปความเข้าใจและตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ (หลังผ่าน แต่ละช่วง) เสนอคำชี้แนะก่อนเข้าสู่เนื้อหาและการเล่นเกม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยนันท์ ปานน้อม (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการเสริมแรงทางบวกในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีการศึกษาศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเสริมแรง ทางบวกในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และสกุล สุขศิริ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เกมเป็นสื่อ ในการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าทั้งระดับความจำและ ความเข้าใจ และรูปแบบของเกมสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม และทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน เพราะฉะนั้นเราสามารถที่จะใช้ Game Based

Learning ไปแทนที่การฝึกอบรมรูปแบบเดิม ๆ ได้เช่นวิชาใดเป็นวิชาที่ยาก ข้อมูลเยอะ ผู้เรียนไม่ค่อยอยากเรียนวิชานี้ นักฝึกอบรมหรือผู้ออกแบบการเรียนรู้สามารถนำเอาเนื้อหาเหล่านั้นมาดัดแปลงเป็นเกม เพื่อให้เกิดความน่าสนใจและง่ายต่อความเข้าใจมาก ดังที่ Tan, Ling & Ting (2007) ได้ทำการวิจัย เรื่อง Adaptive Digital Game-Based Learning Framework ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนและการเรียนรู้ร่วมกันเกี่ยวกับการให้ความรู้ในการเรียนภายในห้องเรียนด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยี นักออกแบบเกมได้นำเสนอและตั้งข้อสังเกตว่าแนวโน้มกรอบเทคโนโลยีนี้และรูปแบบการส่งเสริมให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีผลดีทีเดียว อย่างไรก็ตามรูปแบบส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ที่พฤติกรรมการเรียนรู้ในการเล่นเกมนั้น การออกแบบซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะอำนวยความสะดวกในกระบวนการเรียนรู้ในการเรียนรู้ผ่าน ในมุมมองของนักวิจัยมุ่งเน้นไปที่การนำเสนอ และพูดถึงส่วนประกอบที่ใช้ประโยชน์ในด้านการสอนในการออกแบบเกมตามสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

2.4 เทคโนโลยี เป็นการใช้เทคโนโลยีทางด้านการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คผสมผสานกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต ได้แก่ 1) การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค ซึ่งเป็นการแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ สั้นกระชับ และง่าย และมีส่วนร่วมกับการเล่น ด้วยการเสริมแรงอย่างต่อเนื่องที่ละขั้นตอน เมื่อตอบถูกมีคำชมเชย (เก่งมากคะ ถูกต้องคะ ถูกอีกแล้วคะ ฯลฯ) ตอบผิดแสดงเสียงให้กำลังใจ (พยายามใหม่คะ ลองดูอีกครั้งนะคะ ลองใหม่คะ ฯลฯ) สะสมรางวัลแบบต่างๆ (ดาว หัวใจ ค่ะแนน ฯลฯ) แบ่งระดับ (ง่าย ปานกลาง ยาก) มีตัวช่วยต่างๆ (จำนวนภาพ เลขติดดาว เลขติดจุด ฯลฯ) เลือกลงเส้นทางเรียน (ทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศ ฯลฯ) หน้าจอชัดเจน สดใสตามวัยเด็กใช้สัญลักษณ์เรียบง่ายนำทาง (ปุ่ม และเครื่องมือเล่นเกม ฯลฯ) โดยที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) สนับสนุนแนวคิดที่ว่า การผลิต Learning Object นั้นควรเป็นเกม สถานการณ์จำลอง มีเนื้อหากิจกรรมสั้นกะทัดรัด มีแนวคิดชัดเจน ซึ่งเนื้อหากิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น ในด้านอายุ ความสนใจ ความรู้เดิม 2) การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต ซึ่งเป็นการเล่นเกมนั้นใช้การเอียง (บอล เรือ เครื่องบิน ฯลฯ) ไปตามแนวที่กำกับกำหนดและโดยอิสระ ใช้นิ้วลาก (สัตว์ สิ่งของ ฯลฯ) เคลื่อนที่วัตถุตามจุดควบคุม และตามลูกศรควบคุม โดยมีการย้ายภาพไปตามเป้าหมาย ตามเงื่อนไข และตามเส้นทาง (นิ้วสัมผัส จุดควบคุม และลูกศรควบคุม) และมีการย่อ-ขยายส่วนภาพประกอบ ส่วนส่วนโต้ตอบ และส่วนคำตอบ (ชัดเจน) โดยที่ Atkins (2005) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะเลิร์นนิ่งออบเจ็คยังสามารถส่งเสริมการสอน เนื้อหา กระบวนการ ทักษะที่แพร่หลายอยู่แล้ว โดยเริ่มจากพื้นฐานสู่ระดับที่ซับซ้อนขึ้นไป และส่งเสริมให้มีการสำรวจค้นหาแบบปฏิสัมพันธ์ในบริบทของสื่อประสมที่เร้าความสนใจ สามารถรองรับผู้เรียนที่ระดับความสามารถและวิธีการเรียนแตกต่างกัน กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน และส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถเรียนทวนซ้ำได้ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะ

จากผลสรุปและอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ไปใช้สำหรับเด็กนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรมีการทดลองใช้งานเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ (ส่วนแอปพลิเคชัน) ทีละเรื่อง ช้า ๆ หลาย ๆ ครั้ง สลับกับการประเมินความรู้ เพื่อตรวจสอบพัฒนาการหรือความก้าวหน้า ตรวจสอบหาความบกพร่องของเด็กนักเรียนที่ยังไม่สามารถพัฒนาการได้ อันเป็นผลมาจากความบกพร่องเฉพาะจุด หรือเฉพาะเรื่องนั้น ๆ เช่น นักเรียนมีความบกพร่องเฉพาะเรื่องตัวเลขจำนวน 5 หรือนักเรียนมีความบกพร่องเฉพาะเรื่องเลขจำนวนที่มีการเรียงตัวเลข 6 กับ 7 เท่านั้น เป็นต้น จากนั้นทำการปรับเปลี่ยนการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ให้ตรงกับความบกพร่องของเด็กนักเรียนโดยตรง เช่น มีการปรับเปลี่ยนเนื้อหา หรือวิธีการให้สอดคล้องกับสิ่งที่เด็กนักเรียนนั้นเกิดปัญหาโดยตรง

1.2 การนำรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ไปใช้สำหรับครูผู้สอนในรายวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความบกพร่องของนักเรียน เช่น ครูผู้สอนวิชาภาษาไทย ครูผู้สอนวิชาภาษาอังกฤษ สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่สอดคล้องกับบริบทของแต่ละรายวิชา หรือความต้องการของครูผู้สอนได้ เนื่องจากการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ สามารถประยุกต์ได้กับรายวิชาดังกล่าว ตามขั้นตอนของการออกแบบฯ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ประเมินความเป็นไปได้ 2) วิเคราะห์ 3) ระบุวัตถุประสงค์ 4) ออกแบบ 5) พัฒนา 6) ดำเนินงาน และ 7) ประเมินผล

1.3 การนำรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ไปใช้สำหรับโรงเรียนต่าง ๆ ในการพัฒนาเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ (การพัฒนาแอปพลิเคชัน) โดยการจัดฝึกอบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยความร่วมมือระหว่างครูผู้สอนประจำรายวิชาต่าง ๆ ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษโดยตรง ครูผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบและการจัดองค์ประกอบ ตลอดจนครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา เพื่อร่วมมือกันพัฒนางานเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ที่มีคุณภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ โดยมีการลงรายละเอียดหรือเจาะลึกสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปัญหาอื่น ๆ ดังเช่น นักเรียนที่ไม่เข้าใจเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ตีโจทย์ปัญหาไม่ได้

นักเรียนที่ไม่สามารถลำดับเหตุการณ์ได้ นักเรียนที่สับสนในการทำตามคำสั่ง เป็นต้น เป็นการประยุกต์ใช้รูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ของอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยเกมเป็นฐานๆ สำหรับนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน และต้องได้รับการเรียนที่มีความเฉพาะเหมาะกับเด็กคนนั้น ๆ เป็นกรณีไป คือ การเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความสามารถของนักเรียน (Adaptive Learning)

2.2 ควรนำรูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ของอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยเกมเป็นฐานๆ ไปใช้แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ นอกจากความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ ปัญหาในการเรียนรู้ด้านการอ่านหรือความบกพร่องด้านการอ่าน เช่น อ่านผิด ตกหล่น อ่านข้ามคำ เพิ่มคำ สลับพยัญชนะ ผสมคำ แยกคำอ่านไม่ได้ ฯลฯ ปัญหาในการเรียนรู้ด้านการเขียนหรือความบกพร่องด้านการเขียน เช่น เขียนตัวหนังสือกลับหลัง เขียนพยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ไม่ถูกที่ หรือเขียนคำสลับตำแหน่งกัน ฯลฯ โดยวิธีการประยุกต์กระบวนการจัดการอื่นที่เหมาะสมกับปัญหา ผสมผสานกับรูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ของอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยเกมเป็นฐานๆ ให้ได้รับการช่วยเหลือตามกลไกที่เหมาะสม

2.3 ควรสร้างรูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ของอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยเกมเป็นฐานๆ เพื่อใช้กับเด็กพิเศษหรือเด็กที่มีความต้องการพิเศษ (Children with Special Needs) ลักษณะอื่น ๆ เช่น เด็กออทิสติก (Autistic) เด็กที่มีความบกพร่องทางพฤติกรรมและอารมณ์ เด็กที่มีความบกพร่องทางการพูด เด็กที่มีความบกพร่องทางด้านภาษา เด็กสมาธิสั้น หรือเด็กที่มีความบกพร่องซ้ำซ้อน (พิการซ้อน) เด็กที่ไร้สมรรถภาพ (Disability) อื่น เป็นต้น

รายการอ้างอิง

- Anderson, C., Dockendrof, M., Jackson, M., & et. al. (2004). *Mathematics Makes Sense*. Toronto: Pearson Education Canada.
- Atkins, S., & Jones, D. (2004). Consideration for learning design.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). Educational psychology: A cognitive view.
- Bell, F. H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics*. Iowa, Dubuque: Wm.C.Brown Company Publishers.
- Berk, L. E., & Winsler, A. (1995). *Scaffolding Children's Learning: Vygotsky and Early Childhood Education. NAEYC Research into Practice Series. Volume 7*: ERIC.
- Betz, N. E. (1992). Counseling Uses of Career Self-Efficacy Theory. *The Career Development Quarterly*, 41(1), 22-26.
- Bowen, L. M. (2005). *Intervention Strategies for LD Students*. Illinois: Illinois State University.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*: National Academy Press.
- Bruner, J. S. (1964). The course of cognitive growth. *American psychologist*, 19(1), 1.
- Caffarella, E. P., Davis, R. H., Alexander, L. T., & Yelon, S. L. (1975). Learning System Design: An Approach to the Improvement of Instruction: JSTOR.
- Cathy, A., Maureen, D, Michelle, J, Sharon, J, Brenda, L, Carole, S, & et. al. (2004). *Mathematics Makes Sense*. Toronto: Pearson Education Canada.
- Charlesworth, R. (1997). Mathematics in the developmentally appropriate integrated curriculum. *Intergrated curriculum and developmentally appropriate practice: Birth to age eight*, 51-73.
- Chris, C. (2011). The Art of Computer Game Design.
- Churchill, D. (2011). Conceptual Model Learning Objects and Design Recommendations for Small Screens. *Educational Technology & Society*, 14(1), 203-216.

- Connell, M., Maggie,. (2012). How does Addison Wesley Mathematics Makes Sense Support the Use of Manipulatives.
- Cotterall, S., & Cohen, R. (2003). Scaffolding for second language writers: producing an academic essay. *ELT journal*, 57(2), 158-166.
- De Cecco, J. P. C., & William, R. (1974). The] psychology of learning and instruction educational psychology.
- Demeulle, L., Lowther, D. L., & Morrison, G. R. (1998). *Integrating computer technology into the classroom*: Prentice Hall PTR.
- Dowling, A. M., & Ahern, T. (2012). *Rules of the Game: Effects of a Game-based Metaphor on Instructional Activity Design and the Use of Student Mentors on Learning Outcomes in a Middle School General Science Class*: West Virginia University Libraries.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2006). Strategies and models for teachers: Teaching content and thinking skills: Boston. MA: Pearson/Allyn & Bacon.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (1997). Windows on classrooms. *Educational psychology (3rd ed.)*. Columbus, OH: Merrill-Prentice Hall.
- Ellington, H., Harris, D., & Harris, N. D. C. (1986). *Dictionary of instructional technology*: Nichols Pub Co.
- Feng, X., & Huang, R. Y. (1996). Estimation of activation energy for permeation in pervaporation processes. *Journal of Membrane Science*, 118(1), 127-131.
- Feng, X., Zhang, W., & Chen, L. (2011). Distance education in rural China achieves inter-school collaboration and increased access to education. *Distances et savoirs*, 9(1), 53-67.
- Ghanbari, N., & Goudarzi, R. (2013). Study of Educational Plays Effect on Learning Concepts of Knowing and Comparing Number Mathematics in First-grade Girl Students of Shahr-e Ray. *IAU International Journal of Social Sciences*, 3(4), 17-23.
- Gronn, D., Clarke, O., & Lewis, G. (2006). Using the Learning Federation's Learning Objects in the Classroom. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 11(2), 4-7.
- Hammond, M., & Collins, R. (1991). *Self-Directed Learning: Critical Practice*: ERIC.

- Hartman, B. P. (2002). *Intermediate Accounting*. Cincinnati, Ohio: South - Western.
- Jacobsen, D. A., Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (1993). *Methods for teaching: A skills approach*: Simon & Schuster Books For Young Readers.
- Jeffrey P. Bakken. (2006). *Strategy Instruction Ideas for Students with Learning Disabilities*. Illinois: Illinois State University.
- Jitendra, A. (2002). Teaching students math problem-solving through graphic representations. *Teaching exceptional children*, 34(4), 34-38.
- Jitendra, A. K., Kathryn. (1996). The effects of schema-based instruction on the mathematical word-problem-solving performance of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29(4), 422-431.
- Joyce, B., & Showers, B. ((1992). *The coaching of teaching*: Education Leadership.
- Joyce, B., & Weil, M. (1986). *Model of teaching* (3 ed.). London: Prentice-Hall.
- Joyce, B., & Weil, M. (1992). *Models of Teaching* (3 ed.). Englewood Cliffs, N.J.: Prentice- Hall.
- Joyce, B., & Weil, M. (1996). *Models of teaching* (5 ed.). London: Allyn and Bacon.
- Joyce, B., & Weil, M. (2009). *Models of Teaching* (8 ed.). New York: Allyn & Bacon.
- Joyce, B., Weil, M. & Calhoun,. (2009). *Model of Teaching* (8 ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Joyce, B. W., M. and Showers, B. (1992). *Model of Teaching: A Division of Simon & Schuster* (4 ed.). London: Allyn and Bacon.
- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. *Handbook of research on effective electronic gaming in education*, 1, 1-32.
- Kim, Y., Hamilton, E. R., Zheng, J., & Baylor, A. L. (2006). *Scaffolding learner motivation through a virtual peer*. Paper presented at the Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences.
- Lake, D., Lowe, K., Phillips, R., Cummings, R., & Schibeci, R. (2008). Effective use of learning objects in class environments.
- Lexico Publishing Group. (2012). *Instructional Scaffolding*.
- Lovell, K. (1996). *Education psychology and children*. Great Britain for University of LondonPress.

- Luo, X., Wei, X., & Zhang, J. (2009). *Game-based learning model using fuzzy cognitive map*. Paper presented at the Proceedings of the first ACM international workshop on Multimedia technologies for distance learning.
- Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive science*, 5(4), 333-369.
- McKenzie, J. (2012). Scaffolding for Success. *The Educational Technology Journal*.
- Meece, J. L. (2001). *Child and Adolescent Development for Educators with Free Making the Grade*: McGraw-Hill Humanities, Social Sciences & World Languages.
- Mowat, J. (2007). The instructional design of learning objects. *Learning Solutions Magazine*.
- National Center for Learning Disabilities. (2012). The educators' guide to guide to learning disabilities and ADHD.
- Peters, M. L. (2010). A phenomenological study of the experiences of helping professionals with learning disabilities.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Quinn, P. C. (1985). Suprathreshold contrast perception as a function of spatial frequency. *Perception & psychophysics*, 38(5), 408-414.
- Reece, A. A. (2009). *A reusable learning object design model for elementary mathematics*: Universal-Publishers.
- Rittle-Johnson, B., & Koedinger, K. R. (2005). Designing knowledge scaffolds to support mathematical problem solving. *Cognition and Instruction*, 23(3), 313-349.
- Seels, B., Glasgow, Z. (1998). *Making Instructional Design Decision*. Merrill Upper Saddle River, NJ.
- Sherman, G. (2005). Desperately seeking scaffolds. *Virginia Society for Technology in Education*, 19(1), 2-5.
- Shih, C.-C., Horng, M.-F., & Pan, J.-S. (2010). *A scaffolding M-learning framework with IMS based IPTV PVR service*. Paper presented at the Proceedings of the 4th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication.

- Squires, P. A. (1994). *An application of the learning skills model and the Boyatzis managerial competency model: competencies that distinguish between superior and average performing managers within public libraries*: University Microfilms.
- Tan, P.-H., Ling, S.-W., & Ting, C.-Y. (2007). *Adaptive digital game-based learning framework*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd international conference on Digital interactive media in entertainment and arts.
- Toumasis, C. (1995). Concept worksheet: An important tool for learning. *The Mathematics Teacher*, 88(2), 98-100.
- Trollip, S. R., & Alessi, S. M. (2001). *Multimedia for learning: methods and development*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Twining, P., Cook, D., Ralston, J., & Selwood, I. (2005). *Tablet PCs in schools: Case study report*.
- Vargo, J., Nesbit, J. C., Belfer, K., & Archambault, A. (2003). Learning object evaluation: computer-mediated collaboration and inter-rater reliability. *International Journal of Computers and Applications*, 25(3), 198-205.
- Wiley, D. (2000). *Learning Objects Design and Sequencing Theory*.
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*, 643-696.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem-solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100. *Reproduced with permission of the copyright owner. Further reproduction prohibited without permission.*
- Woodward, J. (2006). *Teaching Number Sense to At-Risk Students in the Intermediate Grades*.
- กรมวิชาการ. (2544). *มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ*. กรุงเทพมหานคร.
- กฤษณา ปลื้มรัมย์. (2551). *การพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

- กานดา พุ่มพุ่ม. (2547). LD : ความเกี่ยวข้องกับสมองส่วนกลาง. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 1(2), 123-135.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อรุณการพิมพ์.
- จุไรศิริ ชูรัช. (2552). การพัฒนาวิธีการสแกนโฟลด์ดิงทักษะการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านวิชาการ โดยใช้ชุดฝึกทักษะ กรณีศึกษา:โรงเรียนวัดควนแร่. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- จุฬามาต จันทรศรีสุต. (2554). การพัฒนาระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดความยุ่งยากทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรุงเทพมหานคร.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2550). *E-Instructional Design* วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูพงษ์ ชูเสมอ. (2553). ความแตกต่างระหว่าง Software, Application, และ Program.
- ณัฐกานต์ จอมขันเงิน. (2549). การใช้เกมฝึกสมองเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, กรุงเทพมหานคร.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร: วงกลมโปรดักชั่น จำกัด.
- ทิตนา แคมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เนตร หงส์ไกรเลิศ. (2547). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนอายุระหว่าง 7-10 ปี ที่มีอาการสมาธิสั้น. วารสารสาธารณสุขและการพัฒนา สถาบันพัฒนาการสาธารณสุขอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล, 2(1).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลิศ อรุณพิบูลย์. (2546). การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.
- เบญจพร ปัญญาองค์. (2543). คู่มือช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- เบญจพร ปัญญาองค์. (2549). Suicide among Children and Adolescents in Thailand. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 51(1).
- ประกายดาว ใจคำปัน. (2549). การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีบทบาทหลักเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, กรุงเทพมหานคร.
- ปราณี พรวิชัยกุล. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความ

- คงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ปราณี รามสูตร. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญกิจ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2534). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- ปิยนันท์ ปานนิม. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเสริมแรงทางบวกในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถม ศึกษาปีที่ 2 ที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่
ไม่นิ่ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2542). เด็กที่มีปัญหาการเรียนรู้อ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ PA.Art & Printing Co.,
Ltd.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2544). เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: แวนแก้ว.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2549). การวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมการสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้าน
คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: แวนแก้ว.
- พงษ์ธนัช แซ่จู้. (2554). การพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชัน โดยใช้เทคนิคด้าไมนิ่ง และสแคฟ
โพลด์ดิ่ง. (วิทยานิพนธ์ดุขฎิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
กรุงเทพมหานคร.
- พรพิมล รอดเคราะห์. (2550). ผลของรูปแบบของการให้ผลป้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพมหานคร.
- พรพิรุณ บุตรดา. (2550). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิด วิเคราะห์ และ
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้
ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต),
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, กรุงเทพมหานคร.
- พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. (2555). คู่มือ เขียนแอป Andoidสำหรับผู้เริ่มต้น. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดเคชั่น.
- พิมพ์พัชร พรสวรรค์. (2552). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เชิงวัตถุรูปแบบจำลองสถานการณ์ในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.
- วรเศรษฐ์ อาเขต. (2552). การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการฟื้นฟูเด็กสมองพิการ. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต),
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.
- วรสุดา บุญยไวโรจน์. (2530). เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. (2531). สื่อการสอน เทคโนโลยีทางการศึกษา และการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร: โรง
พิมพ์ชวนพิมพ์.

- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2556). ปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์.
- วัลย์พร ไชยสิทธิ์. (2554). การพัฒนาแอปพลิเคชันฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.
- วีณา อาสุยา. (2548). ผลการใช้เทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟิกต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- ศยามน อินสะอาด. (2551). นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษาที่ชาว คนท ควรรู้.
- ศรีนลิน พิมพ์ประเสริฐ. (2555). *Android smart phone*. กรุงเทพมหานคร: โปรวีชั่น.
- ศรียา นียมธรรม. (2537). แบบคัดแยกเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศรียา นียมธรรม. (2540). ปัญหายุ่งยากทางการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: พรานนกการพิมพ์.
- ศรียา นียมธรรม. (2545). การเรียนร่วมสำหรับเด็กปฐมวัย พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: บริษัทต้นอ่อน.
- ศรีสุดา ดวงไธด์. (2554). การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์บูรณาการคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.
- ศิริพันธ์ ศรีวินยงค์. (2552). การพัฒนารูปแบบการเสริมสร้างทักษะการอ่านคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-3 ที่มีภาวะการอ่านบกพร่อง. (ปริญญาโทการศึกษาดุขฎิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- เศกญาณ ผดุงสัตยวงศ์. (2553). การพัฒนารูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนออทิสติกที่มีความสามารถสูง. (วิทยานิพนธ์ดุขฎิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สกุล สุขศิริ. (2550). ผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบ Game Base Learning สารนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และองค์การ) กรุงเทพมหานคร: คณะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สติยา ลังการ์พินธุ์. (2549). Learning Object สื่อการเรียนรู้ยุคผ่านดิจิทัล. วารสาร สสวท., 33(134), 70-74.
- สติยา ลังการ์พินธุ์. (2543). การสร้าง Learning Object. วารสาร สสวท, 33(134).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). กรอบมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปฐมวัย สาขาคณิตศาสตร์ประถมศึกษา สสวท. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). ความหมายของ Learning Object. กรุงเทพมหานคร.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). คู่มืออบรมปฏิบัติการบูรณาการใช้คอมพิวเตอร์พกพา (Tablet) เพื่อยกระดับการเรียนการสอน พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน.
- สาลินันท์ เทพประสาน. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบสแคฟโฟลด์สนับสนุน. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2541). การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2538). คู่มือครูการดำเนินงานสำรวจเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.
- สำนักงานปลัด กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 11 พ.ศ.2555-2559. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำเนา ดวงแก้ว. (2550). สแคฟโฟลด์ตั้งที่มีอยู่ในสื่อการเรียนรู้บนคอมพิวเตอร์แบบพึ่งตัวเอง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2546). เอกสารคำสอนวิชาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.
- สุชาติ พลาชัยภิมยศิลป์. (2554). แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน. วารสารนักบริหาร.
- สุนีย์นารถ เลี่ยมวัฒนสุธา. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกเลขสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อประสม. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- สุพรรณษา สารพล. (2550). ผลของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายงานการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ ศษม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุภาพร สรสิทธิ์รัตน์. (2550). การนำเสนอรูปแบบระบบจัดการการเรียนรู้สำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับสถาบันอุดมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2545). ทฤษฎีการออกแบบการสอนในกระบวนทัศน์ใหม่. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2548). เทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุวิทย์ คำมูล และอรทัย คำมูล. (2546). วิธีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์. (2520). เทคนิคและวิธีสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- อนุชา โสมาบุตร. (2549). เอกสารประกอบการสอนนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้. ขอนแก่น: สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรนุช สมภักดี. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัลเรียนรู้แบบออบเจกต์วิชาออกแบบเบื้องต้นสำหรับผู้เรียนด้านการออกแบบระดับอุดมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- อัศวุฒิ จินดานุรักษ์. (2553). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.
- อัมพร ม้าคนอง และพร้อมพรรณ อุดมสิน. (2547). ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ : จุดเน้นของงานสอนคณิตศาสตร์. In ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Ed.), (pp. 110-125). กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- อิศเรศ ภาชนะกาญจน์. (2555). *Easy android* คู่มือใช้งาน *Android* ที่ง่ายที่สุด. กรุงเทพมหานคร: โอดีซี.
- แอลดีไทยแลนด์. (2556). ความรู้เกี่ยวกับเด็กแอลดี 50 ประการ.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและรับรองรูปแบบ
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบ
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคู่มือ/ใบงาน
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบ
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินหาประสิทธิภาพ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและรับรองรูปแบบ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

1. ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ อาจารย์พิเศษ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย

2. ศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ สุขปริตี มหาวิทยาลัยสยาม

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)

3. ดร.สิริลักษณ์ โปรงสันเทียะ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
4. ดร.วริศรา จ้อยตอนกลอย สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์

5. ดร.ศุภรวรรณ แซ่อึ้ง สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมันน์ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ดร.รวีวัตร์ สิริภูบาล กลุ่มงานเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกร สงคราม ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ดร.สุวิทย์ บึงบัว สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)

5. ดร.สิริลักษณ์ โปรงสันเทียะ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
6. ดร.กิงสร เกาะประเสริฐ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฑามาศ ศุภนคร สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคู่มือ/ใบงาน

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธิ์ สติมันน์ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกร สงคราม ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ดร.สุวิทย์ บึงบัว สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)

4. ดร.กิงสร เกาะประเสริฐ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฑามาศ ศุภนคร สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)

1. ดร.กิงสร เกาะประเสริฐ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
2. ดร.สิริลักษณ์ โปรงสันเทียะ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฬามาศ สุภนกร สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินหาประสิทธิภาพ

ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย

1. ศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ สุขปรีดี มหาวิทยาลัยสยาม

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ (ความบกพร่องทางการเรียน)

2. ดร.กิงสร เกาะประเสริฐ สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฬามาศ สุภนกร สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินและรับรองรูปแบบ
- แบบประเมินแบบประเมิน (ร่าง) รูปแบบ
- แบบประเมินตรวจสอบคู่มือ/ใบงาน
- แบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบ
- แบบประเมินประเมินหาประสิทธิภาพ
- แบบสอบถามความคิดเห็นนักเรียน
ที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
- แบบสอบถามครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด
- แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์
(แบบคัดแยกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางคณิตศาสตร์)

**แบบประเมินรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต
โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์**

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN MODEL FOR TABLETS USING GAME - BASED LEARNING WITH SCAFFOLDING TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPTS OF MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

อาจารย์ที่ปรึกษารอง รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

ผู้วิจัย

นายสุวิทย์ ไวยกุล มหาวิทยาลัย

นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง

แบบประเมินและรับรองรูปแบบฯ ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบประเมินและรับรองรูปแบบฯ ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินและรับรอง

ตอนที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 การรับรองรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

ตอนที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของรูของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จนครบถ้วนแล้วท่านเห็นว่ารูปแบบฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาการรับรองรูปแบบฯ ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ คือ ดีมาก (4 คะแนน) ดี (3 คะแนน) พอใช้ (2 คะแนน) และต้องปรับปรุง (1 คะแนน) โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ตามความคิดเห็นของท่าน เมื่อท่านได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลการประเมิน

- ดีมาก
 ดี
 พอใช้
 ควรปรับปรุง

โปรดแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ)..... ผู้ประเมินและรับรอง

()

วันที่ เดือน พ.ศ. 2559

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง
 ที่กรุณาประเมินและรับรองรูปแบบในครั้งนี้

นายสุวิทย์ ไวยกุล

ผู้วิจัย

แบบประเมิน (ร่าง) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต
โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกม
เป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT
DESIGN MODEL FOR TABLETS USING GAME - BASED LEARNING
WITH SCAFFOLDING TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPTS
OF MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

อาจารย์ที่ปรึกษารอง รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

ผู้วิจัย นายสุวิทย์ ไวยกุล

นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต
โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มี
ความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมิน
จะนำไปปรับปรุงแก้ไขรูปแบบฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนจริง

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย นายสุวิทย์ ไวยกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

email : waiyakoon@live.com

โทร. 089-801-4407

คำชี้แจง

การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อคำถามการประเมิน จำนวน 6 ตอน ได้แก่

1. ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ
2. องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ
3. ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ
4. การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ
5. เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ
6. การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

เขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

- ขีด ในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่า (ร่าง) รูปแบบมีความเหมาะสม
- ขีด ในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า (ร่าง) รูปแบบมีความเหมาะสม
- ขีด ในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่า (ร่าง) รูปแบบไม่มีความเหมาะสม

แบบประเมิน (ร่าง) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้
เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

.....

ตอนที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ระดับของการพิจารณา		
	+1	0	-1
1. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			
2. หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			
3. องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			
4. ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			
5. การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			
6. เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			
7. การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของรูปแบบการออกแบบฯ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 องค์กรประกอบของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คทอนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ระดับของการพิจารณา		
	+1	0	-1
1. องค์กรประกอบด้านคน <ul style="list-style-type: none"> - ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ฯ และครูผู้สอนทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือคอมพิวเตอร์ - ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ 			
2. องค์กรประกอบด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ - นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 			
3. องค์กรประกอบด้านการออกแบบเกม <ul style="list-style-type: none"> - การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน - การออกแบบโดยใช้วิธีช่วยเสริมศักยภาพ - การออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model 			
4. องค์กรประกอบด้านเทคโนโลยี <ul style="list-style-type: none"> - การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็ค - การออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ต 			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อความการประเมิน	ระดับของการพิจารณา		
	+1	0	-1
1. ชั้นประเมินความเป็นไปได้			
2. ชั้นวิเคราะห์			
3. ชั้นระบุวัตถุประสงค์			
4. ชั้นออกแบบ			
5. ชั้นพัฒนา			
6. ชั้นดำเนินงาน			
7. ชั้นประเมินผล			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบฯ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 4 การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อความการประเมิน	ระดับของการพิจารณา		
	+1	0	-1
1. แนะนำความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเด็กพิเศษทางด้านความบกพร่องทางการเรียนและความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์			
2. แนวคิดในการแก้ปัญหาเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ Learning Object, Tablet Learning, Game-based Learning, Math Makes Sense Model, Scaffolding และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์			
3. โมเดลการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบและขั้นตอนการออกแบบ			
4. การประเมินและวิเคราะห์การกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดเนื้อหา รูปแบบเกม			
5. การออกแบบการเขียนสคริปต์ การเขียนโปรแกรมและการเขียนสตอรี่บอร์ด			
6. การเลือกและพัฒนางานโดยใช้ Game Engine และ Multimedia			
7. เทคนิคการตกแต่ง ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง (Develop & technique)			
8. การทดสอบการใช้งานการสร้างแอปพลิเคชันและประเมินการใช้งาน (Implement & Evaluation)			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการออกแบบฯ

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 5 เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ระดับของการพิจารณา		
	+1	0	-1
1. เนื้อหาตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง เลขจำนวน			
จำนวนนับ 1-5 และ 0			
2. จำนวนนับ 1-5 และ 0			
3. การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5			
4. การเรียงเลขจำนวน 1-5			
จำนวนนับ 6-9			
5. จำนวนนับ 6-9			
6. การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9			
7. การเรียงลำดับจำนวน 6-9			
การบวก			
8. การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5			
9. การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9			
10. การบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15			

ข้อคำถามการประเมิน	ระดับของการพิจารณา		
	+1	0	-1
การลบ			
11. การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5			
12. การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9			
13. การลบจำนวนหนึ่งหลักจากจำนวนสองหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 6 การใช้งานรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อคำถามการประเมิน	ระดับของการพิจารณา		
	+1	0	-1
1. รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ได้จริง			
2. สถานที่ในการจัดกิจกรรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดอบรมการออกแบบ เลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ			
4. รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้จริง			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานรูปแบบการออกแบบฯ

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของ (ต้นแบบ) รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

- รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้
- รูปแบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้
- รูปแบบยังไม่มี ความเหมาะสม

ลงชื่อ

(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอกราบขอบขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

**แบบประเมินคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต
โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์**

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN MODEL FOR TABLETS USING GAME - BASED LEARNING WITH SCAFFOLDING TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPTS OF MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวิร์ คล้ายสังข์

**อาจารย์ที่ปรึกษารอง
ผู้วิจัย**

รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

นายสุวิทย์ ไวยกุล

นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปปรับปรุงแก้ไขคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้อบรมครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และครูผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา เพื่อใช้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ต่อไป

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย นายสุวิทย์ ไวยกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

email : waiyakoon@live.com

โทร. 089-801-4407

คำชี้แจง

แบบประเมินหาคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินหาคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ต่อไป โดยมีเกณฑ์การประเมินหาประสิทธิภาพดังนี้

- | | | |
|---|---------|------------|
| 5 | หมายถึง | มากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มาก |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | น้อย |
| 1 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

**แบบประเมินคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ต
โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์**

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินหาคู่มือการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อความการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหามีความถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานเกี่ยวข้องกับการออกแบบเลิร์นนิ่งอบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ					
2. เนื้อหามีการเรียงลำดับ สอดคล้อง เข้าใจง่าย					
3. เนื้อหา มีรายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการใช้งาน แนวคิดองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบ ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบ การพัฒนารูปแบบการออกแบบ เนื้อหาสำหรับรูปแบบการออกแบบ					
4. ความยาก-ง่ายของเนื้อหาเหมาะสมกับครูผู้สอนที่เข้ารับการอบรมจำนวน 5 วัน					
5. ความถูกต้อง สมบูรณ์ชัดเจนของเนื้อหาเหมาะสำหรับการอบรม					

ข้อความคำถามการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านกิจกรรม					
6. การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องของกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน					
7. มีตัวอย่างและแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการอบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ฯ					
8. ความเหมาะสมของกิจกรรมการออกแบบรูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ฯ โดยใช้องค์ประกอบส่วนต่าง ๆ					
9. มีตัวอย่างเกมทางการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์สำหรับการเลือกใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์ฯ					
10. ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติของกิจกรรม					
ด้านรูปแบบการเขียน					
11. ภาษาที่ใช้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์การใช้ภาษา					
12. การใช้ศัพท์บัญญัติ ศัพท์เทคนิคถูกต้องตามหลักของสาขาวิชา					
13. การใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย (สัญลักษณ์ รูปภาพ กราฟิก การเน้น ฯลฯ)					
14. มีการให้คำแนะนำหรือคำอธิบายแก่ผู้ใช้งานอย่างชัดเจน					
15. มีการอ้างอิงเอกสาร ภาคผนวกอย่างถูกต้อง					
ด้านการออกแบบจัดวางรูปเล่ม					
16. การจัดวางรูปเล่มสวยงาม น่าสนใจ					
17. แผนภูมิ/แผนภาพ และภาพประกอบสวยงาม สื่อความหมายชัดเจน					
18. ความเหมาะสมของตัวอักษร (ขนาด/แบบ/การเน้น)					
19. การเน้นหรือขยายเพิ่มเติมส่วนสำคัญ					
20. การตกแต่งรูปเล่ม (กรอบ ลูกศร เส้น ภาพกราฟิก)					
ด้านการนำไปใช้งาน					
21. ใช้งานได้ง่าย สะดวก					

ข้อความคำถามการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
22. คู่มือมีความครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งในส่วนองค์ประกอบของรูปแบบขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบ และการพัฒนารูปแบบตลอดจนเนื้อหาส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง					
23. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา คำอธิบาย และรูปภาพประกอบ					
24. ภาคผนวกเพิ่มเติมเชื่อมโยงกับส่วนเนื้อหา					
25. สามารถนำไปใช้เป็นคู่มือในการอบรมการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ด้านเนื้อหา

.....

.....

.....

2. ด้านกิจกรรม

.....

.....

.....

3. ด้านรูปแบบการเขียน

.....

.....

.....

4. ด้านการออกแบบจัดวางรูปเล่ม

.....

.....

.....

5. ด้านการนำไปใช้งาน

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.



**แบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหาเลขจำนวน
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา)**

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN MODEL FOR TABLETS USING GAME - BASED LEARNING WITH SCAFFOLDING TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPTS OF MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.จันทวีร์ คล้ายสังข์

อาจารย์ที่ปรึกษารอง รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

ผู้วิจัย นายสุวิทย์ ไวยกุล

นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหาเลขจำนวน เพื่อใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย นายสุวิทย์ ไวยกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

email : waiyakoon@live.com

โทร. 089-801-4407

คำชี้แจง

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหา เลขจำนวน ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) จำนวนนับ 1-5 และ 0 2) จำนวนนับ 6-9 3) การบวก และ 4) การลบ แต่ละหัวข้อ แบ่งเป็น 3 เรื่อง (รวม 12 เรื่อง) เพื่อใช้ในการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โปรดพิจารณาว่าแบบสอบถามแต่ละเรื่องต่อไปนี้มีเหมาะสมกับเนื้อหา ดังตารางแสดงรายละเอียดของเนื้อหา ดังนี้

หน่วย ที่	หัวข้อเรื่อง เลขจำนวน	ชื่อเรื่องเลิร์นนิ่งออบเจกต์	จำนวน ข้อ
1	จำนวนนับ 1-5 และ 0	จำนวนนับ 1-5 และ 0	3
		การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5	4
		การเรียงเลขจำนวน 1-5	3
2	จำนวนนับ 6-9	จำนวนนับ 6-9	3
		การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9	4
		การเรียงเลขจำนวน 6-9	3
3	การบวก	การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5	3
		การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9	4
		การบวกจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนสองหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15	3
4	การลบ	การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5	3
		การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9	4
		การลบจำนวนที่มีสองหลักกับการลบจำนวนที่มีหนึ่งหลักที่ตัวตั้งไม่เกิน 15	3

เขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่อง “ระดับของการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ขีด ในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสอบถามมีความเหมาะสม

ขีด ในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามมีความเหมาะสม

ขีด ในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสอบถามไม่มีความเหมาะสม

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ





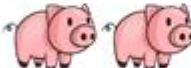

ตำแหน่ง






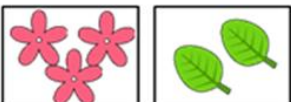
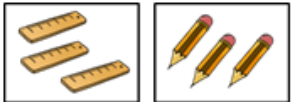


สถานที่ทำงาน

.....

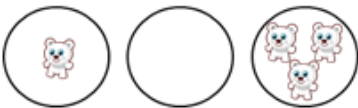







.....

ตารางที่ 1 แสดงกลุ่มเนื้อหา เรื่อง จำนวนนับ 1-5 และ 0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของ การ พิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
จำนวนนับ 1-5 และ 0					
1. ใช้จำนวนรูปภาพ บอกปริมาณที่ได้ จาก การนับ 1-5 และ 0 ได้	1. ภาพดินสอในข้อใดมีจำนวนเท่ากับ 4 ก.  ข.  ค. 				
	2. ภาพหมูในข้อใดมีจำนวนเท่ากับ 1 ก.  ข.  ค. 				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของ การพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	3. ภาพนิ้วมือในข้อใดมีจำนวนเท่ากับ 3 ก.  ข.  ค. 				
การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 1-5					
2.เปรียบเทียบจำนวน รูปภาพ เลขจำนวน เท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า 1-5 ได้	4. ภาพดอกไม้กับใบไม้ในข้อใด มีจำนวนเท่ากัน ก.  ข.  ค. 				
	5. ภาพไม้บรรทัดกับดินสอในข้อใด มีจำนวนไม่เท่ากัน ก.  ข.  ค. 				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>6. จงเติมตัวเลขลงในช่องว่าง</p> <p><input type="text"/> > 4</p> <p>ก. 3</p> <p>ข. 4</p> <p>ค. 5</p>				
	<p>7. จงเติมสัญลักษณ์ลงในช่องว่าง</p> <p>0 <input type="text"/> 3</p> <p>ก. ></p> <p>ข. <</p> <p>ค. =</p>				
การเรียงเลขจำนวน 1-5					
3. เรียงลำดับจำนวน 1-5 จากน้อยไปมากได้	<p>8. ข้อใดเรียงลำดับจำนวนจากน้อยไปมาก</p> <p>ก. 1 2 3</p> <p>ข. 5 4 3</p> <p>ค. 4 3 2</p>				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>9. จงเลือกภาพหมีเติมลงในวงกลมให้มีจำนวนเรียงจากน้อยไปมาก</p>  <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p>				
	<p>10. จงเลือกจำนวนนิ้วมือเติมลงในช่องว่างให้มีจำนวนเรียงจากน้อยไปมาก</p>  <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p>				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบทดสอบ

.....








.....

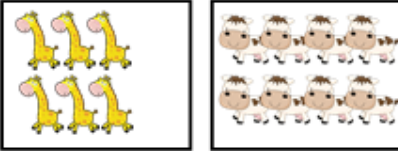
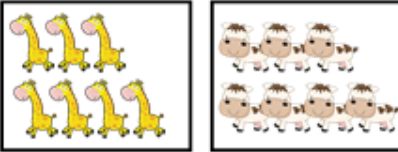
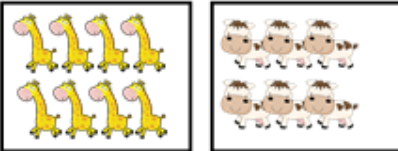
.....





.....

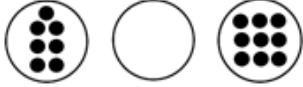



.....

ตารางที่ 2 แสดงกลุ่มเนื้อหา เรื่อง จำนวนนับ 6-9

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของ การ พิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0+	- 1	
จำนวนนับ 6-9					
1. ใช้จำนวน รูปภาพ บอก ปริมาณที่ได้จาก การนับ 6-9 ได้	1.  ภาพนกด้านบนมีจำนวนเท่าใด ก. 6 ข. 7 ค. 8				
	2. ภาพปากกาในข้อใดมีจำนวนเท่ากับ 8 ก.  ข.  ค. 				
	3. ภาพจุดในข้อใดมีจำนวนเท่ากับ 7 ก.  ข.  ค. 				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การเท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อยกว่า จำนวน 6-9					
2.เปรียบเทียบ จำนวน รูปภาพ เลขจำนวน เท่ากัน-ไม่เท่ากัน มากกว่า-น้อย กว่า 6-9 ได้	4. ภาพยีราฟกับวัวในข้อใดมีจำนวนเท่ากัน				
	ก. 				
	ข. 				
	ค. 				
	5. จงเติมตัวเลขลงในช่องว่าง				
	$\square > 8$ ก. 9 ข. 7 ค. 6				
	6. จงเติมตัวเลขลงในช่องว่าง				
	$\square < 7$ ก. 6 ข. 7 ค. 8				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของ การ พิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	1	
	<p>7. จงเติมสัญลักษณ์ลงในช่องว่าง</p> <p>9 <input type="text"/> 6</p> <p>ก. ></p> <p>ข. <</p> <p>ค. =</p>				
การเรียงเลขจำนวน 6-9					
3. เรียงลำดับ จำนวน 6-9 จาก น้อยไปมากได้	<p>8. ข้อใดเรียงลำดับจำนวนจากน้อยไปมาก</p> <p>ก. 7 8 9</p> <p>ข. 8 7 6</p> <p>ค. 9 8 7</p>				
	<p>9. จงเลือกภาพ เติมลงในวงกลม ให้มีจำนวนเรียงจากน้อยไปมาก</p>  <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p>				

	<p>10. จงเลือกภาพจุดเติมลงในช่องว่าง ให้มีจำนวนเรียงจากน้อยไปมาก</p> <p></p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p>				
--	---	--	--	--	--

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ 3 แสดงกลุ่มเนื้อหา เรื่อง การบวก

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 5					
1. บวกจำนวนสองจำนวน ที่ผลบวกไม่เกิน 5 ได้	1. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($1 + 2 = ?$) $\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ \hline \square \\ \hline \end{array}$ ก. 2 ข. 3 ค. 4				
	2. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($2 + 3 = ?$) $\begin{array}{r} 2 \\ 3 \\ \hline \square \\ \hline \end{array}$ ก. 3 ข. 4 ค. 5				
	3. ข้อใดมีผลที่ถูกต้อง ($3 + 1 = ?$) $\begin{array}{r} 3 \\ 1 \\ \hline \square \\ \hline \end{array}$ ก. 4 ข. 3 ค. 2				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การบวกจำนวนสองจำนวนที่ผลบวกไม่เกิน 9					
1. บวกจำนวนสองจำนวน ที่ผลบวกไม่เกิน 9 ได้	4. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($5 + 1 = ?$) $\begin{array}{r} 5 \\ + 1 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 6 ข. 7 ค. 8				
	5. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($1 + 2 = ?$) $\begin{array}{r} 4 \\ + 4 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 7 ข. 8 ค. 9				
	6. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($7 + 2 = ?$) $\begin{array}{r} 7 \\ + 2 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 9 ข. 7 ค. 5				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>7. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($3 + 5 = ?$)</p> $\begin{array}{r} 3 \\ + 5 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ <p>ก. 6 ข. 7 ค. 8</p>				
การบวกจำนวนที่มีสองหลัก กับจำนวนที่มีหนึ่งหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15					
3. บวกจำนวนที่มีสองหลัก กับจำนวนที่มีหนึ่งหลักที่ผลบวกไม่เกิน 15 ได้	<p>8. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($10 + 2 = ?$)</p> $\begin{array}{r} 10 \\ + 2 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ <p>ก. 10 ข. 11 ค. 12</p>				
	<p>9. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($13 + 2 = ?$)</p> $\begin{array}{r} 13 \\ + 2 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ <p>ก. 11 ข. 13 ค. 15</p>				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>10. ข้อใดมีผลบวกที่ถูกต้อง ($11 + 3 = ?$)</p> $\begin{array}{r} 11 \\ + 3 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ <p>ก. 15 ข. 14 ค. 13</p>				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ 4 แสดงกลุ่มเนื้อหา เรื่อง การลบ

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5					
1. ลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 5 ได้	1. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($2 - 0 = ?$) $\begin{array}{r} 2 \\ 0 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 3 ข. 2 ค. 1				
	2. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($3 - 1 = ?$) $\begin{array}{r} 3 \\ 1 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 2 ข. 1 ค. 0				
	3. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($5 - 4 = ?$) $\begin{array}{r} 5 \\ 4 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 1 ข. 2 ค. 3				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9					
2.ลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 9 ได้	4. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($6 - 3 = ?$) $\begin{array}{r} 6 \\ -3 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 7 ข. 5 ค. 3				
	5. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($8 - 2 = ?$) $\begin{array}{r} 8 \\ -2 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 4 ข. 5 ค. 6				
	6. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($9 - 6 = ?$) $\begin{array}{r} 9 \\ -6 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ ก. 5 ข. 4 ค. 3				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>7. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($7 - 7 = ?$)</p> $\begin{array}{r} 7 \\ - 7 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ <p>ก. 0 ข. 2 ค. 4</p>				
การลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 15					
3.ลบจำนวนสองจำนวนที่ตัวตั้งไม่เกิน 15 ได้	<p>8. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($14 - 4 = ?$)</p> $\begin{array}{r} 14 \\ - 4 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ <p>ก. 9 ข. 10 ค. 11</p>				
	<p>9. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($12 - 6 = ?$)</p> $\begin{array}{r} 12 \\ - 6 \\ \hline \square \\ \hline \hline \end{array}$ <p>ก. 4 ข. 5 ค. 6</p>				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับของ การ พิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	- 1	
	<p>10. ข้อใดมีผลลบที่ถูกต้อง ($10 - 9 = ?$)</p> <p>10 9 — —</p> <p>ก. 1 ข. 2 ค. 3</p>				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบทดสอบ

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต
โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์**

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนารูปแบบการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL LEARNING OBJECT DESIGN MODEL FOR TABLETS USING GAME - BASED LEARNING WITH SCAFFOLDING TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPTS OF MATHEMATIC LEARNING DISABILITY STUDENTS

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

อาจารย์ที่ปรึกษารอง รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ

ผู้วิจัย นายสุวิทย์ ไวยกุล

นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปปรับปรุงแก้ไขเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนจริง

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย นายสุวิทย์ ไวยกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

email : waiyakoon@live.com

โทร. 089-801-4407

คำชี้แจง

การประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อคำถามการประเมิน จำนวน 5 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการออกแบบการสอน
2. ด้านปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบและผลป้อนกลับ
3. ด้านการออกแบบหน้าจอ
4. ด้านมัลติมีเดีย
5. ด้านการใช้งาน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน พร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ ต่อไป โดยมีเกณฑ์การประเมินหาประสิทธิภาพดังนี้

- | | | |
|---|---------|------------|
| 5 | หมายถึง | มากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มาก |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | น้อย |
| 1 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

แบบประเมินหาประสิทธิภาพเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ต
โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

.....

ข้อความการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	1	2	3	4	5
ด้านการออกแบบการสอน					
1. การนำเสนอเนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความรู้ของผู้เรียน					
2. การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับเลิร์นนิ่งออบเจ็คฯ					
3. การแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา					
4. การใช้เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
5. ส่งเสริมและพัฒนาโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์					
ด้านปฏิสัมพันธ์ การโต้ตอบและผลป้อนกลับ					
6. รูปแบบการใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาเหมาะสม					
7. รูปแบบการตอบได้นำสนใจ มีความหลากหลาย					
8. การแสดงผลป้อนกลับเหมาะสม					
9. รูปแบบการให้รางวัล ชมเชยและเสริมแรงเหมาะสม					
10. การโต้ตอบมีปริมาณเพียงพอและต่อเนื่อง					

ข้อคำถามการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	1	2	3	4	5
ด้านการออกแบบหน้าจอ					
11. การใช้สีสวยงามและดูตาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
12. การออกแบบหน้าจอตกแต่งสวยงามน่าสนใจ					
13. รูปแบบเรียบง่าย ชัดเจน สวยงาม น่าสนใจ					
14. สัดส่วนและความสมดุลของภาพเหมาะสม					
15. การจัดวางมีจุดเด่น และองค์ประกอบส่วนต่างๆ					
ด้านมัลติมีเดีย					
16. การใช้ตัวเลข ข้อความตัวอักษรเหมาะสม					
17. การใช้เสียงประกอบชัดเจน (เพลงบรรเลง เสียง เอ็ฟพีคต์ และเสียงบรรยาย)					
18. การใช้ภาพประกอบชัดเจน สื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา					
19. การใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบน่าสนใจ สีเส้นสวยงาม					
20. การผสมผสานระหว่างตัวเลข ข้อความ ภาพ และภาพเคลื่อนไหวเหมาะสม					
ด้านการใช้งาน					
21. การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว					
22. เมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก					
23. ความรวดเร็วในการแสดงผลแต่ละหน้าจอ					
24. ไม่มีข้อผิดพลาด และไม่มีการสะดุดขณะใช้งาน					
25. ปุ่ม สัญลักษณ์ต่างๆ เข้าใจง่าย สะดวกต่อการใช้งาน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพการเรียนรู้ของบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้
เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ชื่อ





ชั้น





โรงเรียน

.....

คำชี้แจง

แบบสอบถามความพึงพอใจนี้ ใช้สำหรับสอบถามนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยคุณครูประจำชั้นเป็นผู้อ่านความพึงพอใจแต่ละข้อให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความพึงพอใจตามระดับ ได้แก่

-  หรือระดับ 4 คือ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
-  หรือระดับ 3 คือ ระดับความพึงพอใจมาก
-  หรือระดับ 2 คือ ระดับความพึงพอใจปานกลาง
-  หรือระดับ 1 คือ ระดับความพึงพอใจน้อย

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ			
				
	4	3	2	1
1. ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขจำนวน เพิ่มมากขึ้น				
2. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความรู้ของผู้เรียน				
3. การแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหา				
4. การแสดงผลโต้ตอบ (ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาขณะเรียน)				
5. การแสดงผลป้อนกลับ (ระดับผลคะแนน)				

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ			
				
	4	3	2	1
6. การได้รับรางวัลชมเชยเมื่อตอบถูก				
7. หน้าจอมีสีสัน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ				
8. หน้าจอมีการจัดวางส่วนต่าง ๆ สวยงามน่าสนใจ				
9. รูปแบบตัวเลข และข้อความตัวอักษรสวยงามเหมาะสม				
10. ภาพประกอบและภาพเคลื่อนไหวสวยงามเหมาะสม				
11. การใช้เสียงประกอบชัดเจนเหมาะสม				
12. การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว				
13. เมนูสำหรับเลือกเส้นทางใช้งานได้สะดวก				
14. มีความสนุกสนานตื่นเต้นเร้าใจในการเรียน				
15. มีความสมบูรณ์ ไม่มีการสะดุดขณะใช้งาน				

ข้อคิดเห็นแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับเลิร์นนิ่งออบเจคตบนแท็บเล็ตฯ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

สำหรับครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด
เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนเพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัย	สุวิทย์ ไวยกุล นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.ประกอบ กรณีกิจ
ปีการศึกษา	2556

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามชุดนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนประจำศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัด เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียน เพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 7 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (แอลดีทางคณิตศาสตร์)

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 6 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 7 ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนรู้โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) แบบสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. โปรดตอบแบบสอบถามและส่งคืนทางไปรษณีย์ ภายในวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2557

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน

หมายถึง แบบแผนการออกแบบสื่อดิจิทัลที่มีการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้เกมเป็นกิจกรรมการนำเสนอเนื้อหาเพื่อต้องการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทาย สร้างความสนุกสนาน และมีการแข่งขันให้เกิดขึ้นที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ โดยผ่านขั้นตอนและหลักของการดำเนินการออกแบบเพื่อตอบสนองมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนทางคณิตศาสตร์

2. เลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ต

หมายถึง คือ สื่อการเรียนรู้ดิจิทัลที่ออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเสนอแนวคิดหลักย่อย ๆ ที่สามารถใช้งานบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต โดยการเรียกใช้งานผ่านไอคอนที่เป็นแอปพลิเคชันขนาดเล็ก ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เข้าไปเข้ามาได้อย่างไม่จำกัด

3. เลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐาน

หมายถึง สื่อดิจิทัลที่มีการเรียนรู้ด้วยตัวเอง นำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมลักษณะเกมแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีทั้งภาพ อักษร เสียง ตลอดจนภาพเคลื่อนไหว โดยทำงานบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ตแบบพกพาที่สามารถใช้ในขณะเคลื่อนที่ได้ขนาดกลาง และใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงานเป็นอันดับแรกโดยมีคีย์บอร์ดเสมือนจริงหรือปากกาดิจิทัลในการใช้งานแทนที่แป้นพิมพ์คีย์บอร์ด

4. การช่วยเสริมศักยภาพ

หมายถึง กระบวนการช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการช่วยเสริมศักยภาพการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) ของผู้เรียนอย่างเหมาะสมที่บรรจุไว้ในเลิร์นนิ่งออบเจกต์บนแท็บเล็ต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานที่ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้สำเร็จได้ โดยเป็นการออกแบบวิธีการและเครื่องมือ ในเลิร์นนิ่งออบเจกต์ฯ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้ด้วยตนเอง

5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

หมายถึง ความคิดสำคัญและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับเลขจำนวน ทิศทาง การจัดลำดับ และโจทย์ปัญหาอันเนื่องมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ โดยเลิร์นนิ่งออบเจ็คบนแท็บเล็ตโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีการช่วยเสริมศักยภาพ ซึ่งมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถวัดออกมาเป็นคะแนน จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

หมายถึง นักเรียนที่มีความยากลำบากและประสบความล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ เป็นความบกพร่องของกระบวนการเรียนรู้ที่แสดงออกทางด้านปัญหาการคำนวณและเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าคำตอบและเติมคำในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

1. เพศ

1) ชาย

2) หญิง

2. อายุ

1) ระหว่าง 20-30 ปี

2) ระหว่าง 31-40 ปี

3) ระหว่าง 41-50 ปี

4) ตั้งแต่ 51 ปี ขึ้นไป

3. ตำแหน่ง

1) ครู (ค.ศ.1)

2) ครูชำนาญการ (ค.ศ.2)

3) ครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3)

4) ครูเชี่ยวชาญ (ค.ศ.4)

5) ครูเชี่ยวชาญพิเศษ (ค.ศ.5)

6) อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. ประสบการณ์การสอน

1) น้อยกว่า 6 ปี

2) 6-10 ปี

3) 11-15 ปี

4) 16-20 ปี

5) 20 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
และความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าคำตอบและเติมคำในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถพัฒนาการได้อย่างไร

<input type="checkbox"/> พัฒนาการไม่ได้	<input type="checkbox"/> พัฒนาการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป
<input type="checkbox"/> พัฒนาการได้โดยอาศัยวางแผนการสอน	<input type="checkbox"/> พัฒนาการได้โดยเทคนิคการสอน
<input type="checkbox"/> พัฒนาการได้โดยอาศัยสื่อการสอน	<input type="checkbox"/> พัฒนาการได้โดยการสอนตัวต่อตัว
<input type="checkbox"/> คัดแยกและจัดกลุ่มสอนตามพัฒนาการ	
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- นักเรียนแอลดีเรียนรู้ดีจากการลงมือปฏิบัติและการใช้การมองเห็นควรใช้การสอนอย่างไร

<input type="checkbox"/> การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง	<input type="checkbox"/> ใช้โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพ
<input type="checkbox"/> ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง	<input type="checkbox"/> ใช้บทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- เทคนิคการสอนนักเรียนแอลดีให้เกิดผลดี

<input type="checkbox"/> สอนอย่างช้า ๆ ซ้ำไปซ้ำมา	<input type="checkbox"/> สอนจากเรื่องง่าย ๆ ไปทีละขั้น
<input type="checkbox"/> สอนโดยใช้รูปภาพประกอบ	<input type="checkbox"/> สอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ
<input type="checkbox"/> สอนโดยไม่ผ่านการอ่าน	<input type="checkbox"/> สอนโดยใช้สื่อหลาย ๆ อย่างประกอบกัน
<input type="checkbox"/> มีการสรุปผลเป็นระยะๆ	<input type="checkbox"/> สอนจากโครงสร้างหลักก่อน
<input type="checkbox"/> เรียนแบบจับคู่เพื่อน	
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- การที่นักเรียนแอลดีเรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านพร้อมกันควรมีวิธีการสอนอย่างไร

<input type="checkbox"/> ใช้รูปภาพและเสียงประกอบกัน	<input type="checkbox"/> ใช้รูปภาพ รูปทรง ภาพเคลื่อนไหวประกอบกัน
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	

5. การสอนนักเรียนแอลดีทางคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> การรับรู้โดยทบทวนความรู้เดิม | <input type="checkbox"/> การย้อนย่อหรือแยกแยะเหตุการณ์ |
| <input type="checkbox"/> การสรุปเหตุการณ์หรือสิ่งที่ค้นพบ | <input type="checkbox"/> ใช้สิ่งเร้าเสริมสร้างความรู้ |
| <input type="checkbox"/> จัดความรู้เป็นหมวดหมู่ | <input type="checkbox"/> จำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้า |
| <input type="checkbox"/> แยกแยะความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ | <input type="checkbox"/> คิดสัญลักษณ์ใช้เป็นตัวแทนความรู้ใหม่ |
| <input type="checkbox"/> ฝึกการคิดหาเหตุผล | <input type="checkbox"/> เปรียบเทียบความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ |
| <input type="checkbox"/> การเรียนรู้โดยการค้นพบ | <input type="checkbox"/> ประเมินความรู้ตนเองเป็นระยะๆ |
| <input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่..... | |

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเลิร์นนิ่งออบเจ็คสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าคำตอบและเติมคำในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การออกแบบด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> ง่ายต่อการใช้งาน	<input type="checkbox"/> ใช้รูปภาพ/สัญลักษณ์ในการบอกคำสั่งหรือนำทาง
<input type="checkbox"/> การเข้าถึงเนื้อหาด้วยการสัมผัสหน้าจอ	<input type="checkbox"/> กระตุ้นผู้เรียนด้วยเสียงเอฟเฟ็กต์
<input type="checkbox"/> กระตุ้นผู้เรียนด้วยการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว	
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- การออกแบบส่วนการโต้ตอบ (Design for Interaction) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> โต้ตอบด้วยคำชมเชย	<input type="checkbox"/> โต้ตอบด้วยรูปภาพและเสียง
<input type="checkbox"/> โต้ตอบด้วยการเฉลย	<input type="checkbox"/> โต้ตอบด้วยการสรุปเนื้อหาข้อถูก/ข้อผิด
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- การออกแบบด้านข้อมูลหรือเนื้อหา (Information Design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> เนื้อหากระชับรัดบรยายโดยตัวนำเสนอ
<input type="checkbox"/> เนื้อหาเป็นบทละครโต้ตอบระหว่างตัวนำเสนอและผู้ช่วย
<input type="checkbox"/> เนื้อหาเป็นบทละครโต้ตอบตามสถานการณ์
<input type="checkbox"/> เนื้อหาแบบผจญภัยที่ผู้เรียนมีใ้อการเลือก
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....

4. การออกแบบหน้าจอ (Interface design) ที่เหมาะกับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

- ใช้ภาพการ์ตูนประกอบ ใช้สีสันสดใสตัดตา
- ใช้สัญลักษณ์กำหนดเส้นทาง มีปุ่มขอความช่วยเหลือ
- สัดส่วนของภาพกราฟิกควรมีขนาดใหญ่
- อื่น ๆ ได้แก่.....

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แท็บเล็ตสำหรับนักเรียนที่มี

ความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าคำตอบและเติมคำในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การใช้เซ็นเซอร์เสียงภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีควรมีลักษณะใด

การเอียงเพื่อวัตถุกลม การเอียงวัตถุให้ตามแนวเดียวกัน

การเอียงวัตถุตามแรงโน้มถ่วง การเอียงวัตถุโดยอิสระ

อื่น ๆ ได้แก่.....
- ควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีควรมีลักษณะใด

เคลื่อนที่ตามทิศทางที่กำหนด เคลื่อนที่โดยอิสระ

เคลื่อนที่ตามโจทย์ปัญหา เคลื่อนที่ตามแรงกดของนิ้วสัมผัส

อื่น ๆ ได้แก่.....
- ควบคุมการย้ายตำแหน่งรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีควรมีลักษณะใด

มีการย้ายตามทิศทางที่กำหนดไว้ มีการย้ายได้อย่างอิสระ

มีการย้ายภาพตามเงื่อนไข มีการย้ายภาพตามโจทย์ปัญหา

อื่น ๆ ได้แก่.....
- ควบคุมการย่อ-ขยายรูปภาพโดยใช้แท็บเล็ตที่เหมาะสมกับนักเรียนแอลดีควรมีลักษณะใด

ควบคุมการย่อ-ขยายโจทย์ปัญหา ควบคุมการย่อ-ขยายตัวช่วย

ควบคุมการย่อ-ขยายภาพปุ่มกราฟิก ควบคุมการย่อ-ขยายคำใบ้

อื่น ๆ ได้แก่.....

ตอนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสำหรับนักเรียน
ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าคำตอบและเติมคำในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- การออกแบบเกมที่เสริมสร้างจินตนาการนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> 1) ผู้เรียนได้แสดงบทบาทสมมติ	<input type="checkbox"/> มีการผจญภัยไปตามเส้นทางต่าง ๆ บก อากาศ น้ำ
<input type="checkbox"/> 3) มีโอกาสเลือกเพื่อนร่วมทาง	<input type="checkbox"/> มีโอกาสในการกำหนดรางวัลที่ได้รับ
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- การออกแบบเกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> เกมจำคู่รูปภาพ	<input type="checkbox"/> เกมเปรียบเทียบจำนวน
<input type="checkbox"/> เกมผ่าด่านตัวเลข	<input type="checkbox"/> เกมเลือกปริมาณ
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- การออกแบบเกมผู้เล่นใช้ตรรกะแก้ปัญหา (Logic Game) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> เกมเปรียบเทียบขนาด	<input type="checkbox"/> เกมเปรียบเทียบน้ำหนัก
<input type="checkbox"/> เกมเลือกทิศทาง	<input type="checkbox"/> เกมเปรียบเทียบสัญลักษณ์
<input type="checkbox"/> เกมจัดลำดับความสำคัญ	
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- การออกแบบเกมฝึกทักษะกับความคิด (Psychomotor Game) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> เกมแก้ปัญหาด้วยตนเอง	<input type="checkbox"/> เกมเอาชนะฝ่ายตรงข้าม
<input type="checkbox"/> เกมแก้ปัญหาตามคำใบ้	<input type="checkbox"/> เกมแก้ปัญหาด้วยการสรุปนำ
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
- การออกแบบเกมแก้สถานการณ์ (Role-Playing Game) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> เกมที่มีการเลือกด้านความยาก-ง่าย	<input type="checkbox"/> เกมที่มีการเลือกสถานการณ์ด้วยตัวเอง
<input type="checkbox"/> เกมที่มีการเลือกเส้นทาง	<input type="checkbox"/> เกมที่มีแก้ปัญหาตามลำดับความยากง่าย
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	

ตอนที่ 6 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบวิธีสอนตามรูปแบบ Math Makes Sense Model
สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าคำตอบและเติมคำในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. การออกแบบวิธีสอนการแก้ปัญหา (Problem Solving) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> นักเรียนแก้ปัญหาจากง่ายไปยาก	<input type="checkbox"/> นักเรียนเลือกปัญหาในการแก้ด้วยตนเอง
<input type="checkbox"/> นักเรียนเลือกระดับในการแก้ปัญหา	<input type="checkbox"/> การจับคู่ในการแก้ปัญหาร่วมกัน
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	

2. การเข้าใจนิทัศน์ (Understanding Concepts) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> 1) ใช้กิจกรรมที่หลากหลาย	<input type="checkbox"/> ใช้กิจกรรมน้อยๆ แต่มีปริมาณมาก
<input type="checkbox"/> 3) มีการตั้งคำถามเป็นระยะๆ	<input type="checkbox"/> มีการสรุปความเข้าใจเป็นระยะๆ
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	

3. การนำกระบวนการไปใช้ (Application of Procedures) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> มีการขยายความรู้ด้วยตัวช่วยอธิบาย	<input type="checkbox"/> นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ
<input type="checkbox"/> ทำกิจกรรมเดิมอย่างสม่ำเสมอ	<input type="checkbox"/> เลือกรูปแบบการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	

4. การสื่อสาร (Communication) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> เสนอคำชี้แนะด้วยเสียงและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ
<input type="checkbox"/> เสนอคำชี้แนะด้วยรูปภาพและให้นักเรียนตอบสนองด้วยการเลือกรูปภาพ
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....

ตอนที่ 7 ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการเรียนโดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพ

(Scaffolding)

แบบสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) ของนักเรียนที่มีความ
บกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าคำตอบและเติมคำในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. วิธีการจัดการจัดลำดับความสัมพันธ์โดยใช้ภาพกราฟิก (Graphic Organizer) สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> ใช้รูปภาพแทนจำนวนตัวเลข	<input type="checkbox"/> ใช้สัญลักษณ์แทนจำนวนตัวเลข
<input type="checkbox"/> ใช้นิ้วมือแทนจำนวนตัวเลข	<input type="checkbox"/> ใช้สัญลักษณ์แทนการกำหนดทิศทาง
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
2. วิธีการแสดงความคิดเห็น แสดงเป็นเค้าโครงของลักษณะที่เป็นส่วนย่อยสำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> การสรุปด้วยการเลือกรูปแบบ	<input type="checkbox"/> การสรุปด้วยเสียงบรรยาย
<input type="checkbox"/> การสรุปด้วยแผนภาพ	<input type="checkbox"/> การเลือกวิธีการสรุปด้วยตนเอง
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	
3. วิธีการนำเสนอสารสนเทศหรือการบอกใบ้ (Hint) โดยผู้เชี่ยวชาญแก่ผู้เรียน สำหรับนักเรียนแอลดีควรเป็นอย่างไร

<input type="checkbox"/> ผู้เรียนเลือกผู้เชี่ยวชาญ	<input type="checkbox"/> กำหนดผู้เชี่ยวชาญตายตัว
<input type="checkbox"/> บอกใบ้ด้วยภาพ หรือสัญลักษณ์	<input type="checkbox"/> บอกใบ้ด้วยตัวละครที่เป็นการ์ตูน
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ ได้แก่.....	


แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์						
คำชี้แจงการตอบแบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้เฉพาะด้าน		มีปัญหาในระดับน้อยที่สุด	มีปัญหาในระดับค่อนข้างน้อย	มีปัญหาในระดับปานกลาง	มีปัญหาในระดับมาก	มีปัญหาในระดับมากที่สุด/รุนแรงที่สุด
แบบสำรวจนี้ใช้สำหรับครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินเด็ก ครูจะต้องรู้จักเด็กเป็นอย่างดี สอนเด็กมาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 เดือน ให้ครูผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความรุนแรงของปัญหาให้ตรงกับพฤติกรรมของเด็ก หลังจากนั้นจึงรวมคะแนน แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติต่อไปนี้						
ข้อที่	พฤติกรรมของเด็ก	ระดับความรุนแรงของปัญหา				
		1	2	3	4	5
พฤติกรรมด้านการคณิตศาสตร์						
1.	นับเลขตามครูได้ แต่นับเองไม่ได้					
2.	ไม่เข้าใจความหมายของจำนวน					
3.	ไม่เข้าใจขนาดของสิ่งของ					
4.	ไม่เข้าใจรูปทรงทางเรขาคณิต					
5.	ไม่เข้าใจความหมายของเงินตรา					
6.	ไม่เข้าใจมาตราซึ่งตวงวัด					
7.	ไม่เข้าใจความหมายของกราฟและแผนที่					
8.	ทำเลข บวก ลบ คูณหรือหารไม่ได้					
9.	ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ เช่น $>$ $<$ * เป็นต้น					
10.	มีปัญหาในการจำแนกตัวเลขบางตัวที่คล้ายกัน เช่น 6 กับ 9 หรือ 1 กับ 7 เป็นต้น					
11.	มีปัญหาในการอ่านเลขหลายหลัก					
12.	จำหลักเลขไม่ได้					
13.	จำสัญลักษณ์ไม่ได้					
14.	ไม่เข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์					
15.	จำข้อเท็จจริง (Fact) ทางคณิตศาสตร์ไม่ได้					

แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์						
คำชี้แจงการตอบแบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้เฉพาะด้าน		มีปัญหาในระดับน้อยที่สุด	มีปัญหาในระดับค่อนข้างน้อย	มีปัญหาในระดับปานกลาง	มีปัญหาในระดับมาก	มีปัญหาในระดับมากที่สุด/รุนแรงที่สุด
แบบสำรวจนี้ใช้สำหรับครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินเด็ก ครูจะต้องรู้จักเด็กเป็นอย่างดี สอนเด็กมาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 เดือน ให้ครูผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความรุนแรงของปัญหาให้ตรงกับพฤติกรรมของเด็ก หลังจากนั้นจึงรวมคะแนน แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติต่อไปนี้						
ข้อที่	พฤติกรรมของเด็ก	ระดับความรุนแรงของปัญหา				
		1	2	3	4	5
16.	ไม่สามารถจัดหมวดหมู่ของสิ่งของได้					
17.	เรียงจำนวนตามลำดับไม่ได้					
18.	ทำเลขผิดเพราะสะเพร่าบ่อยๆ					
19.	ทำเลขโจทย์ปัญหาไม่ได้					
20.	ทำงานไม่เสร็จตามที่มอบหมาย (ไม่ส่งการบ้าน เป็นต้น)					
พฤติกรรมด้านการคณิตศาสตร์						
21.	เขียนตัวเลขโตกว่าบรรทัด					
22.	เขียนเลขเล็กกว่าบรรทัด					
23.	เขียนตัวเลขไม่เป็นตัว					
24.	เขียนตัวเลขกลับหลัง					
25.	เขียนตัวเลขกลับหัว					
26.	เขียนตัวเลขไม่ถูกวิธี					
27.	เขียนตัวเลขสลับที่					
28.	เขียนหัวตัวเลขซ้ำๆ อยู่กับที่					
29.	เขียนตัวเลขตกหล่นหรือเขียนเกิน					
30.	สับสนในการเขียนตัวเลขที่คล้ายกัน					
รวม						
คะแนนรวมทั้งหมด						

*ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ มีค่าคะแนนมากกว่า 74 ขึ้นไป (คะแนนเต็ม 150)

**แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดย ศ.ดร.ผดุง อารยะวิญญู





ภาคผนวก ค
ตารางวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน
(The Wilcoxon Signed - Rank Test)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
post - pre	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	16 ^b	8.50	136.00
	Ties	3 ^c		
	Total	19		

a. post < pre

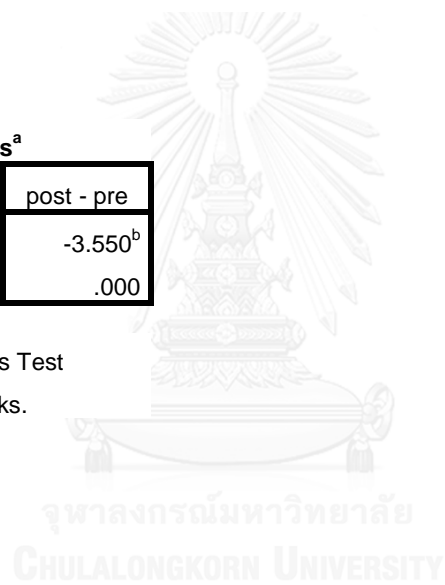
b. post > pre

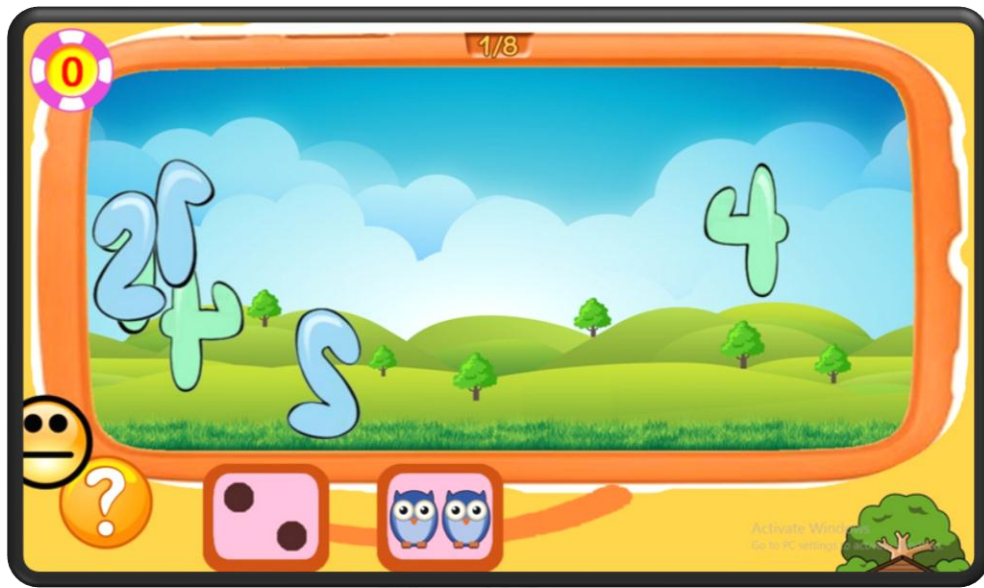
c. post = pre

Test Statistics ^a	
	post - pre
Z	-3.550 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

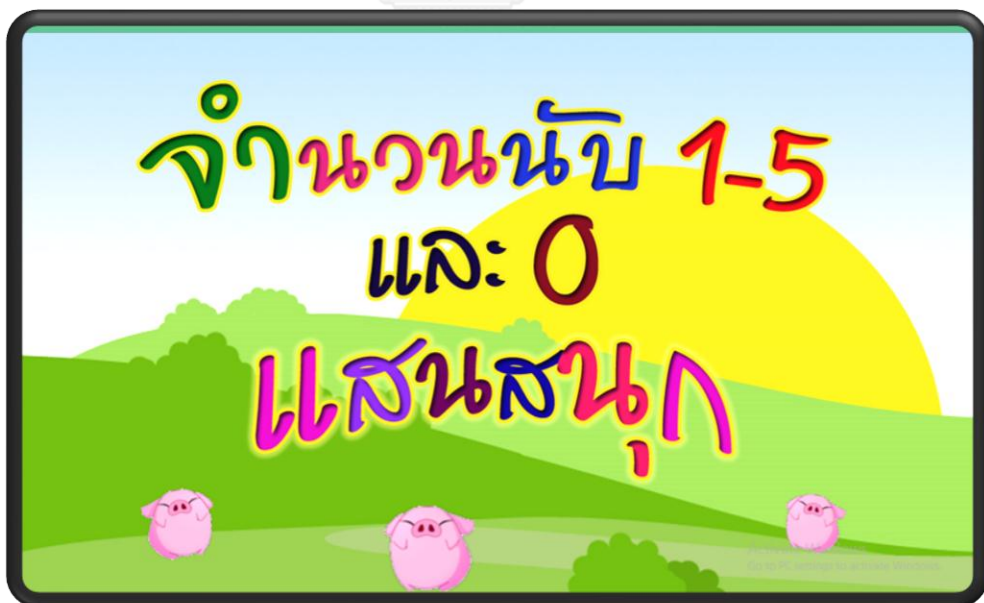
a. Wilcoxon Signed Ranks Test

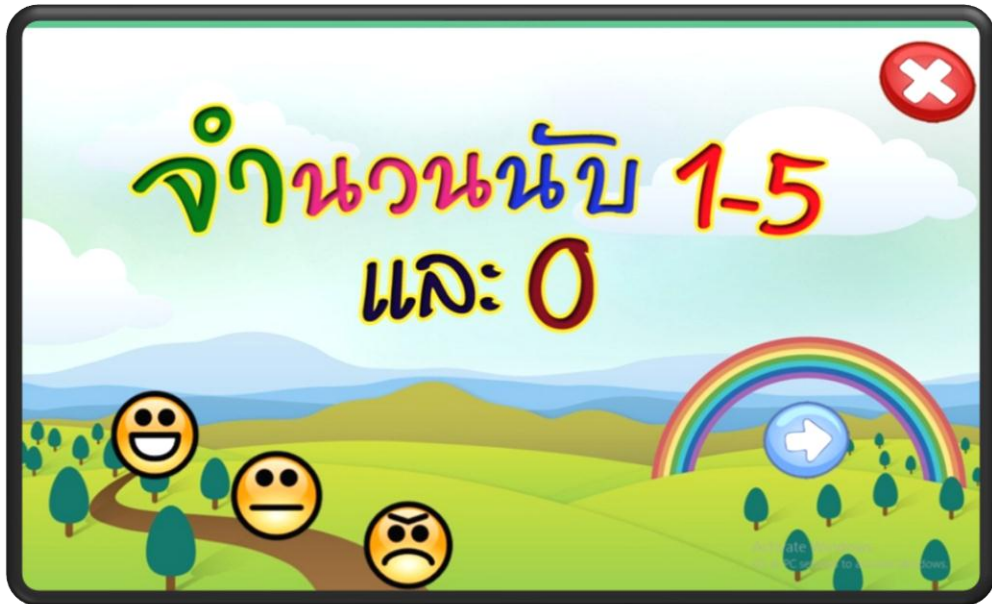
b. Based on negative ranks.





แอปพลิเคชันเกมบนแท็บเล็ต เรื่อง จำนวนนับ 1-5 และ 0 สนุก โดยใช้ตัวช่วยจุดและรูปภาพ (ภาพบน) ไทเทิล ชื่อเรื่อง ก่อนเข้าสู่เกม (ภาพล่าง)





แอปพลิเคชันเกมบนแท็บเล็ต เรื่อง จำนวนนับ 1-5 และ 0 สนุกสนาน เมนูเลือกระดับง่าย ปานกลาง และยาก (ภาพบน) ตัวช่วยจุด รูปภาพ และนิ้วมือช่วยในการนับ (ภาพล่าง)





แอปพลิเคชันเกมบนแท็บเล็ต เรื่อง จำนวนนับ 6-9 สนุกสนาน เกมระดับยาก
 โดยใช้ตัวช่วยจุด รูปภาพ และนิ้วมือช่วยในการนับ (ภาพบน) เกมกาเรียงเลขจำนวน 6-9 (ภาพล่าง)





แอปพลิเคชันเกมบนแท็บเล็ต เรื่อง การเรียงเลขจำนวน โดยใช้ตัวช่วยจุดและจำนวน (ภาพบน)
ตัวช่วยเฉพาะจุด (ภาพล่าง)



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุวิทย์ ไวยกุล เกิดวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2508 ที่จังหวัดสระบุรี

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เวชนิทัศน์) มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2532

ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2538

ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (โครงข่ายโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2549

เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ปีการศึกษา 2554

ปัจจุบันเป็นข้าราชการ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา