ผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

นางสาวพรรณปพร จตุวีรพงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
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 Graduate School.

EFFECTS OF VISUAL CUES IN GAME-BASED MULTIMEDIA LESSONS ON SPATIAL ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS WITH LOW SPATIAL ABILITY

Miss Phunpaporn Jatuverapong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Education Program in Educational Technology and Communications

Department of Educational Technology and Communications

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ
โดย	นางสาวพรรณปพร จตุวีรพงษ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมั่น)

พรรณปพร จตุวีรพงษ์ : ผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ (EFFECTS OF VISUAL CUES IN GAME-BASED MULTIMEDIA LESSONS ON SPATIAL ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS WITH LOW SPATIAL ABILITY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, 157 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ 2) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน และ 3) เปรียบเทียบเวลาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่เรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน และมีระดับความยากง่ายต่างกัน 4 ระดับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำจำนวน 40 คน โดยทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย เข้ากลุ่มทดลองจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน เข้ารับการทดลองด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน 2 แบบ คือ แบบคงที่ และแบบเคลื่อนไหว เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว และแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวใช้ระยะเวลาในการเรียนน้อยกว่าแบบคงที่ในทุกระดับความยากง่ายของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

ภาควิชา...เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา..เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา ..2555.....

##5283393927 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORDS : VISUAL CUE / GAME-BASED MULTIMEDIA LESSON / SPATIAL ABILITY
PHUNPAPORN JATUVERAPONG : EFFECTS OF VISUAL CUES IN GAME-BASED MULTIMEDIA LESSONS ON SPATIAL ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS WITH LOW SPATIAL ABILITY. ADVISOR : ASST. PROF.PRAWEENYA SUWANNATTHACHOTE, Ph.D., 157 pp.

The purposes of this study were : 1) to study the effects of visual cues in game-based multimedia lessons on the spatial ability of seventh grade students with low spatial ability 2) to compare the spatial ability scores between the seventh grade students with low spatial ability who studied using different types of visual cues in game-based multimedia lessons 3) to compare the studying time of students who studied with different types of visual cues in game-based multimedia lessons with four difficulty levels. The Sample were 40 seventh grade students with low spatial ability. They were randomly assigned into two groups, 20 students in each group. The first group studied through game-based multimedia lessons with static visual cues and the second group studied through game-based multimedia lessons with motion visual cues. The research instruments were the game-based multimedia lessons with motion visual cues, the game-based multimedia lessons with static visual cues and a spatial ability test. Data were analyzed by using the descriptive statistics and the t-test.

The major findings were as follows:

1. Both students who studied with game-based multimedia lessons with different types of visual cues had statistically significant higher scores of spatial ability.

2. No statistically significant difference between spatial ability score of students who studied with different types of visual cues in game-based multimedia lessons at .05 level was found.

3. Students who studied with motion visual cues spent less study time than the students who studied with static visual cues in all level of the game-based multimedia lessons.

Department : Educational Technology and Communications Student's Signature .....
Field of Study : Educational Technology and Communications Advisor's Signature .....
Academic Year : 2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมั่น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดคำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ท่านกรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัยและโรงเรียนสิรินธราชวิทยาลัย คณาจารย์ประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทุกท่าน และอาจารย์รจนา สายสุวรรณ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทดลองเครื่องมือในการวิจัย อาจารย์ชาดา ศักดิ์บุญญารัตน์ และอาจารย์สุนิสา บุญเต็ม อาจารย์ผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่นๆ รวมถึงนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทดลองอย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณาจารย์สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากรทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ส่วนหนึ่งจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างยิ่งและหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

ขอบคุณเพื่อนๆ ETC 52 ทุกคน และพี่น้องชาวโสตทัศนศึกษาทุกคนที่ให้กำลังใจ การช่วยเหลือ และคำแนะนำตลอดการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่และครอบครัว ที่คอยสนับสนุนส่งเสริม เป็นกำลังใจตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย..... 8

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 9

1.4 สมมติฐานในการวิจัย..... 10

1.5 ขอบเขตในการวิจัย..... 11

1.6 คำจำกัดความในการวิจัย..... 12

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 15

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

2.1 ตัวชี้นำ..... 16

2.2 บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม..... 20

2.3 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์..... 34

3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 61

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 61

3.2 เครื่องมือที่ใช้และวิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย..... 63

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 77

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล..... 78

หน้า

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 81
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 88
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 88
5.2 อภิปรายผลการวิจัย..... 89
5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้..... 94
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป..... 95
รายการอ้างอิง..... 96
ภาคผนวก..... 103
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 104
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 106
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย..... 117
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ คะแนนพัฒนาการ และแผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเรียนเป็นรายบทเรียน..... 137
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม..... 143
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 157

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รูปแบบของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวคิดของ Carroll (1993)……..	48
2	ตัวอย่างรูปแบบของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่พัฒนาโดยอาศัยแนวคิดของ Carroll (1993)……...	53
3	การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง…….....	62
4	โครงสร้างของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมตามองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียน…….....	65
5	องค์ประกอบ ความหมาย และลักษณะของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์…….....	74
6	การสรุปการเก็บรวบรวมข้อมูล……..……..	79
7	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test independent)……..	82
8	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของคะแนนในการทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนและคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test dependent)……..……	83
9	การวิเคราะห์ค่าค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test independent)…….……..	84
10	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเวลา (นาที) ในการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำแตกต่างกัน โดยมีระดับความยากง่าย 4 ระดับ……..	85

ตารางที่ หน้า

11 การวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ (ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์)..... 118

12 การวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมด้านการออกแบบ..... 120

13 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์..... 122

14 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์..... 125

15 คะแนนพัฒนาการเป็นรายบุคคลของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม เมื่อเทียบกับคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1..... 138

16 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นรายบทเรียนเกม..... 139

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียของ Alessi & Trollip.....	30
2	บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ.....	67
3	บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา.....	67
4	บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์.....	68
5	บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ.....	68
6	บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา.....	69
7	บทเรียนเกมที่ 6 ไขวิเศษ.....	69
8	เส้นทางการเดินเรื่อง (Flowchart) บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม.....	110

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ตามระดับความยากง่าย 4 ระดับ……..	86
2	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวตามระดับความยากง่าย 4 ระดับ……..	87
3	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน 6 บทเรียนเกม……..	87
4	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน……	140
5	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน……..	140
6	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน……	141
7	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน……	141
8	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน……..	142
9	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน……..	142

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาในปัจจุบัน ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการเรียนรู้เพื่อสนองความแตกต่างของผู้เรียน ดังจะเห็นได้จาก หมวด 4 มาตรา 22 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 กำหนดว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตรา 24 กล่าวว่า ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัด โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งทางด้านลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ระหว่างบุคคล อันได้แก่ บุคลิกภาพ ทัศนคติ ความสนใจ ความสามารถ และความถนัด ซึ่งในปัจจุบันวงการศึกษาไทยให้ความสำคัญต่อการวัดความถนัดเป็นอย่างมาก และมีแนวโน้มที่ค่อนข้างสูงขึ้นอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นในการศึกษาระดับต่าง ๆ การพิจารณาคนเข้าทำงาน เพราะความถนัดถือเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพและความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ซึ่งจะมีความสามารถและความถนัดที่แตกต่างกัน (Anastasi, 1958 ; Bloom, 1964) โดยผู้เรียนแต่ละคนจะมีความถนัดในด้านต่างๆ แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Gardner (1983) ที่ได้กล่าวว่า แต่ละคนจะมีระดับความสามารถแต่ละด้านไม่เท่ากันและมีการผสมผสานความสามารถต่างๆ เหล่านี้ในตัวเองแตกต่างกันด้วยซึ่งรวมเรียกว่า พหุปัญญา อันประกอบไปด้วยปัญญา 9 ด้าน คือ ด้านภาษา ด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านดนตรี ด้านมนุษยสัมพันธ์ ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านธรรมชาติวิทยา และด้านการคิดใคร่ครวญ ซึ่งพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญาถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องคำนึงถึง ดังจะเห็นได้จากการที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดให้การเรียนการสอนผู้เรียนต้องเกิดปัญญาด้านมิติสัมพันธ์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541) ได้อธิบายว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถของบุคคลที่สามารถจินตนาการถึงขนาด และมิติต่าง ๆตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งที่อยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ รวมทั้งความสามารถในการมองภาพรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ่อนอยู่ภายใน ตลอดจนการแยกภาพประกอบภาพ และการจำแนกตำแหน่งที่ตั้ง บน ล่าง ซ้าย ขวา ระยะทาง ใกล้ ไกล ด้วย ซึ่งในชีวิต

จริงรอบๆ ตัวเราจะเต็มไปด้วยภาพทรงลักษณะต่าง ๆ เช่น ภาพหยุดนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพที่เห็นง่ายชัดเจน และภาพที่เห็นยากซ้อนทับกัน รวมทั้งยังมีภาพที่มีขนาด รูปร่าง และทิศทางเปลี่ยนแปลง ดังนั้น ล้วน สายยศ (2543) กล่าวว่าการที่เราจะสามารถมองเห็นอย่างมีประสิทธิภาพในชั่วพริบตา ได้รับรู้ทั้งขนาด รูปร่าง สี และการเคลื่อนไหว รวมทั้งการมองเห็นและการแปลภาพสามารถ มองเห็นได้รวดเร็วถูกต้องนั้น จะต้องมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นความสามารถส่วนหนึ่งของมนุษย์ที่ช่วยในการแก้ปัญหาให้ตนเองอยู่ได้อย่างมีความสุข และมีความปลอดภัยจากสภาพแวดล้อมนั้นๆ ช่วยส่งเสริมความมีชีวิตอยู่รอดของมนุษย์ สรุปได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพ มีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่าง ขนาด ความสูง ต่ำ พื้นที่ ปริมาตร ในมิติต่างๆ ทั้งที่อยู่ในระนาบเดียวกัน และหลายระนาบทั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนไหว รูปร่าง ทิศทาง ซึ่งเกิดจากการแยกภาพ ประกอบภาพ หมุนภาพ หรือซ้อนทับภาพกัน

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีนักการศึกษาได้แบ่งองค์ประกอบไว้หลากหลายและแตกต่างกันไป โดย Guilford and Lacey (1947) และ McGee (1979) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 ด้าน ด้วยกัน ได้แก่ Spatial Visualization เป็นความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่หมุน เป็นภาพจินตนาการในความคิด และ Spatial Orientation เป็นความสามารถในการปรับเปลี่ยนมุมมองโดยวัตถุในจินตนาการนั้นคงอยู่กับที่ Thurstone (1950) และ Linn & Petersen (1985 อ้างถึงใน Donohue, 2010) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 ด้านด้วยกัน คือ Mental Rotations, Spatial Visualization และ Spatial Perception Tartre (1990, อ้างถึงใน Sorby, 1999) ได้เสนอแบบแผนจัดแบ่งประเภทของทักษะองค์ประกอบใหม่ ซึ่งมีรากฐานมาจากกระบวนการทางสมองที่ใช้กระทำการใดการหนึ่ง โดยจำแนกออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ Spatial Visualization และ Spatial Orientation ซึ่งองค์ประกอบด้าน Spatial Visualization จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเคลื่อนวัตถุในจินตนาการ และองค์ประกอบด้าน Spatial Orientation จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการปรับเปลี่ยนมุมมองโดยวัตถุในจินตนาการนั้นคงอยู่กับที่ องค์ประกอบด้าน Spatial Visualization ยังสามารถแบ่งแยกออกเป็นสองประเภทย่อย ได้แก่ Mental Rotation ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจินตนาการให้วัตถุทั้งชิ้นนั้นเปลี่ยนแปลงไป และ Mental Transformation ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบางส่วนของวัตถุในจินตนาการ Carroll (1993, อ้างถึงใน Bakker, 2008) ได้แบ่งองค์ประกอบ

ความสามารถมิติสัมพันธ์ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ Visualization, Spatial Relations, Closure Flexibility, Closure Speed และ Perceptual Speed

จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีความหลากหลายเหมือนกันและแตกต่างกันไป แต่องค์ประกอบที่นักการศึกษาทุกท่านได้มีระบุไว้ในองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์คือ Spatial Visualization ซึ่ง Carroll (1993) ; Lohman (1988) ; McGee (1979) และ Michael et al. (1957) ถือว่าความสามารถด้านนี้เป็นด้านที่มีความสำคัญมากที่สุดและเป็นพื้นฐานของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Prieto & Velasco, 2009)

ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถด้านหนึ่งของสมองที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรของประเทศ จากการคาดคะเนของสำนักการบริการด้านการงานในสหรัฐอเมริกาพบว่าอาชีพที่ต้องการความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงมีอยู่ 84 อาชีพ หากสามารถพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นี้ได้มากขึ้น จะเป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศได้ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2518) สอดคล้องกับ Bertoline (1988 อ้างถึงใน Mohler, 2001) ที่ได้ศึกษาสังเคราะห์งานวิจัยต่างๆ และพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จในหลากหลายวิชา ได้แก่ชีววิทยา, เคมี, คณิตศาสตร์, วิทยาศาสตร์, ดาราศาสตร์, วิศวกรรม, ธรณีวิทยา, ดนตรี และฟิสิกส์ (Mohler, 2001) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ Lin & Petersen (1986 อ้างถึงใน สุธน สิทธิวิชชาพร, 2532) ได้ทำการศึกษาและพบว่า ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงวิชาหนึ่ง

เรขาคณิต เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ที่จะให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านมิติสัมพันธ์ เนื่องจากลักษณะของเนื้อหาจะสอนให้เด็กทราบถึงรูปทรง ความลึก ความกว้าง โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งระบุไว้ว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้ สามารถใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาด (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)ในการแก้ปัญหาและนำไปใช้ได้ ซึ่งก็หมายถึงผู้เรียนเมื่อเรียนเรื่องเรขาคณิตแล้วต้องเกิดการพัฒนาในด้านมิติสัมพันธ์ สอดคล้องกับ Hatfield (1989 อ้างถึงใน สุจิรา มุสิกะเจริญ, 2542) กล่าวถึงความสำคัญในการศึกษาเรขาคณิตไว้หลายประการ เหตุผลประการหนึ่งคือการพัฒนาทักษะด้านมิติสัมพันธ์ในวัยเด็ก เด็กจะรู้จักรูปทรงสามมิติต่างๆจากการเล่น การสร้าง และการค้นพบจากของเล่นและสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติ และสอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาความคิดของเพีย เจต์ ที่เชื่อว่าเด็กไม่ได้เกิดมาพร้อมความรู้

และความคิด เด็กเรียนรู้โลกภายนอกรอบตัวและพัฒนาความคิดไปตามลำดับขั้น ความเจริญเติบโตทางความคิดพัฒนาไปพร้อมๆ กับพัฒนาทางกายด้านต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งแรกที่มีประโยชน์ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านนี้จะพัฒนาให้เกิดโดยการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับเรขาคณิต สำหรับทักษะด้านมิติสัมพันธ์นั้นจะประกอบด้วย การตีความ การวาดรูป การทำให้เกิดรูปจำลอง สามารถมองเห็นความเปลี่ยนแปลงและเข้าใจในสิ่งที่เปลี่ยนไป ซึ่งทักษะเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านศิลปะเช่นกัน และถือเป็นพื้นฐานในการทำงานศิลปะที่ความซับซ้อนมากขึ้น งานศิลปะนั้นจะใช้สี แสงเงา น้ำหนักงานปั้น รูปแบบแสดงเป็นภาพ ประกอบกับการใช้หลักการจัดขนาด สัดส่วน ความสมดุลในการสร้างงานทั้งจากรูปแบบ สองมิติ และสามมิติ การจินตนาการหรือการนึกภาพ จึงเป็นเรื่องสำคัญสำหรับผู้ออกแบบ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ระบุไว้เช่นกันว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ต้องรู้และเข้าใจในการสร้างงานทัศนศิลป์สองมิติและสามมิติ เพื่อสื่อความหมายเรื่องราว และวิเคราะห์รูปแบบได้อย่างมีคุณภาพ เอื้ออารี ทองพิทักษ์ (2546) ได้ทำการศึกษาและพบว่า ทักษะพื้นฐานด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นเมื่อผู้เรียนระดับปฐมวัยได้รับการจัดกิจกรรมการวาดภาพต่อเติม โดยกิจกรรมการวาดภาพต่อเติมถือเป็นหนึ่งในกิจกรรมศิลปะแขนงหนึ่ง สน วัฒนสิน (2550) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนภาพพิมพ์ในผู้เรียนระดับปริญญาตรี และพบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นเช่นกันเมื่อมีการจัดการเรียนการสอนวิชาภาพพิมพ์ ซึ่งก็เป็นกิจกรรมในงานด้านศิลปะอีกเช่นกัน จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นถือเป็นความสามารถพื้นฐานของงานด้านต่างๆ ซึ่งควรได้รับการพัฒนาและส่งเสริมตามวัยและพัฒนาการของเด็ก

เพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติ และพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น เพียเจต์กล่าวว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่างๆตามลำดับขั้น ซึ่งพัฒนาการทางสติปัญญาในช่วงอายุ 12-15 ปี เป็นวัยอยู่ในขั้นใช้ความคิดดำเนินการอย่างเป็นระบบ (formal operation) ซึ่งเด็กในวัยนี้จะสามารถคิดโดยไม่ใช้วัตถุเป็นสื่อ (นามธรรม) มีความคิดในเชิงตั้งคำถามและวิธีการหาคำตอบ สามารถคิดรวบยอดได้ รู้จักคิดวิเคราะห์ตีความหมาย สามารถคิดในรูปแบบต่างๆ ได้สมบูรณ์ รวมทั้งรู้จักตั้งสมมติฐานและแสวงหาความเป็นจริง เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน แต่อย่างไรก็ตามพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กวัยแรกรุ่นบางคนยังอยู่ระหว่าง ขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นรูปธรรม (concrete operations) และขั้นใช้ความคิดดำเนินการอย่างเป็นระบบ แต่จากการที่เด็กแต่ละคนมีความสามารถที่แตกต่างกัน เด็กบางคนจึงอาจจะยังไม่สามารถเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยังคงต้องใช้ความ

เป็นรูปธรรมในการที่จะเข้าใจสิ่งต่างๆ ซึ่งกลุ่มนักเรียนที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาช้า และยังปรับตัวไม่ได้ จะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ หากไม่ได้รับการพัฒนา จะส่งผลต่อการพัฒนามิติสัมพันธ์ในอนาคตที่จะซับซ้อนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ (2543) ที่กล่าวว่าการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้น กิจกรรมที่จะส่งเสริมนั้นต้องพิจารณาจากวัยและพัฒนาการของเด็ก โดยเด็กอายุน้อย กิจกรรมของความ สามารถด้านมิติสัมพันธ์ควรไม่ซับซ้อน แต่เด็กอายุมากก็สามารถจัดให้กิจกรรมนั้นๆ ซับซ้อนได้มากขึ้นและ Norman (2000) พบว่าระดับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของแต่ละบุคคล เป็นตัวทำนายที่สำคัญที่สุดของความสำเร็จในความสามารถของบุคคลใดๆ ในการโต้ตอบกับและการใช้ประโยชน์จากอินเตอร์เฟสของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์นั้นมีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตในปัจจุบันเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้เด็กที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ สามารถพัฒนามิติสัมพันธ์ของตนเองด้วยการนำสื่อมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมเพื่อเพิ่มความ สามารถด้านมิติสัมพันธ์ สอดคล้องกับ กิดานันท์ มลิทอง (2548) กล่าวว่าสื่อการสอนมีบทบาทสำคัญอย่างมากที่นำมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากสื่อการสอนเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่จะต้องใช้ความเข้าใจเป็นอย่างมาก

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอนที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนมากมาย และสื่อการเรียนการสอนที่มีบทบาทต่อการเรียนการสอนที่กำลังนิยมใช้กัน คือ บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม เนื่องจากมัลติมีเดียแบบเกม สามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลิน กระตุ้น และท้าทาย ให้เกิดขึ้นเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียนรู้ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541) และนอกจากนี้ยังพบว่าเกมนั้นสามารถช่วยในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ (Feng, Sprence & Pratt, 2007 ; Sorby & Veurink, 2010) ในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมนั้น ก็จะมีวิธีที่สามารถกระตุ้นผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ เช่น การให้คะแนน การให้ผลป้อนกลับ การชี้นำผู้เรียน เป็นต้น (พรพิมล รอดเคราะห์, 2550 ; บุญชู บุญลิขิตศิริ, 2548)

Winn (1981) ได้กล่าวว่า กลยุทธ์ในการใช้ตัวชี้นำ ว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งที่ผู้เรียนนั้นได้เรียนรู้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งตัวชี้นำเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ช่วยดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนเอาใจใส่ต่อสิ่งเร้าที่นำมาเสนอซึ่งสิ่งเร้านั้นจะแตกต่างไปจากสิ่งเร้าตัวอื่นๆ (Dwyer, 1978) กล่าวว่าจุดประสงค์ของการใช้ตัวชี้นำเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเอาใจใส่ หากไม่มีตัวชี้นำแล้วผู้เรียนมักจะใช้วิธีการคาดเดา นอกจากนี้ ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541) ได้กล่าว

ว่าในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมนั้น ตัวชี้นำ จะทำหน้าที่เป็นผู้คอยชี้แนะให้คำแนะนำต่างๆ ในการเล่นเกม ซึ่งได้แก่ วิธีการเล่น การเริ่มต้นเล่นเกมใหม่ การขอคำเฉลย และการเลือกระดับความยากง่ายของเกมนั้นๆ

ภูษิต ทองแป้น (2538) ได้ให้คำจำกัดความของ ตัวชี้นำ ว่าเครื่องหมายการให้ร่องรอยต่างๆ และเป็นการชี้แนะ ในรูปแบบที่เป็นวจนสัญลักษณ์และทัศนสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นเร่งเร้าและจำกัดขอบเขตในการสื่อความหมายให้ตรงเป้าหมายที่ต้องการ หรือเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญให้ชัดเจนขึ้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการ เช่น การชี้นำโดยใช้เครื่องหมายกราฟิก คำชี้แนะ เสียง สี การเคลื่อนไหว เป็นต้น นอกจากนี้ Mayer (2009) กล่าวว่า ตัวชี้นำ เป็นตัวช่วยลดการประมวลผลจากสิ่งที่มาจากภายนอกในการเรียนรู้มัลติมีเดีย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนนั้นเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

จึงสรุปได้ว่า ตัวชี้นำ หมายถึงเครื่องชี้แนะที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวชี้นำเหล่านี้ได้แก่ สี ลูกศร เส้น ข้อความอธิบาย การเคลื่อนไหว (animation) เสียงดนตรี เป็นต้น

ตัวชี้นำนั้นได้ถูกแบ่งและจำแนกได้หลายแบบ Leith (1966) ได้แบ่งตัวชี้นำออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบ Formal ได้แก่ วิธีการต่างๆ เช่น การขีดเส้นใต้ การพิมพ์ตัวใหญ่ ตัวหนา ตัวเอียง หรือการใช้ตัวพิมพ์ที่มีสีตัดกันตรงส่วนที่เป็นใจความสำคัญ แบบ Thematic ได้แก่ตัวชี้นำที่เป็นคำบรรยาย เป็นการอธิบายเพิ่มเติม Fieming and Levie (1979) ได้แบ่งการชี้นำไว้ 2 แบบเช่นกัน ได้แก่ แบบ Criterial เป็นการใช้ตัวชี้นำเพื่อเร้าให้เกิดความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เช่น การใช้ขนาด รูปร่าง สี เป็นต้น และแบบ Non-Criterial เป็นการใช้ตัวชี้นำแบบอื่นๆ ที่ดึงดูดความสนใจ รวมถึงการใช้ลูกศรและการขีดเส้นใต้

Beck (1984) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของตัวชี้นำที่มีผลต่อความสามารถทางการอ่าน ซึ่งได้ทำการทดลองโดยแบ่งตัวชี้นำออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ ตัวชี้นำด้วยภาพ (Pictorial Cues) เช่น สัญลักษณ์, ลูกศร ตัวชี้นำด้วยการเน้นข้อความ (Textual Cues) เช่น การขีดเส้นใต้ การใช้สีเน้นข้อความ และตัวชี้นำด้วยภาพและเน้นข้อความ (Combinational Cues) จากการศึกษาพบว่าตัวชี้นำด้วยภาพและเน้นข้อความ เป็นตัวชี้นำที่ส่งผลต่อความสามารถทางการอ่านมากที่สุด

Huk, Steinke & Floto (2003) ได้ทำการศึกษาตัวชี้นำในภาพเคลื่อนไหวซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคลด้านมิติสัมพันธ์ ในวิชาชีววิทยา โดยทำการทดลองแบ่งเป็น

2 แบบ คือ การนำเสนอภาพเคลื่อนไหวที่มีตัวชี้นำ (ได้แก่ ลูกศร สี และการใช้ข้อความ) และภาพเคลื่อนไหวที่ไม่มีตัวชี้นำ โดยนำเสนอผ่านโปรเจคเตอร์ พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำและสูงเมื่อเรียนด้วยการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวที่มีตัวชี้นำแล้วมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

Masakura (2005) ได้ทำการวิจัยการใช้ตัวชี้นำแบบด้วยภาพ (Visual cues) เพื่อช่วยผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลสำคัญบนหน้าจอแสดงผล พบว่า ตัวชี้นำแบบกระพริบ (Flashing cue) และตัวชี้นำแบบซูม (zooming cue) เป็นตัวชี้นำที่เหมาะสมสำหรับการชี้แนะผู้เรียนให้เกิดความสนใจและเข้าถึงข้อมูลสำคัญ

สำหรับตัวชี้นำที่จะส่งผลและนำมาใช้ในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นตัวชี้นำที่มีลักษณะเป็นกราฟิก ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ หมายถึง ตัวชี้นำด้วยภาพที่มีลักษณะคงที่ ได้แก่ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ การแรเงา สี เส้นต่างๆ ที่สามารถชี้แนะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ และตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว หมายถึง ตัวชี้นำด้วยภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหว ได้แก่ การกระพริบ การหมุนด้วยภาพ การประกอบภาพ ดังนั้นการมีตัวชี้นำในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมจะยิ่งช่วยส่งเสริมให้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยของ Khooshabeh & Hegarty (2010) พบว่าผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงย่อมมีโครงสร้างความสามารถในการจินตนาการสูง แต่ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำย่อมต้องมีโครงสร้างความสามารถในการจินตนาการต่ำ เนื่องจากไม่สามารถเชื่อมโยงรูปภาพ รูปทรง ที่มีลักษณะที่ซับซ้อนมากเกินไปได้ ซึ่งอาจเกี่ยวกับลักษณะการรับรู้ภาพ (Visual Perception) ดังนั้นตัวชี้นำด้วยภาพที่จะปรากฏในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม จะทำหน้าที่ชี้แนะให้ผู้เรียนนั้นเข้าใจได้ง่ายและชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับ Oostendorp,Beijersbergen & Solaimani (2008) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ภาพเคลื่อนไหวในการเรียนรู้ กับผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่างกัน โดยพบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำจะเรียนได้ดีมากที่สุดเมื่อเรียนรู้ด้วยการดูภาพเคลื่อนไหวที่เน้นจุดสำคัญในการเคลื่อนไหว รองลงมาคือการเรียนรู้ด้วยการดูภาพที่มีการอธิบายในลักษณะคงที่ ซึ่งนั่นแสดงให้เห็นถึงว่าการใช้ภาพเคลื่อนไหวถึงแม้จะควบคุมได้เองก็ตามนั้น สำหรับเด็กที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำแล้วต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแยกและรวมเข้าด้วยกันในมุมมองต่างๆ ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นจุดที่เป็น

สาระสำคัญที่เน้นเด่นชัดเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่านักออกแบบสื่อจำเป็นจะต้องมีการออกแบบลักษณะบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมด้านมิติสัมพันธ์ แต่จากการสำรวจรายชื่อวิทยานิพนธ์ในประเทศไทยที่เกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมนั้นพบว่า ยังไม่พบว่ามีการทำวิจัยในการศึกษาผลของตัวชี้นำด้วยภาพรูปแบบต่างกันในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการศึกษาในเรื่องผลของการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เพื่อให้นักออกแบบการสอน นักออกแบบสื่อการสอน รวมทั้งครูผู้สอน ได้ใช้ประโยชน์ในการผลิตสื่อเพื่อเสริมสร้างพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

คำถามการวิจัย

1. การใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมจะมีผลต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำหรือไม่

2. การใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมต่างกัน จะมีผลต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำแตกต่างกันหรือไม่

3. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำเมื่อเล่นเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ มีการใช้เวลาในการเล่นเกมอย่างไร

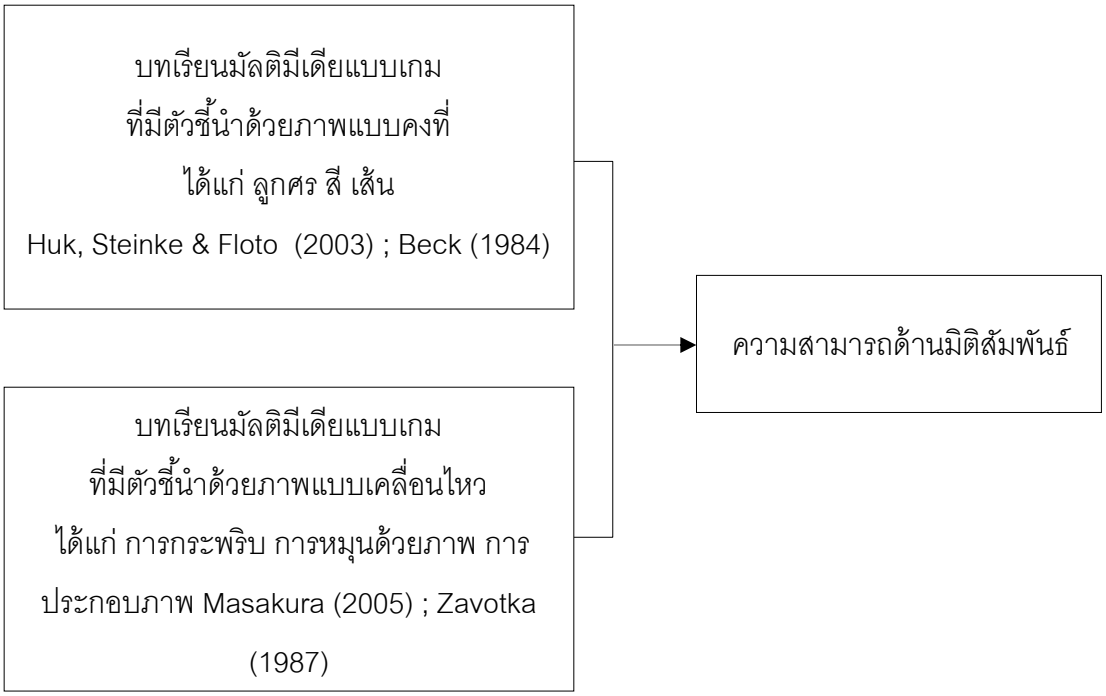
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน

3. เพื่อเปรียบเทียบเวลาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่เรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน และมีระดับความยากง่ายต่างกัน 4 ระดับ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



คำอธิบายกรอบแนวคิด

1. บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม หมายถึง บทเรียนมัลติมีเดียรูปแบบหนึ่งที่ต้องการให้การเรียนมีความสนุกสนาน ด้วยการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทายและสนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้น เพื่อจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียน โดยมีลักษณะสำคัญที่ทำให้ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียน ได้แก่ เป้าหมาย กฎ กติกา การแข่งขัน ความท้าทาย ปฏิสัมพันธ์ เรื่องราว ความตื่นตาตื่นใจ (Alessi&Trollip, 2000; Prensky, 2001 ; Malone, 1980)

2. ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ หมายถึง เครื่องชี้แนะที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ ลูกศร สี เส้นต่างๆ (Huk, Steinke & Floto, 2003 ; Beck, 1984)

3. ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว หมายถึง เครื่องชี้แนะที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การกระพริบ การหมุนด้วยภาพ การประกอบภาพ ที่สามารถชี้แนะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ (Masakura, 2005 ; Zavotka, 1987)

4. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง คะแนนความสามารถในการจัดการและเข้าใจรูปแบบภาพ รูปทรง รูปร่างต่างๆ ในจินตนาการที่หมุน, บิด, กลับด้าน, เปลี่ยนรูปไป, ไม่สมบูรณ์หรือถูกปิดบังบางส่วน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุในลักษณะต่างๆ (Carroll, 1993) หลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการใช้ตัวชี้นำกับผู้เรียนนั้นไม่ว่าจะอยู่ในสื่อรูปแบบใดนั้นก็สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสาระสำคัญที่ต้องการเน้นให้เห็นเพื่อเพิ่มความเข้าใจ (Beck,1984 ; Dwyer,1978 ; Mayer, 2009 ; Taber, Glaser and Schaefer ,1965 ; Leith,1966 ; Flemming and Levie,1979) นอกจากนี้ Edward (2009) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ตัวชี้นำด้วยภาพในการใช้สีนั้นเข้ามาช่วยลดภาระทางปัญญาและช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน รวมทั้ง Masakura (2005) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ตัวชี้นำภาพ (Visual cues) แบบกระพริบ (Flashing cue) และแบบซูม (zooming cue) เป็นตัวชี้นำที่เหมาะสมสำหรับการชี้แนะผู้เรียนให้เกิดความสนใจและเข้าถึงข้อมูลสำคัญบนหน้าจอแสดงผล สอดคล้องกับ Zavotka (1987) ได้ทำการวิจัยและพบว่า การใช้แอนิเมชั่นในการหมุนภาพและเปลี่ยนรูปจากรูปสามมิติเป็นสองมิตินั้นช่วยให้พัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ โดยจากการศึกษางานวิจัยพบว่ารูปแบบของตัวชี้นำโดยส่วนใหญ่สามารถสร้างและพัฒนาขึ้นในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย สำหรับผู้เรียนในช่วงอายุ 12-15 ปี เป็นวัยที่อยากรู้อยากลอง ชอบความท้าทาย ซึ่งหากเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้นั้นเป็นเนื้อหาที่ต้องมีการฝึกฝนบ่อยๆ เพื่อให้เกิดทักษะขึ้นนั้นการฝึกหรือเรียนซ้ำๆ อาจทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายได้ง่าย สื่อมัลติมีเดียนั้นสามารถเข้ามาช่วยให้ผู้เรียนในระดับนี้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ โดยเฉพาะมัลติมีเดียแบบเกมนั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและกระตุ้นให้เกิดความอยากเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้สมมติบทบาทของตัวละครในสถานการณ์

ต่างๆ ตลอดเกม พร้อมทั้งยังต้องเอาชนะอุปสรรคต่างๆ ไปให้ได้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มผู้เรียนที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ช้า ยังปรับตัวไม่ได้ และต้องการสนับสนุนเพิ่มเติมนอกจากการเรียนการสอนทั่วไป ซึ่งถือเป็นกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ บทเรียนมัลติมีเดียแบบที่มีตัวชี้นำจะเข้ามาช่วยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำนั้นเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประสิทธิภาพตัวชี้นำจะเข้าไปกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เห็นแนวทางและช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Huk, Steinke & Floto (2003) และ Oostendorp, Beijersbergen & Solaimani (2008) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำนั้นต้องมีการใช้ตัวชี้นำ เพื่อมาสนับสนุนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแยกและรวมเข้าด้วยกันในมุมมองต่างๆ ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นจุดที่เป็นสาระสำคัญที่เน้นเด่นชัด เข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ในการเรียนจะมีการใช้ภาพเคลื่อนไหว

จากเอกสารและงานวิจัยที่ศึกษาสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 รูปแบบ จะมีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่

ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม มี 2 รูปแบบ ดังนี้

1.1 ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่

1.2 ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ที่กำลังศึกษาอยู่ ปีการศึกษา 2555 จำนวน 40 คน ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ซึ่งประกอบด้วย

4.1 รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

4.2 หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ

4.3 การอธิบายลักษณะของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติกับภาพสองมิติ

4.3.1 การคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติ

4.3.2 การประกอบรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ

4.4 การอธิบายภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึงความสามารถในการจัดการ หมุน บิด หรือกลับด้าน กับวัตถุในจินตนาการ และสามารถจินตนาการพับหรือคลี่ของรูปทรงสองมิติใดๆ รวมทั้งจินตนาการการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งวัตถุหรือรูปร่างวัตถุที่สัมพันธ์กันในพื้นที่ว่าง (McGee, 1979 ; Kahle, 1983 ; Lohman, 1988 ; Carroll, 1993)

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวชี้นำ หมายถึง เครื่องชี้แนะที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวชี้นำเหล่านี้ได้แก่ สี ลูกศร เส้น การเคลื่อนไหว (animation) เป็นต้น

2. ตัวชี้นำด้วยภาพ หมายถึง เครื่องชี้แนะด้วยการรับรู้ทางตา ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ ได้แก่ สี ลูกศร เส้น และแบบเคลื่อนไหว ได้แก่ การกระพริบ การหมุนด้วยภาพ การประกอบภาพ

3. ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ หมายถึง ตัวชี้นำด้วยภาพซึ่งประกอบด้วยตัวชี้นำ 2 ลักษณะ คือ ตัวชี้นำเกี่ยวกับภาพ (Pictorial Cues) และตัวชี้นำเกี่ยวกับข้อความ (Textual Cues) ได้แก่ สี ลูกศร เส้น ที่สามารถชี้แนะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้

4. ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว หมายถึง ตัวชี้นำด้วยภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหว ได้แก่ การกระพริบ การหมุนด้วยภาพ การประกอบภาพ ที่สามารถชี้แนะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้

5. บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพ หมายถึง บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ต้องการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทายและสร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้น เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่อยากจะเรียน มีตัวชี้นำด้วยภาพเพิ่มเข้ามาในภาพอธิบายประกอบเนื้อหา ทำหน้าที่เน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. บทเรียนมัลติมีเดียที่มีการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ หมายถึง บทเรียนมัลติมีเดียที่ต้องการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทายและสร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้น เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่อยากจะเรียน มีตัวชี้นำด้วยภาพที่มีลักษณะแบบคงที่ ได้แก่ ลูกศร สี เส้นต่างๆ เป็นตัวชี้นำที่เพิ่มเข้ามาในภาพอธิบายประกอบเนื้อหา เช่น การประกอบภาพ การเน้นรูปร่างด้วยเส้นสี การใช้ลูกศรและเส้นประประกอบภาพ ซึ่งจะช่วยเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. บทเรียนมัลติมีเดียที่มีการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว หมายถึง บทเรียนมัลติมีเดียที่ต้องการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทายและสร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้น เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่อยากจะเรียน มีตัวชี้นำด้วยภาพมีลักษณะเคลื่อนไหว ได้แก่ การกระพริบ การหมุนด้วยภาพ การประกอบภาพ เป็นตัวชี้นำที่เพิ่มเข้ามาในภาพอธิบายประกอบเนื้อหา เช่น การประกอบภาพด้วยการแอนิมชั่น การหมุนภาพ การกระพริบ ซึ่งจะช่วยเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการจัดการและเข้าใจรูปแบบภาพ รูปทรง รูปร่างต่างๆ ในจินตนาการที่หมุน บิด กลับด้าน เปลี่ยนรูปไป ไม่สมบูรณ์หรือถูกปิดบังบางส่วน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุในทางใดทางหนึ่งด้วย (Carroll, 1993) ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

9. องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวคิดของ Carroll (1993) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ Visualization, Spatial Relations, Closure Flexibility, Closure Speed และ Perceptual Speed ดังรายละเอียดต่อไปนี้

9.1 Visualization (VZ) หมายถึง ความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงทั้งแบบสองมิติและสามมิติ ที่มีการเคลื่อนที่ และระบุไว้ตามระดับความยากและความซับซ้อนในการมองเห็น

9.2 Spatial Relations (SR) หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจและรับรู้ความสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกันไป

9.3 Closure Flexibility (CF) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาและระบุรูปร่างที่ถูกซ่อนอยู่ในรูปแบบภาพที่ซับซ้อน

9.4 Closure Speed (CS) หมายถึง ความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูกปิดบังบางส่วนหรือรูปแบบภาพที่ไม่สมบูรณ์

9.5 Perceptual Speed (P) หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว โดยการค้นหาหรือเปรียบเทียบรูปแบบภาพใดรูปแบบภาพหนึ่ง หรือหลายรูปแบบอย่างถูกต้อง

10. แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยอาศัยแนวคิดของ Carroll (1993) ซึ่งสามารถสร้างแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ได้แบ่งตามองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 5 ด้าน ได้แบบวัดมาทั้งหมด 6 แบบ ได้แก่ แบบประกอบภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบซ่อนภาพ แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน และแบบหาภาพที่เหมือนกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

10.1 แบบประกอบภาพ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนมองภาพที่กำหนดให้ แล้วแยกภาพตามเส้นในภาพ จะได้ภาพกลุ่มใดที่มีลักษณะเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้ได้

10.2 แบบประกอบภาพ 3 มิติ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนจินตนาการพับภาพแบบระนาบหรือมิติเดียว ตามภาพ 3 มิติ ที่กำหนดให้ แล้วให้จับคู่ว่าด้านใดเป็นด้านเดียวกันในภาพได้

10.3 แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีด้านตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ได้

10.4 แบบซ่อนภาพ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีขนาด รูปร่าง และทิศทางเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้ ในภาพที่มีสิ่งกีดขวางกีดกั้นจนมองเห็นภาพนั้นไม่ถนัด เห็นแต่เพียงบางส่วน

10.5 แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนมองภาพที่ถูกปิดบังบางส่วน แล้วบอกให้ได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพอะไร

10.6 แบบหาภาพที่เหมือนกัน เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีขนาดรูปร่างเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีกลยุทธ์ตัวชี้นำด้วยภาพ

2. ได้วิธีการในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่คำนึงถึงคุณลักษณะเฉพาะของนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นฐานความรู้และพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ในบทนี้นำเสนอเป็นหัวข้อเรียงลำดับดังนี้

1. ตัวชี้นำ
2. บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม
3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

1. ตัวชี้นำ

ความหมายและประเภทของตัวชี้นำ

วิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งที่ผู้เรียนนั้นได้เรียนรู้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และช่วยดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนเอาใจใส่ต่อสาระสำคัญที่นำมาเสนอคือ การใช้ตัวชี้นำ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของตัวชี้นำไว้ดังนี้

Kemp (1968 อ้างถึงใน สุชาติ วัฒนไพโรจน์รัตน์, 2539) ได้กล่าวถึงความหมายของ ตัวชี้นำ หมายถึง เครื่องหมายและสิ่งซึ่งผลในการจำแนกจดจำ ตัวชี้นำเหล่านี้ได้แก่ สี ลูกศร เข็มชี้ การเคลื่อนไหว (animation) การเคลื่อนที่เข้าประกอบกัน (Implosion Techniques) มุมถ่ายของกล้อง และการอธิบายบ่งบอก (Directed Narration)

Dwyer (1978) กล่าวว่าการใช้ตัวชี้นำในการเรียนการสอนเป็นเทคนิควิธีที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพื่อการที่ต้องการเน้นข้อความนั้นๆ ให้เห็นเด่นชัดว่า เป็นสาระสำคัญ ซึ่งวิธีการเน้นมีหลายรูปแบบ เช่น การใช้ลูกศรชี้ การขีดเส้นใต้ การใช้สี เสียงดนตรี

เปรื่อง กุมุท (2519) ให้ความหมายของเครื่องชี้นำ เป็นหนทางที่จะช่วยให้นักเรียนแสดงการตอบสนองออกมาอย่างที่เราต้องการ เครื่องชี้นำที่ใช้กันมากคือ การขีดเส้นใต้คำที่เป็นคำตอบที่ถูก หรือการพิมพ์ตัวหนา หรือใช้วิธีใส่อักษรไว้บางตัวเพื่อเป็นเค้าของคำตอบ

ภูษิต ทองแป้น (2538) ตัวชี้นำ (Cues) หมายถึงเครื่องหมายการให้ร่องรอยต่างๆ และเป็นการชี้แนะ ในรูปแบบที่เป็นวจนสัญลักษณ์และทัศนสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นเร่งเร้าและจำกัด

ขอบเขตในการสื่อความหมายให้ตรงเป้าหมายที่ต้องการ หรือเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญให้ชัดเจนขึ้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการ เช่น การชี้นำโดยใช้เครื่องหมายกราฟิก คำชี้แนะ เสียง สี การเคลื่อนไหว เป็นต้น

สรุปได้ว่า ตัวชี้นำ เป็นเครื่องชี้แนะที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวชี้นำเหล่านี้ได้แก่ สี ลูกศร เส้น ข้อความอธิบาย การเคลื่อนไหว (animation) เสียงดนตรี

การใช้ตัวชี้นำเป็นเทคนิคหนึ่งที่ช่วยลดกระบวนการแทรกซ้อน โดยตัวชี้นำเข้าไปช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ความสำคัญและจัดระเบียบในการเรียนรู้นั้นๆได้ Mayer (2009) ซึ่งตัวชี้นำมีรูปแบบและลักษณะแตกต่างกันไปตามบริบทของการใช้ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของตัวชี้นำไว้และเทคนิคการใช้ โดยแบ่งตามแบบ Formal Type เป็นการใช้ตัวชี้นำเป็นสิ่งเร้าชี้นำให้ผู้เรียนเห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญ เช่น การขีดเส้นใต้ การพิมพ์ด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ ตัวหนา หรือการใช้ตัวพิมพ์ที่มีสีตัดกันตรงส่วนที่เป็นสาระสำคัญ เป็นต้น การชี้นำแบบนี้สามารถนำไปใช้ชี้แนะคำตอบในบางส่วนเพื่อให้ผู้เรียนเห็นแนวทาง ส่วนแบบ Thematic Type เป็นการชี้นำด้วยคำบรรยายเป็นสรุปข้อความ หรือการอธิบายเพิ่มเติม การชี้นำแบบนี้สามารถนำไปใช้ชี้แนะโดยการใช้ภาพประกอบ ข้อความ หรือคำที่มีความหมายเหมือนกันและตรงข้ามกันเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบได้ โดยทั่วไปวิธีการชี้นำแบบ Thematic จะช่วยผู้เรียนในการเข้าใจเนื้อหาสาระ แต่การใช้เครื่องชี้นำแบบ Formal จะช่วยผู้เรียนเกี่ยวกับการระลึกได้ (Recall) (Taber, Glaser and Schaefer, 1965 ; Leith, 1966) และต่อมาได้มีนักการศึกษาอีกกลุ่มหนึ่งได้อธิบายและแบ่งตัวชี้นำออกเป็น 2 แบบเช่นกันแต่จะเป็นลักษณะของตัวชี้นำภาพ โดยแบบ Criterial Type เป็นการใช้ตัวชี้นำ เพื่อเร้าให้มโนทัศน์นั้นชัดเจนยิ่งขึ้นหรือเร้าในส่วนสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ เช่น การใช้ตัวชี้นำที่บอกถึง ขนาด รูปร่าง สี รายละเอียดพื้นหลังของภาพ การตัดกัน การเน้นโดยใช้วงกลมล้อมรอบ ฯลฯ Flemming and Levie (1979) ส่วนแบบ Non-Criterial Type เป็นการใช้ตัวชี้นำอื่นๆ เรียกร้องความสนใจ รวมทั้งการใช้ลูกศรและการขีดเส้นใต้ด้วย นอกจากนี้การชี้นำโดยการให้สิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกันกับสาระสำคัญแก่ผู้เรียนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และการเน้นเนื้อหาส่วนสำคัญให้เด่นชัดเจนขึ้น หรือแตกต่างไปจากเนื้อหาส่วนอื่นๆ ที่ไม่สำคัญจะช่วยให้ผู้เรียน

สามารถรับรู้ได้โดยเร็ว ซึ่งการรับรู้นั้นก็เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ การรับรู้ที่ถูกต้องและรวดเร็วจะช่วยทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Edward (2009) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ตัวชี้นำด้วยภาพในการใช้สีนั้นเข้ามาช่วยลดภาระทางปัญญาและช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ตัวชี้นำนั้นสามารถนำไปใช้และเข้าไปเกี่ยวข้องอยู่ในหลายด้าน ความสามารถทางด้านการอ่านโดย Beck (1984) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของตัวชี้นำที่มีผลต่อความสามารถทางการอ่าน ซึ่งได้ทำการทดลองโดยแบ่งตัวชี้นำออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ ตัวชี้นำเกี่ยวกับภาพ (Pictorial Cues) เช่น สัญลักษณ์, ลูกศร ตัวชี้นำเกี่ยวกับข้อความ (Textual Cues) เช่น การขีดเส้นใต้ การใช้สีเน้นข้อความ และตัวชี้นำเกี่ยวกับภาพและเกี่ยวกับข้อความ (Combinational Cues) จากการศึกษาพบว่าตัวชี้นำในภาพและเน้นข้อความ เป็นตัวชี้นำที่ส่งผลต่อความสามารถทางการอ่านมากที่สุด และหากนำตัวชี้นำไปใช้ในการแสดงผลหน้าจอคอมพิวเตอร์ Masakura (2005) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ตัวชี้นำภาพ (Visual cues) แบบกระพริบ (Flashing cue) และแบบซูม (zooming cue) เป็นตัวชี้นำที่เหมาะสมสำหรับการชี้แนะผู้เรียนให้เกิดความสนใจและเข้าถึงข้อมูลสำคัญบนหน้าจอแสดงผล ส่วนการนำตัวชี้นำไปใช้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมนั้น ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541) กล่าวว่า ตัวชี้นำจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยชี้แนะให้คำแนะนำต่างๆ ในการเล่นเกม ซึ่งได้แก่ วิธีการเล่น การเริ่มต้นเล่นเกมใหม่ การขอคำเฉลย และการเลือกระดับความยากง่ายของเกมนั้นๆ

จะเห็นได้ว่าตัวชี้นำนั้นมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสาระสำคัญที่ต้องการเน้นให้เห็นเพื่อเพิ่มความเข้าใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่ไม่สามารถเข้าใจสิ่งต่างๆ ในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตัวชี้นำจะเข้าไปกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เห็นแนวทางและช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Huk, Steinke & Floto (2003) ได้ทำการศึกษาตัวชี้นำในภาพเคลื่อนไหวซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคลด้านมิติสัมพันธ์ในรายวิชาชีววิทยา โดยทำการทดลองแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การนำเสนอภาพเคลื่อนไหวที่มีตัวชี้นำ และภาพเคลื่อนไหวที่ไม่มีตัวชี้นำ โดยนำเสนอผ่านโปรเจคเตอร์ พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำและสูงเมื่อเรียนด้วยการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวที่มีตัวชี้นำแล้วมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน รวมทั้ง Oostendorp, Beijersbergen & Solaimani (2008) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ภาพเคลื่อนไหวในการเรียนรู้ กับผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่างกัน โดยได้แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้ดูภาพที่มีการอธิบายในลักษณะคงที่ กลุ่มที่ได้ดูภาพเคลื่อนไหวและสามารถควบคุมการเล่นเองได้ และกลุ่มที่ได้ดูภาพเคลื่อนไหวและมีการ

เน้นจุดสำคัญในการเคลื่อนไหวทุกขั้นตอนหลักที่อธิบาย พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำจะเรียนได้ดีมากที่สุดเมื่อเรียนรู้ด้วยการดูภาพเคลื่อนไหวที่เน้นจุดสำคัญในการเคลื่อนไหว รองลงมาคือการเรียนรู้ด้วยการดูภาพที่มีการอธิบายในลักษณะคงที่ ซึ่งนั่นแสดงให้เห็นถึงว่าการใช้เคลื่อนไหวถึงแม้จะควบคุมได้เองก็ตามนั้น สำหรับเด็กที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำแล้วต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแยกและรวมเข้าด้วยกันในมุมมองต่างๆ ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นจุดที่เป็นสาระสำคัญที่เน้นเด่นชัดเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Zavotka (1987) ได้ทำการวิจัยและพบว่า การใช้แอนิเมชั่นในการหมุนภาพและเปลี่ยนรูปจากรูปสามมิติเป็นสองมิตินั้นช่วยให้พัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้

Alessi and Trollip (1989) ได้นำเสนอเทคนิควิธีการชี้นำในจอคอมพิวเตอร์ โดยมีลักษณะและรายละเอียดเกี่ยวกับตัวชี้นำดังนี้

1. ขนาด (Size) การเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ส่วนมากแล้วจะสามารถเสนอตัวอักษรขนาดต่างๆ ได้ ซึ่งไม่เพียงแต่จะช่วยดึงดูดความสนใจ ของผู้เรียนเท่านั้น ขนาดของตัวอักษร ยังอาจจะจำเป็นสำหรับการสอนเด็กเล็กด้วย

2. การกลับสีพื้นและตัวอักษร (Inverse) คือ การใช้ตัวอักษรสีดำบนพื้นขาวหรือ การใช้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำ วิธีการนี้จะทำให้เนื้อหาเด่นออกมา

3. การใช้ตัวพิมพ์สลับกัน (Alternate Typeface) ตัวพิมพ์ที่เรารู้จักกันดี และนิยมใช้กัน คือ ตัวพิมพ์เอน และตัวพิมพ์หนา

4. การใช้ลูกศรและการล้อมกรอบ (Arrows and Boxes) เป็นการใช้ลูกศรชี้ส่วนสำคัญของข้อความ หรืออาจใช้วิธีการล้อมกรอบส่วนที่สำคัญของเนื้อหา

5. การใช้ความโดดเด่น (Isolation) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งโดยการให้ส่วนสำคัญของเนื้อหาหรือส่วนที่ต้องการเน้นปรากฏอยู่บนจอเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีส่วนอื่นๆ ที่ไม่สำคัญปรากฏ

6. การกระพริบ (Blinking) เป็นวิธีการเน้นความสนใจที่มีประสิทธิภาพมาก จนผู้เรียนไม่สนใจสิ่งอื่นๆ เลย นอกจากเนื้อหาที่มีการกระพริบ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะตัวชี้นำ ประเภทตัวชี้นำและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงได้เลือกตัวชี้นำที่จะส่งผลและนำมาใช้ในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมในงานวิจัยครั้งนี้ เป็น

ตัวชี้นำที่มีด้วยภาพ ซึ่งหมายถึง เครื่องชี้แนะด้วยการรับรู้ทางตา ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวชี้นำเหล่านี้ได้แก่ สี ลูกศร เส้น ข้อความอธิบาย การเคลื่อนไหว (animation) สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ หมายถึง ตัวชี้นำด้วยภาพที่มีลักษณะคงที่ ได้แก่ ลูกศร สี เส้น ข้อความอธิบาย ที่สามารถชี้แนะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้

2. ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว หมายถึง ตัวชี้นำด้วยภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหว ได้แก่ การกระพริบ การหมุนด้วยภาพ การประกอบภาพและการซูม ที่สามารถชี้แนะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้

2. บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

มัลติมีเดียเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ด้วยความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่ช่วยในการผลิตและเผยแพร่สื่อได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงทำให้มัลติมีเดียแพร่หลายในงานหลายๆ ด้าน และมีหลายรูปแบบ มัลติมีเดียแบบเกมเป็นมัลติมีเดียรูปแบบหนึ่งที่ได้ถูกนำมาใช้ในงานด้านการศึกษา อย่างแพร่หลาย มัลติมีเดียแบบเกมถือเป็นส่วนหนึ่งของสื่อการเรียนการสอนที่สามารถใช้ในทุกๆ ระดับการศึกษา

ความหมายของมัลติมีเดียแบบเกม

Alessi (1989) ให้ความหมายของเกมว่าเป็นเครื่องมือประเภทหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน การเล่นเกมมีส่วนคล้ายกับการแสดงบทบาทสมมติ โดยมีการสร้างสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้และทักษะการแสดงบทบาทสมมติจะสอนโดยเลียนแบบความจริง แต่เกมอาจเลียนแบบความจริงหรือไม่ก็ได้ ซึ่งเกมจะให้ความสนุกสนาน และท้าทายมากกว่า

กิดานันท์ มลิทอง (2548) กล่าวไว้ว่า การนำเกมมาใช้เพื่อการเรียนการสอน สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย ผู้สอนสามารถใช้เกมในการสอน และเป็นสื่อ

เพื่อให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทัศนคติ ตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม หมายถึง รูปแบบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอบซึ่งต้องการที่จะทำให้การเรียนเป็นเรื่องสนุกตามแนวคิดในภาษาอังกฤษที่ว่า Learning is fun โดยการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้นเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้อยากที่จะเรียน

สรุปได้ว่า บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม เป็นสื่อประเภทหนึ่งที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ด้วยการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทาย รวมทั้งยังสร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เรียนไปพร้อมๆกับการให้ความรู้ในระหว่างการเล่น โดยจะมีกฎ กติกา และเป้าหมายให้ผู้เล่นรู้สึกอยากเรียน

องค์ประกอบของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

ในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมนั้น ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญๆ ของเกม ซึ่ง Alessi และ Trollip (2001) กล่าวว่าองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม ได้แก่ เป้าหมาย กฎกติกา การแข่งขัน ความท้าทาย จินตนาการ ความปลอดภัย และความสนุกสนานเพลิดเพลิน ดังนี้

1. เป้าหมาย (Goals) บทเรียนแบบเกมทุกบทเรียนต้องมีการตั้งเป้าหมายที่ชัดเจนให้ผู้เรียนเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียน โดยเป้าหมายดังกล่าวต้องเป็นเป้าหมายที่ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป ซึ่งผู้เรียนจะได้รับการเสริมสร้างความรู้และความชำนาญระหว่างที่ผู้เรียนเดินทางไปสู่เป้าหมาย

2. กฎกติกา (Rules) กฎกติกาเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในบทเรียนแบบเกม เนื่องจากเป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับหรือข้อจำกัดต่างๆ ของสิ่งที่ผู้เรียนสามารถกระทำได้ภายในบทเรียน ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น

3. การแข่งขัน (Competition) บทเรียนแบบเกมต้องมีการแข่งขัน ซึ่งอาจเป็นการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้าม ตนเอง เวลา หรือการแข่งขันกับปัจจัยอื่นๆ

4. ความท้าทาย (Challenge) บทเรียนแบบเกมต้องมีความท้าทายให้กับผู้เรียน ซึ่งความท้าทายนั้นคือ ความพยายามที่จะไปสู่เป้าหมาย ความท้าทายในบทเรียนแบบเกมควรจะมีความ

ยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียนซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของบทเรียนแบบเกมนั้นๆ ด้วย

5. จินตนาการ (Fantasy) บทเรียนแบบเกมส่วนใหญ่มักใช้จินตนาการเป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน โดยระดับของการจินตนาการในบทเรียนนั้นจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของบทเรียนเกมนั้นๆ ซึ่งจะมีตั้งแต่ระดับที่ใกล้เคียงกับความจริงไปจนถึงระดับที่เต็มไปด้วยความเพ้อฝัน

6. ความปลอดภัย (Safety) บทเรียนแบบเกมการจำลองต้องยึดหลักความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ คือต้องจำลองสถานการณ์เพื่อความปลอดภัย ซึ่งในความเป็นจริงสถานการณ์นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้เรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น สถานการณ์ในการรบ สถานการณ์ในการบิน สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

7. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Entertainment) แม้ว่าวัตถุประสงค์หลักของการเรียนแบบเกมคือการให้ความรู้และทักษะแก่ผู้เรียน แต่ความสนุกสนานเพลิดเพลินถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอีกองค์ประกอบหนึ่ง เนื่องจากความสนุกสนานเพลิดเพลินเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดแรงจูงใจและส่งผลต่อการเรียนรู้ในที่สุด

นอกจากนี้ Prensky (2001) ได้สรุปว่าเกมคอมพิวเตอร์ที่สนุกและดึงดูดใจผู้เล่นนั้น ควรมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. เป้าหมาย (Goals) เป้าหมายเป็นสิ่งสำคัญของเกมคอมพิวเตอร์ทุกเกม เกมคอมพิวเตอร์ที่สนุกต้องมีเป้าหมายของเกมที่ผู้เล่นสามารถไปถึงได้ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป มีความน่าสนใจ สามารถดึงดูดใจให้ผู้เล่นอยากเล่นต่อไปได้โดยที่ไม่เกิดความรู้สึกเบื่อหน่าย เป้าหมายของเกมยังสามารถนำไปสู่การกำหนดกฎกติกาของเกมด้วย เช่น ถ้าผู้เล่นต้องการสะสมคะแนนให้ได้ 100 คะแนน อาจกำหนดกติกาว่า ผู้เล่นที่แก้ปริศนาได้ ภายในเวลา 3 นาที จะได้รับ 20 คะแนน และหากทำได้เร็วกว่าที่กำหนดเวลาเอาไว้จะได้รับคะแนนเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

2. กติกา (Rules) กติกาเป็นองค์ประกอบที่เป็นผลมาจากการกำหนดเป้าหมาย และมีความสำคัญต่อการเล่มเกม เพราะเป็นสิ่งที่สร้างข้อจำกัดข้อบังคับซึ่งผู้เล่นต้องปฏิบัติตาม รวมทั้งยังทำให้การเล่นดำเนินไปได้อย่างยุติธรรมและยังสามารถสร้างความตื่นเต้นให้กับผู้เล่นได้อีกด้วย

3. ผลที่เกิดขึ้นและการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Outcomes and Feedback) การแสดงผลและให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าผู้เล่น

สามารถมุ่งไปสู่เป้าหมายได้มากน้อยเพียงใด การให้ข้อมูลป้อนกลับควรทำทันทีหลังจากที่ผู้เล่นได้กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งไปแล้ว ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี เช่น การให้คะแนน รางวัล คำชมเชย การให้คำอธิบาย เป็นต้น นอกจากจะช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากการคิดหาวิธีการแก้อุปสรรคต่างๆ แล้ว ยังช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการเล่นของตนเองด้วย

4. ความท้าทายและการแข่งขัน (Challenge and Competition) องค์ประกอบนี้สามารถสร้างขึ้นได้ด้วยการกำหนดปัญหาในเกมที่ต้องการให้ผู้เล่นแก้ไขหรือเอาชนะ ซึ่งช่วยให้ผู้เล่นเกิดความรู้สึกตื่นเต้นไปกับสถานการณ์ในเกม

5. ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) การเล่นเกมด้วยความสนุกเกิดขึ้นได้เมื่อมีผู้เล่นหลายคน จำนวนผู้เล่นทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่นด้วยกันจนเกิดเป็นกลุ่มสังคมขึ้นมาโดยไม่จำเป็นต้องมีการพบปะเผชิญหน้ากันระหว่างกลุ่มผู้เล่น ซึ่งอาจจะเป็นการพูดโต้ตอบกันผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยเฉพาะกับเกมออนไลน์ที่มีเมนู “Chat” เพื่อให้ผู้เล่นได้พูดคุยกัน

6. เรื่องราว (Story) เรื่องราวที่สร้างขึ้นในเกม มักรวมจินตนาการแฟนซี (Fantasy) เข้าไปด้วย เช่น การเดินในอวกาศ การย้อนเวลากลับไปในอดีต การผจญภัยในดินแดนมหัศจรรย์ เป็นต้น ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะยิ่งช่วยให้เกมมีความสนุกมากยิ่งขึ้น

Malone (1980, 1981) นักจิตวิทยาด้านพฤติกรรมนิยม ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมมีความสนุกสนานและได้เสนอทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ซึ่งประกอบด้วย ความท้าทาย ความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และการควบคุมซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1. ความท้าทาย (Challenge) ความท้าทายจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบทเรียนเกมนั้นมีเป้าหมายที่ชัดเจน มีผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน ซึ่งจะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความภูมิใจในตนเองในผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ โดยทั้ง 3 องค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เป้าหมาย (Goal) บรรยากาศในการเรียนบทเรียนแบบเกมจะต้องมีความท้าทายซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีเป้าหมายในการเรียนที่ชัดเจน เนื่องจากเป้าหมายถือเป็นการสร้างแรงจูงใจภายในและต้องเป็นเป้าหมายที่มีความหมายต่อผู้เรียนด้วย เป้าหมายแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ เป้าหมายที่แน่นอนตายตัว เช่น การตอบคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาให้ถูกต้องเพื่อช่วยให้ตัวนำเรื่องปลอดภัยและดำเนินเรื่องต่อไปได้ และเป้าหมายที่ไม่ตายตัว คือ เป้าหมายที่เป็นผลงานที่เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ซึ่งหลากหลาย

แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของบทเรียนแบบเกม เช่น เกมเกี่ยวกับการวาดภาพ บทเรียนแบบเกมส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายที่ตายตัว

1.2 ผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน บทเรียนประเภทเกมควรที่จะนำเสนอผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัว ซึ่งผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัวนี้เกิดได้ 4 วิธี ได้แก่

1.2.1 ความแตกต่างของระดับความยากง่าย ซึ่งผู้เรียนควรที่จะมีโอกาสควบคุมระดับความท้าทายได้ตามความสามารถและความต้องการของตนเอง

1.2.2 ความหลากหลายของเป้าหมายในบทเรียน ในบทเรียนๆ หนึ่งควรมีเป้าหมายหลายระดับซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของเป้าหมายเดิม แต่มีความยากง่ายแตกต่างกันคือการทำเป้าหมายเดิมแต่ให้ไปถึงได้ยากยิ่งขึ้น เช่น ใช้เวลาลดลงหรือจำนวนครั้งน้อยครั้งลง มีข้อจำกัดเพิ่มมากขึ้น

1.2.3 การเปิดเผยข้อมูลความรู้เพียงบางส่วน โดยเก็บเนื้อหาความรู้บางส่วนไว้และเลือกที่จะเปิดเผยให้ผู้เรียนทราบแต่เพียงบางส่วน เพื่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นส่งผลให้เกิดความรู้สึกไม่แน่นอน

1.2.4 การสุ่มตัวอย่าง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้

1.3 ความภูมิใจในตนเอง ผู้เรียนทุกคนต้องการความสำเร็จ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้นั้นเกิดจากการออกแบบให้บทเรียนมีเป้าหมายที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน นอกจากนี้ควรมีผลป้อนกลับที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมุ่งมั่นที่จะไปถึงเป้าหมายให้ได้

2. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) Malone ได้อธิบายถึงความอยากรู้อยากเห็นว่า บรรยากาศการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นนั้นจะต้องแปลกใหม่และสร้างความประหลาดใจให้แก่ผู้เรียน ความอยากรู้อยากเห็นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็นทางความรู้สึก (Sensory Curiosity) เป็นความอยากรู้อยากเห็นที่เริ่มจากการถูกกระตุ้นความรู้สึกผ่านทางการได้ยินและการมองเห็น โดยนำเสนออยู่ตลอดเวลา ความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา (Cognitive Curiosity) มีลักษณะที่ต้องการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่แปลกใหม่ ไม่แน่นอนและคำถามที่ยังไม่ได้รับคำตอบ ซึ่งแตกต่างไปจากกฎเกณฑ์ โดยเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้เป็นอย่างดี

3. จินตนาการ (Fantasy) เกมทุกเกมควรก่อให้เกิดจินตนาการให้ผู้เรียนได้จินตนาการทำให้เกิดบรรยากาศทางการเรียนที่น่าสนใจและส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มี

ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจินตนาการสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ จินตนาการสอดคล้อง (Intrinsic Fantasy) และจินตนาการที่ไม่สอดคล้อง (Extrinsic Fantasy)

4. การควบคุม (Control) ในปี 1987 Malone และ Lepper (อ้างถึงใน Alessi & Trollip, 2001) ได้เพิ่มการควบคุมเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างแรงจูงใจ ซึ่งการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีควบคุมบทเรียนของตนได้นั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของเกม หรือเลือกลำดับเนื้อหาได้ตามความต้องการ ตามความสามารถของตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนได้มากยิ่งขึ้น

จากองค์ประกอบต่างๆของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ได้อธิบายดังกล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบสำคัญในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมประกอบด้วย เป้าหมาย กติกา ผลที่เกิดขึ้น ผลป้อนกลับ การแข่งขัน ความท้าทาย ปฏิสัมพันธ์ เรื่องราว ความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และการควบคุม

รูปแบบของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเพื่อการศึกษาในปัจจุบันมีมากมายหลายประเภท ซึ่งโดยทั่วไปแล้วรูปแบบของเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาที่นิยมแบ่งกันมีดังต่อไปนี้ (Prensky, 2001)

1. เกมผจญภัย (Adventure Game) มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผู้เล่นเกมรู้จักการแก้ปัญหาและมีปฏิสัมพันธ์เพื่อแก้ปัญหาสังเกตสิ่งต่างๆ ในเกม โดยใช้เหตุผลค้นหาคำตอบ เนื่องจากในขณะที่ผู้เล่นเล่นเกมจะมีข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางวิธีการและรายละเอียดน้อยมาก ในขณะที่มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การแข่งกับเวลาหรือสู้กับอุปสรรคต่างๆ ในแต่ละด่านจนกระทั่งได้รับชัยชนะในตอนจบ ต้องใช้ไหวพริบและทักษะด้านปัญญาเป็นอย่างมาก

2. เกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง (Arcade-type Game) เป็นเกมที่ใช้เวลาและคะแนนเป็นตัวเร้าและเสริมแรง คอยกระตุ้นผู้เล่นตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีการแข่งขันกับเวลาและคำตอบผู้เล่นแต่ละคนด้วย

3. เกมกระดาน (Board Game) เป็นเกม 2 มิติ คล้ายหมากกระดาน นิยมใช้สอนในเด็กเล็ก

4. เกมการพนัน (Gambling Game) เป็นเกมที่ออกแบบเพื่อพัฒนาเด็กให้เกิดความเข้าใจเรื่องราว โดยใช้เงินเป็นแรงจูงใจ และช่วงสุดท้ายของเกมจะดูว่าผู้เล่นคนใดใช้จ่ายได้ประหยัดที่สุด

5. เกมต่อสู้ (Combat Game) เป็นเกมการต่อสู้กัน และค่อนข้างมีการใช้ความรุนแรงเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยจะมีการแข่งขันสูงทั้งกับโปรแกรมและกับตัวผู้เล่นเอง

6. เกมตรรกกะ (Logic Game) เป็นเกมที่ผู้เล่นต้องใช้ตรรกะในการแก้ปัญหา

7. เกมฝึกทักษะ (Psychomotor Game) เป็นรูปแบบเกมที่รวมการฝึกทักษะกับความสามารถทางความคิดเข้าไว้ด้วยกัน ผู้เล่นจะเป็นฝ่ายที่เป็นผู้คิดค้นวิธีการที่ต้องการเอาชนะฝ่ายตรงข้ามเองโดยไม่มีคำแนะนำ

8. เกมบทบาทสมมติ (Role-Playing Game) เป็นเกมที่ให้ผู้เล่นได้เป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนและจะต้องแก้สถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ให้ได้

9. เกมตอบปัญหา (TV Quiz Game) เป็นเกมการตอบปัญหาทั่วไป

10. เกมคำศัพท์ (Word Game) เป็นเกมที่มีการสอนเกี่ยวกับคำศัพท์

11. เกมแม่แบบ (Template Game) เป็นเกมที่มีการประยุกต์รวมลักษณะ รูปแบบและวิธีการเล่นของทุกๆ เกมที่กล่าวมาข้างต้น

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบเกมแบบเกมผจญภัย (Adventure Game) ซึ่งเป็นเกมหนึ่งที่ผู้เล่นมีบทบาทของตัวละครในสถานการณ์ ผู้เล่นจะต้องใช้ข้อมูลและทรัพยากรที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาซึ่งถูกวางสำหรับตัวละครนั้นๆไว้แล้ว วัตถุประสงค์ของเกมช่วยให้ผู้เรียนหาทางเอาชนะอุปสรรคต่างๆ ให้ได้ สำหรับหนึ่งในอุปสรรคที่จะเห็นบ่อยๆ ได้แก่ สัตว์ประหลาด ซึ่งจะเร้าให้ผู้เรียนอยากที่จะเอาชนะอุปสรรคนั้นๆ รวมทั้งยังมีการจับเวลาอีกด้วย โดยการเล่นเกมจะต้องใช้ความหลากหลายของทักษะโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการรับรู้ด้วยการมองเห็น

ประโยชน์ของบทเรียนมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้เป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนที่มีลักษณะการบูรณาการสื่อต่างๆ เข้าด้วยกัน สามารถนำเสนอเนื้อหาได้ลึกซึ้งกว่าการบรรยายแบบปกติ จึงอาจกล่าวได้ว่ามัลติมีเดียจะกลายมาเป็นสื่อที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนการสอนในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน (ณัฐกร สงคราม, 2553) ดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจ และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยการใช้เทคนิคการนำเสนอที่หลากหลายสวยงาม สามารถดึงดูดและคงความสนใจของผู้เรียน ช่วยให้เกิดความคงทนในการจดจำ เพราะรับรู้ได้จากหลายช่องทางทั้งภาพและเสียง

2. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี อธิบายสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น ขยายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น สามารถทบทวนบทเรียนซ้ำได้ตามความต้องการและความแตกต่างในแต่ละบุคคล

3. มีการออกแบบการใช้งานที่ง่าย ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีทักษะการใช้งานคอมพิวเตอร์สูง แค่มีความรู้พื้นฐานในการใช้งานคอมพิวเตอร์เบื้องต้นก็สามารถใช้งานได้ หรือเพียงได้รับคำแนะนำเล็กน้อยก็สามารถใช้งานได้

4. การได้โต้ตอบ ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน มีโอกาสเลือก ตัดสินใจและได้รับการเสริมแรงจากการได้ข้อมูลป้อนกลับทันที เปรียบเสมือนกับการเรียนรู้จากตัวครูผู้สอนเอง

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกความรับผิดชอบต่อตนเอง สามารถวางแผนการเรียน แก้ปัญหาและฝึกคิดอย่างมีเหตุผล

6. การที่สามารถทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ทันที เป็นการท้าทายผู้เรียนและเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากเรียนต่อ

7. ประหยัดกำลังคน เวลา และงบประมาณ โดยลดความจำเป็นที่จะต้องใช้ผู้สอนที่มีประสบการณ์สูงหรือในสาขาที่ขาดแคลน หรือเครื่องมือราคาแพงหรืออันตราย ทำให้ครูมีเวลามากขึ้นในการช่วยเหลือผู้เรียนที่ประสบปัญหา

8. เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ในวงกว้าง ลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนในเมืองและชนบท เพราะสามารถส่งโปรแกรมบทเรียนไปยังทุกสถานที่ที่มีคอมพิวเตอร์ได้ หรือในชนบทที่ห่างไกลก็สามารถส่งไปยังศูนย์กลางของชุมชนต่างๆ

ขั้นตอนการออกแบบการสอนบทเรียนมัลติมีเดีย

บทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้สอนโดยส่วนมาก จะนำกระบวนการเรียนการสอนจากนักการศึกษามาเป็นหลักการเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย เพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบ ซึ่งกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่ (Gagne,1992 อ้างถึงใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541) มีดังนี้

1. กระตุ้นความสนใจ (Gaining Attention)
2. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ (Informing Learner of the Objective)
3. กระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulation Recall of Prerequisite Learning)
4. นำเสนอสิ่งเร้าเพื่อเนื้อหาใหม่ (Presenting the Stimulus Materials)
5. แนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing Learning Guide)

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Eliciting the Performance)

7. การให้ผลป้อนกลับ (Providing Feedback)

8. ประเมินผล (Assessing Performance)

9. การส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer)

จากกระบวนการดังกล่าว สามารถประยุกต์ใช้เป็นหลักการในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ในบทเรียนมัลติมีเดีย (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541; ณัฐกร สงคราม, 2553) ดังนี้

1. กระตุ้นความสนใจ (Gaining Attention) ก่อนเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียนด้วยการใช้ภาพกราฟิก แอนิเมชั่นการเคลื่อนไหวต่างๆ ตลอดจนการใช้สีและเสียง ประกอบเข้าด้วยกัน โดยสื่อที่สร้างขึ้นมาต้องต้องน่าสนใจสามารถจูงใจให้ผู้เรียนอยากเข้าไปเรียนรู้และต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะนำเสนอต่อไป ซึ่งการกระตุ้นความสนใจในขั้นแรกนี้ นอกจากเร้าความสนใจของผู้เรียนแล้วยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนได้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไป

2. บอกวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบ (Informing Learner of the Objective) การบอกวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงเป้าหมายในการเรียนบทเรียนและเป็นการบอกให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหารวมถึงโครงสร้างของเนื้อหาคร่าว ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นและทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการบอกวัตถุประสงค์นั้นควรที่จะสั้น กระชับ ได้ใจความและใช้ข้อความให้เหมาะสมกับระดับผู้เรียนด้วย

3. กระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulation Recall of Prerequisite Learning) การกระตุ้นหรือการทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็น การเรียนรู้จะเกิดได้นั้นจะต้องมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยทั่วไปสำหรับบทเรียนมัลติมีเดียคือ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน ในบางบทเรียนอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน แต่การทบทวนความรู้เดิมนั้นสามารถทำได้ในรูปแบบอื่นได้อาจเป็นรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาก่อนหน้านี้ก็ได้

4. นำเสนอสิ่งเร้าเพื่อเนื้อหาใหม่ (Presenting the Stimulus Materials) การนำเสนอเนื้อหาโดยใช้สื่อหลายรูปแบบหรือมัลติมีเดียนั้นนับเป็นการนำเสนอที่ประสิทธิภาพเพราะนอกจาก

จะเร้าความสนใจของผู้เรียนแล้ว ยังช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้น เพราะไปช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำมากขึ้นด้วย

5. แนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing Learning Guide) การออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียในขั้นนี้คือ ควรหาเทคนิคที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดและร่วมกิจกรรมต่างๆ เช่น การถามให้ผู้เรียนตอบหรือทดลองโต้ตอบ การใช้เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-Example) การใช้ภาพในการนำเสนอตัวอย่างต่างๆ ซึ่งบางครั้งอาจให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง นอกจากนี้อาจจะอยู่ในรูปแบบของคำแนะนำบทเรียนก็ได้

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Eliciting the Performance) การออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียนั้น ผู้ออกแบบจึงควรที่จะจัดให้มีกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดการเรียนและมีฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถามสั้นๆ แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม กิจกรรมเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับบทเรียนย่อมส่งผลให้การเรียนนั้นๆ มีประสิทธิภาพ

7. การให้ผลป้อนกลับ (Providing Feedback) การให้ผลป้อนกลับถือเป็นการเสริมแรงที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดี นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนรู้ว่าตัวเองเข้าใจถูกหรือไม่แล้ว ยังช่วยให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนต่อไปอีกด้วย โดยเฉพาะในบทเรียนเกมการให้ผลป้อนกลับจะเป็นแรงผลักดันให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้ในบทเรียนต่อไป ผลป้อนกลับนั้นสามารถแบ่งได้ตามลักษณะที่แตกต่างกันไป ได้แก่ ลักษณะการปรากฏ เช่น แบบไม่เคลื่อนไหว แบบเคลื่อนไหว แบบโต้ตอบ แบ่งตามการควบคุม คือ ให้ผลป้อนกลับทันที ให้เลือกรับผลป้อนกลับได้ และแบ่งตามเนื้อหา คือ ผลป้อนกลับที่มีคำอธิบาย ผลป้อนกลับที่ไม่มีคำอธิบาย ซึ่งควรจะออกแบบให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนด้วย

8. ประเมินผล (Assessing Performance) ประเมินผลหรือทดสอบความรู้เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การทดสอบนั้นอาจจะอยู่ในช่วงระหว่างเรียน หรือหลังเรียนก็ได้ การทดสอบจะแตกต่างกับส่วนของแบบฝึกหัด ผลของแบบทดสอบจะตัดสินว่าผู้เรียนผ่านการทดสอบหรือไม่ ส่วนแบบฝึกหัดจะไม่นำคะแนนมาตัดสิน แต่เพียงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นและยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย

9. การส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer) สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้นั้น คือการทำให้ผู้เรียน

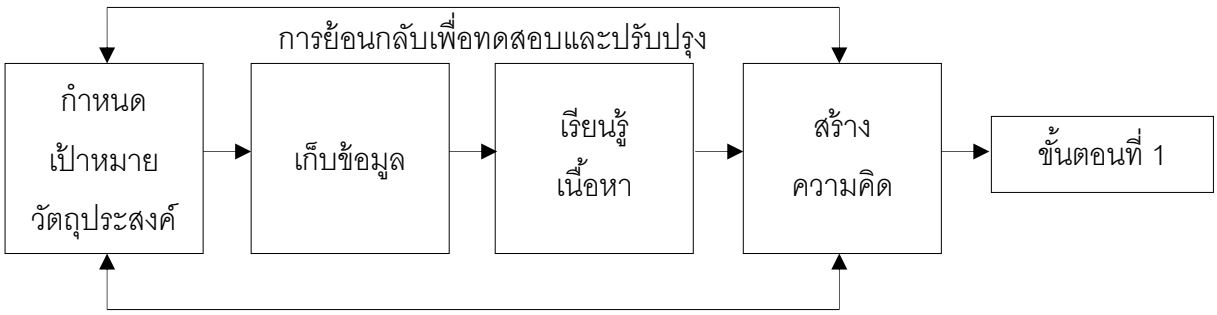
เข้าใจว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้นั้นเชื่อมโยงกับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยมาก่อนแล้วอย่างไร สำหรับในส่วนของการนำไปใช้นั้นผู้สอนต้องมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ หลากหลายไว้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมที่จัดหามานี้จะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มาที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียน

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย

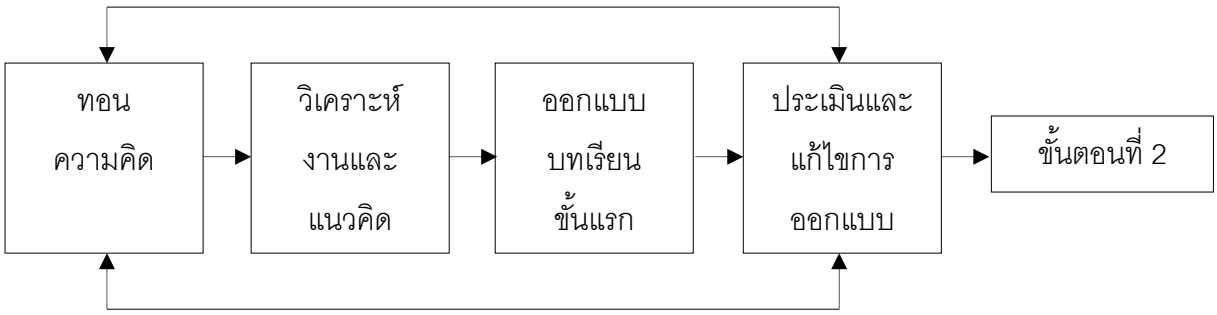
แบบจำลองการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียของ Alessi & Trollip's (1991 อ้างถึงใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541) ได้นำเสนอขั้นตอนไว้ 7 ขั้นตอน และสามารถสรุปได้ดังนี้

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียของ Alessi & Trollip's (1991)

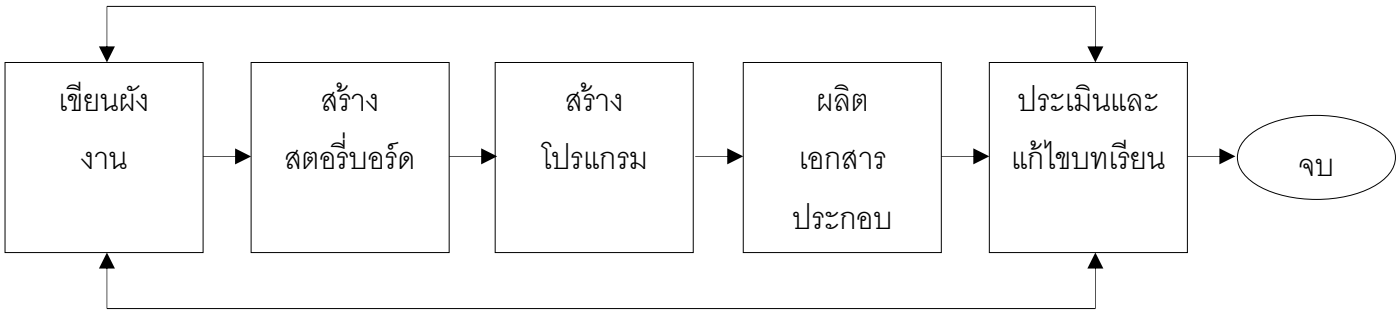
ขั้นตอนที่ 1 : ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)



ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)



ขั้นตอนที่ 3-7



ขั้นตอนที่ 1 : **ขั้นตอนการเตรียม** (Preparation)

ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะเป็นการเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน การเตรียมพร้อมในส่วนนี้จะช่วยให้การออกแบบในขั้นตอนต่อไปเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)

การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียนคือ ควรกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ชัดเจนว่าบทเรียนที่จะออกแบบนี้เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร กลุ่มเป้าหมายคือใคร และหลังจากที่ผู้เรียนเรียนจบแล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่ถูกกำหนดขึ้นมานี้ต้องอยู่ภายใต้ข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงจะทำให้การออกแบบบทเรียนนั้นๆ ครอบคลุมและตรงกับความต้องการของผู้เรียนได้

1.2 รวบรวมข้อมูล (Collect Resources)

การรวบรวมข้อมูล คือการเตรียมพร้อมทางด้านทรัพยากรสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของเนื้อหา ได้แก่ หนังสือ วารสารวิชาการ หนังสืออ้างอิง ภาพประกอบต่างๆ ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และในการพัฒนาและออกแบบบทเรียน ได้แก่ หนังสือแบบเรียน ผังงาน (Flowchart) สตอรี่บอร์ด งานกราฟิกต่างๆ และเสียง ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน รวมทั้งด้านสื่อในการนำเสนอบทเรียน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ คู่มือโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนมัลติมีเดียที่ต้องการใช้ และผู้เชี่ยวชาญการสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย

1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)

ผู้ออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียจำเป็นจะต้องมีความรู้ทั้งด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียควบคู่กันไป หากขาดความรู้ด้านเนื้อหา ผู้ออกแบบสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้หลายลักษณะ เช่น การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านนั้นๆ การค้นคว้าจากหนังสือเอกสารต่างๆ หาก

ไม่รู้เนื้อหาจะทำให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบบทเรียนคือ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการออกแบบการชี้แนวทางในการเรียนรู้ การนำเสนอเนื้อหา การให้ผลป้อนกลับ รวมทั้งการทดสอบความรู้ของผู้เรียน

1.4 สร้างความคิด (Generate Ideas)

ขั้นนี้คือการระดมสมองจากทีมงานเพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้ได้แนวคิดที่ดีและน่าสนใจในที่สุดออกมา โดยการระดมสมองหลักการอยู่ 4 ข้อ คือ การห้ามวิจารณ์ (Suspend Judgment) การคิดโดยอิสระ (Free Wheel) การเน้นปริมาณ (Quantity) และการกระตุ้นความคิดอย่างต่อเนื่อง (Cross Fertilize)

ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

เป็นขั้นตอนการออกแบบบทเรียนที่สำคัญเช่นกัน โดยเป็นการกำหนดว่าบทเรียนจะออกแบบออกมามีลักษณะอย่างไร

2.1 ทอนความคิด (Elimination of Ideas)

การทอนความคิดเริ่มจากการคัดเอาข้อคิดที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ เนื่องจากเหตุผลและข้อจำกัดบางอย่างหรือข้อคิดที่ซ้ำซ้อนกันออกไป และรวบรวมความคิดที่น่าสนใจที่เหลืออยู่นั้นมาพิจารณาอีกครั้ง ซึ่งอาจจะมีการซักถาม อภิปรายถึงรายละเอียดและสรุปออกมาเป็นประเด็นต่างๆ

2.2 วิเคราะห์งานและคอนเซ็ปต์ (Task and Concept Analysis)

การวิเคราะห์งาน เป็นการวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องเรียนจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด (Concept Analysis) คือ ขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดและพิจารณาตัดเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องออกเพื่อให้ได้เนื้อหาที่เป็นสาระสำคัญออกมา ดังนั้นขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากเพื่อหาหลักการการเรียนรู้ (Principle of Learning) ที่เหมาะสมของเนื้อหาและแผนงานสำหรับการออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

2.3 ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary lesson Description)

หลังจากที่มีการรวบรวมและวิเคราะห์ในส่วนต่างๆแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องนำสิ่งต่างๆ มาออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ โดยการผสมผสานงานและแนวคิดเหล่านี้จะต้องทำภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้ของฮอฟเมนและเมดสเคอร์ (Holfman and Medsker, 1983) ได้แนะนำกิจกรรมหรือวิธีการในการวิเคราะห์การเรียนการสอน (Instructional Analysis) เพื่อช่วยในการผสมผสานแนวคิดนี้เข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบไปด้วยการกำหนดประเภทของการเรียนรู้ ประเภทของบทเรียนมัลติมีเดีย การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึง

ในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียแต่ละประเภท และการจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบลำดับ (Sequence) ของบทเรียนที่ดีที่สุด

2.4 ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design)

การประเมินและแก้ไขในขั้นตอนการออกแบบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียอย่างเป็นระบบ การประเมินนั้นเป็นเป็นสิ่งที่ต้องทำอยู่เป็นระยะๆ หลังจากการออกแบบแล้ว จึงควรที่จะมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและผู้เรียนหนึ่งรอบก่อน หลังจากมีการประเมินแล้วก็นำมาปรับปรุงแก้ไข และอาจทำการย้อนกลับไปประเมิน จนกระทั่งได้บทเรียนมัลติมีเดียที่มีคุณภาพเป็นที่พอใจกับทุกฝ่าย ก่อนที่จะดำเนินการออกแบบขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 : **ขั้นตอนการเขียนผังงาน** (Flowchart Lesson)

ผังงาน (Flowchart) จะอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการออกแบบและหากมีการทำบทเรียนกันเป็นทีมงาน ผังงานจะช่วยให้ทุกคนมีความเข้าใจตรงกันและลดข้อผิดพลาดในการสร้างบทเรียนลง การเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียนมัลติมีเดีย ผังงานทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมในลำดับขั้นตอนต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของบทเรียน การเขียนผังงานมีหลายระดับแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภทบทเรียนมัลติมีเดีย สำหรับประเภทของบทเรียนที่ไม่ซับซ้อน เช่น ประเภทติวเตอร์ ประเภทแบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใช้ผังงานในลักษณะที่ไม่ละเอียดมากนัก โดยให้แสดงภาพรวมและลำดับบทเรียนเท่าที่จำเป็น แต่สำหรับบทเรียนที่มีความซับซ้อน เช่น บทเรียนประเภทจำลองหรือประเภทเกม ควรที่จะมีการเขียนผังงานให้ละเอียดเพื่อความชัดเจน โดยมีการแสดงขั้นตอนวิธีการวนซ้ำของโปรแกรม กฎหรือกติกาของเกมด้วย

ขั้นตอนที่ 4 : **ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด**(Create Storyboard)

การสร้างสตอรี่บอร์ดเป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอและการจัดวางข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่างๆ เป็นไปอย่างเหมาะสมในการแสดงผลบนหน้าจอ การสร้างสตอรี่บอร์ดผู้ออกแบบจะต้องมีการแสดงข้อมูลต่างๆให้เห็น ได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น ในขั้นนี้ควรผ่านผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบ รวมทั้งผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่ม เป้าหมาย เพื่อช่วยในการตรวจสอบเนื้อหาที่อาจยังไม่ชัดเจน หรือขาดหายไปในบางประเด็นและเนื้อหาที่อาจจะยากหรือง่ายจนเกินไปสำหรับ

ผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 5 : **ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม** (Program Lesson)

ขั้นตอนนี้เป็นการแปลงผังงานและสตอรี่บอร์ดให้เป็นบทเรียนมัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนมัลติมีเดียในการสร้างบทเรียน ซึ่งผู้ออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียจะต้องเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม ซึ่งควรคำนึงถึงลักษณะและประเภทของบทเรียนที่สร้าง อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ ที่ใช้สร้างและที่จะนำบทเรียนไปใช้ รวมทั้งงบประมาณต่างๆ

ขั้นตอนที่ 6 : **ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน** (Produce Support Materials)

เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่วๆไป เช่น ใบงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคู่มือของผู้เรียนและผู้สอน คู่มือของผู้สอนควรจะมีข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม รายละเอียดและลักษณะการใช้งานโปรแกรม ข้อมูลผู้เรียนและเนื้อหาบทเรียน สำหรับคู่มือของผู้เรียน ควรมีข้อมูลในการจัดการกับบทเรียนและการสืบไปในบทเรียน และถ้าหากบทเรียนต้องมีการติดตั้งที่ซับซ้อนมากควรมีคู่มือแก้ปัญหาด้านเทคนิค สำหรับเอกสารเพิ่มเติมประกอบนั้นผู้ออกแบบอาจแนบไปกับคู่มือของผู้สอนและผู้เรียนเพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 7 : **ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน** (Evaluate and Revise)

ขั้นตอนที่ 7 ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมดควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอนั้นควรประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญการออกแบบ ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้นๆ ผู้ออกแบบควรทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียนและมีการสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังใช้บทเรียนโดยผู้เรียนจะต้องมาจากผู้เรียนในลุ่มเป้าหมาย

3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ถือเป็นสิ่งสำคัญ จากการศึกษาพบว่าความสามารถด้านนี้เกี่ยวข้องกับอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาชีพที่ศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ (Clements, 1982; Linn &

Petersen, 1985 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ, 2543) และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ยังช่วยให้การจัดการศึกษาบรรลุเป้าหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ความหมายของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายไว้ดังนี้

Thurstone (1938 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ, 2543) กล่าวถึงความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองภาพที่มีความเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงที่อยู่ในกรอบสิ่งเร้า รวมทั้งความสามารถในการมองภาพวัตถุที่มองจากมุมแตกต่างกัน และความสามารถในการคิดหารายละเอียดของรูปทรงว่ารูปทรงนั้นๆ มีความสัมพันธ์กันหรือปัญหาส่วนหนึ่งส่วนใดอย่างไร

McGee (1979) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นเค้าโครงของสิ่งต่างๆ เมื่อนำมาประกอบกัน เช่น รูปร่างลักษณะของโมเลกุลต่างๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของขนาด ทิศทาง ของสิ่งต่างๆ

G.L.Allen and other (1996) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถของบุคคลในการจินตนาการสิ่งที่ได้พบเห็นเกี่ยวกับขนาด รูปร่าง ลักษณะของสิ่งต่างๆ การมองเห็นความสัมพันธ์ เมื่อมีการเคลื่อนที่ การซ้อนทับกัน เป็นต้น

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาด และมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งที่อยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ รวมทั้งความสามารถในการมองภาพรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ่อนอยู่ภายในตลอดจนการแยกภาพ ประกอบภาพ และการจำแนกตำแหน่งที่ตั้ง บน ล่าง ซ้าย ขวา ระยะทาง ใกล้ ไกล ด้วย

ทองห่อ วิภาวิน (2523) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างมโนภาพ ทำให้เกิดจินตนาการการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านี้ออกจากกันและเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้นสมรรถภาพด้านนี้จะส่งผลให้

มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่างๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูง ต่ำ ใกล้ ไกล พื้นที่ ปริมาตร ซึ่งมีคุณค่ามากทางวิชาเราขาคณิต วาดเขียน แผนที่ และการฝีมือ ผู้ที่มีสมรรถภาพด้านนี้สูงเหมาะที่จะมีอาชีพเป็นสถาปนิก นักวางผังเมือง นักออกแบบ นักขับรถ วิศวกร และงานตกแต่งต่างๆ

วรวรรณ เหมญาติ (2535) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการคิดมโนภาพที่คาดว่าจะรับรู้ในเรื่องขนาด รูปร่าง และตำแหน่ง ทิศทางของวัตถุ ในลักษณะของวัตถุใดวัตถุหนึ่งขณะที่อยู่คงที่ มีการเปลี่ยนมุมมอง และมีการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นๆ รวมทั้งลักษณะของวัตถุสองสิ่งที่มีความสัมพันธ์กัน

กรมวิชาการ (2546) มิติสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการการต่อเข้าด้วยกัน การแยกออก การบรรจุ และการเทออก การสังเกตสิ่งต่างๆ และสถานที่จากมุมมองที่ต่างๆ กันการอธิบายในเรื่องตำแหน่งของสิ่งต่างๆ ที่สัมพันธ์กัน การอธิบายในเรื่องทิศทางการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งต่างๆ การสื่อความหมายของมิติสัมพันธ์ด้วยภาพวาด ภาพถ่าย และรูปภาพ

สรุปได้ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพ มีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่าง ขนาด ความสูง-ต่ำ พื้นที่ ปริมาตร ในมิติต่างๆ ทั้งที่อยู่ในระนาบเดียวกัน และหลายระนาบ ทั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนไหว รูปร่าง ทิศทาง ซึ่งเกิดจากการแยกภาพ ประกอบภาพ หมุนภาพ หรือซ้อนทับภาพกัน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางสมองของมนุษย์ ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษาและอธิบายให้เห็นถึงสภาพโครงสร้าง และความสามารถในสมองของมนุษย์ ที่แตกต่างกันไป ทำให้เกิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารทางสมองขึ้นมาหลายทฤษฎี สำหรับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีดังนี้

ทฤษฎีไฮราชิคอล (Hierachical Theory)

นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ เช่น เบอร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และทอมสัน (Thomson) ได้ค้นคว้าต่อจากทฤษฎีของ Spearman (ทฤษฎีสองตัวประกอบ) โดยอธิบายว่า ความสามารถทางสมองถูกแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้คือ ความสามารถทางสมองที่เป็นอิสระจาก

การเรียนรู้และประสบการณ์ และความสามารถทางสมองที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการเรียนรู้ ซึ่งถ้าได้รับการฝึกฝนก็จะพัฒนาได้ โดยความสามารถทางสมองลักษณะนี้ มีองค์ประกอบทั่วไป (G-factor) และแบ่งออกเป็นกลุ่มตัวประกอบใหญ่ ๆ 2 องค์ประกอบ คือ

1. ความสามารถทางภาษาและการศึกษา (Verbal educational factor หรือ V:ed) เป็นกลุ่มตัวประกอบทางการศึกษาและภาษา ซึ่งแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ได้แก่ ความสามารถด้านภาษา (Verbal) ความสามารถด้านตัวเลข (Number) และด้านอื่นๆ ซึ่งยังแบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ได้อีก

2. ความสามารถทางช่างและปฏิบัติ (Practical mechanical factor หรือ K:m) ความสามารถ ทางช่างและปฏิบัติเป็นทักษะต่างๆ แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้แก่ ความรู้ในเชิงกลไก ความสามารถในการใช้มือและการประสานงานของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการมองเห็นมิติสัมพันธ์ และด้านอื่นๆ ซึ่งยังแบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) ได้อีก

ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory)

เทอร์สโตน (L.L. Thurstone) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน เสนอทฤษฎีนี้เมื่อปีค.ศ. 1933 โดยทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองและได้ใช้หลักการวิเคราะห์สมัยใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้หลายด้าน โดยเชื่อว่าความสามารถทางสมองไม่ได้ประกอบไปด้วยความสามารถร่วมเป็นแกนกลาง แต่ประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นกลุ่ม หลายๆ กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีหน้าที่เป็นด้านๆ ไปโดยเฉพาะหรืออาจทำงานร่วมกันบ้าง องค์ประกอบย่อยๆ นี้มีชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง (Primary Mental Abilities) แยกองค์ประกอบย่อย โดยยึดน้ำหนักขององค์ประกอบเด่นๆ (Loading factor) เป็นสำคัญ แต่โดยความเป็นจริงแล้วกลุ่มของความสามารถหรือองค์ประกอบยังทำหน้าที่เกี่ยวพันกันบ้างเหมือนกัน

เทอร์สโตน ได้แบ่งองค์ประกอบความสามารถของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญ มี 7 องค์ประกอบ คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor ใช้อักษรย่อ V.) เป็นความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่วไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูง จะมีความสามารถในการอ่านเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของคำศัพท์ได้อย่างดี

2. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency factor ใช้อักษรย่อ W.) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด ความสามารถด้านนี้ส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้วและร้อยกรอง มีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา สามารถตอบโต้ได้ทันทีทันใด

3. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor ใช้อักษรย่อ N.) องค์ประกอบนี้ส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่างๆ ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวนและมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space factor ใช้อักษรย่อ S.) องค์ประกอบด้านนี้ส่งผลให้เข้าใจถึงรื่องขนาดและมิติต่างๆ ได้แก่ ความสั้น ยาว ใกล้ ไกล และพื้นที่หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนประกอบของวัตถุต่างๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงตำแหน่งไป

5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory factor ใช้อักษรย่อ M.) องค์ประกอบความสามารถด้านความทรงจำ เรื่องราว และการมีสติระลึกรู้จนถึงความสามารถในการถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้วนกขุนทอง (Rote Memory) จำแบบท่องจำโดยไม่ต้องอาศัยความเข้าใจ หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ได้ ซึ่งถือเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งสิ้น

6. องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perceptual Speed factor ใช้อักษรย่อ P.) องค์ประกอบสมองด้านนี้ได้แก่ ความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่างๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning factor ใช้อักษรย่อ R.) องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณญาณ หาเหตุผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี

ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences)

ทฤษฎีนี้นำเสนอโดย Gardner (1983) ให้นิยามคำว่า “เชาวน์ปัญญา” (Intelligence) ไว้ว่า หมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรมในแต่ละแห่ง รวมทั้ง

ความสามารถใจการตั้งปัญหาเพื่อจะหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้ โดยมีความเชื่อพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. เชาวน์ปัญญาของบุคคลมิได้มีเพียงความสามารถทางภาษาและทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่มีอยู่อย่างหลากหลายถึง 9 ประเภทด้วยกัน ซึ่งเขาได้กล่าวไว้ว่า คนแต่ละคนจะมีความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างไปจากคนอื่น และมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ความสามารถที่ผสมผสานกันออกมา ทำให้บุคคลแต่ละคนมีแบบแผนซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน

2. เชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลจะไม่อยู่คงที่อยู่ที่ระดับที่ตนมีตอนเกิด สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม

การ์ดเนอร์ ได้เสนอ เชาวน์ปัญญาของบุคคลไว้ 9 ด้าน ดังนี้

1. Logical-mathematical Intelligence เป็นความสามารถว่องไว และมีศักยภาพในการมองเห็นมีตรรกะในเรื่องปริมาณ และยังมีความสามารถในการใช้เหตุผลได้ดีอย่างต่อเนื่อง

2. Linguistic Intelligence เป็นความสามารถด้านภาษา มีความไวต่อการรับรู้เสียง จังหวะ ความหมายคำ สามารถแยกแยะได้ว่องไวในความแตกต่างของหน้าที่ของภาษา

3. Musical Intelligence เป็นความสามารถทางดนตรี ซึ่งสามารถสร้างและซาบซึ้งจังหวะ ระดับ ของเสียงดนตรีที่ผิดแผกกัน มีความซาบซึ้งรูปแบบการแสดงออกของดนตรีลักษณะต่างๆ

4. Spatial Intelligence เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์คือมีความสามารถรับรู้ภาพสัมพันธ์ ที่มองเห็นอย่างมั่นใจ และสามารถเปลี่ยนการรับรู้ได้อย่างดีเมื่อรูปทรงทั้งหลายเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่างๆ

5. Bodily-kinesthetic Intelligence เป็นความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายและการใช้มือเท้าได้คล่องแคล่วว่องไวตามที่สมองสั่งการ

6. Interpersonal Intelligence เป็นความสามารถในการเข้าใจการตอบสนองของอารมณ์ ความรู้สึก แรงกระตุ้น และความต้องการของผู้อื่น

7. Intrapersonal Intelligence เป็นความสามารถในการควบคุมและเข้าใจพฤติกรรม ความรู้สึกอารมณ์ของตนเอง ว่าตนเองมีจุดอ่อน จุดแข็ง เชาว์ปัญญา และความต้องการอะไร เรียกว่าเป็นความ สามารถในการรู้จักตัวเอง

8. Nationalist Intelligence การ์ดเนอร์ได้เพิ่มความสามารถเชาว์ปัญญาด้านนี้ในปีค.ศ. 1990 หลังจากที่ตีพิมพ์หนังสือ “Frames of Mind : The Theory of Multiple Intelligences” ได้กล่าวถึงลักษณะของเชาวน์ปัญญานี้ในภายหลังว่าเป็นความสามารถในการสังเกตสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ การจำแนกแยกแยะ จัดหมวดหมู่ สิ่งต่าง ๆ รอบตัว บุคคลที่มีความสามารถทางนี้ มักเป็นผู้รักธรรมชาติ เข้าใจธรรมชาติ ตระหนักในความสำคัญของสิ่งแวดล้อมรอบตัว

9. Existential Intelligence การ์ดเนอร์ได้เพิ่มความสามารถเชาว์ปัญญาด้านนี้ในปีค.ศ. 1999 เป็นความสามารถในการคิดใคร่ครวญ สงสัยใคร่รู้ ตั้งคำถามกับตัวเองในเรื่องความเป็นไปของชีวิต ชีวิตหลังความตาย เรื่องเหนือจริง มิติลึกลับ

ทฤษฎีความสามารถของสติปัญญา (Model of Cognitive Abilities)

แนวคิดนี้เกิดจากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบจากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาและความถนัดที่เป็นมาตรฐานแล้ว โดย Carroll (1993) แบ่งความสามารถออกเป็น 3 ชั้น ชั้นที่ 1 (Stratum I) แบ่งเป็น 8 กลุ่ม พยายามอธิบายองค์ประกอบของชั้นที่ 2 (Stratum II) มี 8 กลุ่ม เรียกว่า 2F 2C 2Y 2V 2U 2R 2S และ 2T ส่วนชั้นที่ 3 (Stratum III) เป็นส่วนรวมของชั้นที่ 2 ทั้งหมด เรียกว่า 3G (General Intelligence) ซึ่งสามารถแบ่งความสามารถออกเป็นองค์ประกอบใหญ่รวมแล้วเป็น 9 องค์ประกอบ ดังนี้

1. G-General Intelligence เป็นกระบวนการทางสติปัญญาระดับสูงเป็นการรวมความสามารถในระดับ 2 หรือชั้นที่ 2 มี 2 หรือมากกว่า 2 องค์ประกอบขึ้นไป เกิดจากการผสมผสานของหลายองค์ประกอบ

2. Gf- Fluid Intelligence เป็นความสามารถด้านเหตุผลแบบคิดจากย่อยไปหาใหญ่ (induction) เช่น Sequential reasoning, Quantitative reasoning ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบนามธรรมมาก

3. Gc-Crystallized Intelligence เป็นความสามารถของสมองด้านแสงวงหาความรู้เพื่อพัฒนาผ่านการศึกษาและประสบการณ์ ส่วนใหญ่จะเป็นความสามารถด้านภาษาแบบต่างๆ

4. Gy-General Memory and Learning เป็นความสามารถในการจำแบบต่างๆ ตลอดจนการเรียนรู้

5. Gv-Broad Visual Perception เป็นความสามารถทางสมองในการคิดกระบวนการของการรับรู้และมิติสัมพันธ์แบบต่างๆ ผ่านสายตา

6. Gu-Broad Auditory Perception เป็นความสามารถทางสมองในการรับรู้ทางหู ไม่ว่าจะเป็นภาษาหรือดนตรีเน้นการฟังเสียง

7. Gr-Broad Retrieval Abilities เป็นความสามารถในการคิดแบบริเริ่มสร้างสรรค์ และรวมถึงความสามารถบ่งบอกสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้อย่างรวดเร็วคล่องแคล่ว เช่น ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency) เป็นต้น

8. Gs-Broad Cognitive Speedliness เป็นความสามารถในการทำอะไรได้รวดเร็วคล่องแคล่วถูกต้องในเวลาจำกัด

9. Gt-Processing Speed เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการพิจารณาตัดสินได้อย่างรวดเร็ว เช่น Mental Comparison Speed, Semantic Processing Speed เป็นต้น

จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางสมองของมนุษย์ที่มีความสำคัญ ทั้งจากทฤษฎีไฮราชิคอล ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถ ทางช่างและปฏิบัติเป็นทักษะต่างๆ เป็นความสามารถในการมองเห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากทฤษฎีของเทอร์สโตน ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็น 1 ใน 7 ขององค์ประกอบความสามารถทางสมองของมนุษย์ ที่เข้าใจถึงขนาดและมิติต่างๆ ที่สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่างๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง จากทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็น 1 ใน 9 ซึ่งเป็นความสามารถรับรู้ภาพสัมพันธ์ที่มองเห็น และสามารถเปลี่ยนการรับรู้ได้อย่างดีเมื่อรูปทรงทั้งหลายเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่างๆ และจากทฤษฎีความสามารถของสติปัญญาของแครอลล์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางสมองในการรับรู้ทางตา

ทฤษฎีพัฒนาการด้านมิติสัมพันธ์

Piaget and Inhelder (1896 อ้างถึงใน วรวรรณ เหมชะญาติ, 2536) ได้แบ่งการรับรู้ทางด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

1. ระดับการรับรู้จากประสาทสัมผัส (Perceptual Level)

2. ระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพ (Level of thinking or representation)

เพียเจต์และอินเฮลเดอร์ สนใจระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพนี้ เพราะเป็นระดับที่อาศัยกระบวนการคิดนอกเหนือไปจากการรับรู้ทางกายภาพจากประสาทสัมผัสต่างๆ ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำลงไป การรับรู้จากการคิดมโนภาพเป็นความสามารถในการรับรู้ทางด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างตนเองกับวัตถุได้ โดยการลงมือกระทำกับวัตถุโดยตรงเป็นสำคัญ ซึ่งการลงมือกระทำมีความเชื่อมโยงกันอย่างยิ่งกับประสาทสัมผัส เนื่องจากขั้นการรับรู้จากการคิดมโนภาพเป็นขั้นที่เด็กจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับรู้ไปสู่ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตนเองกับวัตถุได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น โดยอาศัยโครงสร้างทางความคิดเกี่ยวกับวัตถุ (Construction of Objective) ความสามารถดังกล่าวข้างต้นนั้นถือว่าเป็นความสามารถพื้นฐานเบื้องต้นของการพัฒนาทางด้านมิติสัมพันธ์

เพียเจต์และอินเฮลเดอร์ ได้กล่าวถึงระดับพัฒนาการการรับรู้ทางด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กที่พ้นวัยทารกขึ้นไปว่ามี 3 ระดับ ดังนี้

1. Topological เป็นระดับพื้นฐานซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติของการรับรู้วัตถุที่อยู่ข้างๆ กัน (Proximity) การรับรู้ลำดับ (Order) การรับรู้รูปปิด (Enclosure) การรับรู้ความต่อเนื่อง (Continuity) และการรับรู้ถึงลักษณะที่แตกต่างกัน (Discrimination) ทั้งนี้เป็นการรับรู้วัตถุที่คงที่เท่านั้น

2. Projective เป็นระดับที่เด็กเริ่มจะสามารถคิดมโนภาพภายในจิตใจตนเองด้วยการพิจารณาความสัมพันธ์ของจุดที่มองเห็นได้

3. Euclidean เป็นระดับที่สามารถนำมโนภาพภายในใจต่างๆ มาสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางด้านตำแหน่ง ทิศทาง และระยะทางจนกลายเป็นระบบแนวคิดที่เด็กยึดถือและเหมาะสมสำหรับการถ่ายทอดความเข้าใจเรื่องการมองวัตถุให้ชัดเจนยิ่งขึ้นภายในสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวที่มีอยู่จริง ด้วยเหตุนี้ความสัมพันธ์ Projectiveและ Euclidean จึงมีความคล้ายกันตรงที่เด็กสามารถยอมรับความสัมพันธ์กันของวัตถุอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น Projective และ Euclidean เป็นระดับที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันมากแม้จะมีลักษณะที่ต่างกัน ทั้งสองระดับเป็นตัวชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงมุมมองที่ต่างออกไป แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนไหวทางความคิดอย่างมีระบบของเด็ก ตัวอย่างเช่น การล้มของดินสอ การที่เด็กรับรู้ตำแหน่งและที่ตั้งของดินสอในขณะที่ตั้งตรงและล้มนอนในแนวระนาบซึ่งเป็นจุดจบนั้น เป็นขั้นการรับรู้ระดับ Projective ในขณะที่การรับรู้ตำแหน่งและที่ตั้งของดินสอในช่วงระหว่างที่ดินสอกำลังล้มลงนั้นเป็นการรับรู้ระดับขั้น Euclidean ซึ่งเป็นความสามารถในการนำภาพมาสัมพันธ์กันกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านตำแหน่งทิศทางของดินสอขณะที่ล้ม

คุณสมบัติการรับรู้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในแต่ละระดับข้างต้น (วรวรรณ เหมชะญาติ, 2536) สรุปได้ดังนี้

1. Topological ประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.1 การรับรู้วัตถุที่คงที่

1.2 การรับรู้ว่าวัตถุอยู่ข้างๆ กัน

1.3 การรับรู้ลำดับ

1.4 การรับรู้รูปปิดหรือการล้อมรอบ

1.5 การรับรู้ความต่อเนื่องหรือพื้นผิว

1.6 การรับรู้ถึงลักษณะที่แตกต่างหรือการแยกออก

2. Projective ประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.1 การรับรู้ถึงรูปร่างของวัตถุ เส้นตรง และเส้นโค้ง

2.2 การรับรู้วัตถุจากการมองในลักษณะต่างๆ

2.2.1 การรับรู้ภาพ 3 มิติ

2.2.2 การรับรู้เงา

2.2.3 การรับรู้ตำแหน่ง ทิศทาง เช่น ซ้าย - ขวา หน้า - หลัง

2.3 การรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 สิ่ง

2.4 การรับรู้และการทำนายภาพวัตถุเดียวกันจากตำแหน่งการมองที่ต่างกัน

2.5 การคิดภาพวัตถุที่อยู่ในลักษณะที่ติดกัน

2.5.1 การพับ

2.5.2 การทับ

2.5.3 การบัง

3. Euclidean ประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

3.1 การรับรู้ความคล้ายคลึงของวัตถุ

3.2 การรับรู้ความสัมพันธ์ของตำแหน่ง ทิศทาง และระยะทาง

3.3 การรับรู้โดยการมีเกณฑ์ในการอ้างอิงในเรื่องต่อไปนี้

3.3.1 ความยาว

3.3.2 ความกว้าง

3.3.3 ความสูง

3.3.4 แนวตั้ง – แนวนอน

ขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จากการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วนักการศึกษาของไทยจะเริ่มพัฒนาและส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ตั้งแต่เด็ก เพื่อช่วยเป็นพื้นฐานที่ดีในการต่อยอดการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในอนาคตที่จะซับซ้อนขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วรวรรณ เหมชะญาติ, 2536; เอื้ออารี ทองพิทักษ์ ,2546; ประพิมพ์พักตร์ พละพงศ์, 2550; ซ่อนกลิ่น เรืองยังมี, 2552) ผู้วิจัยพอสรุป ได้ดังนี้

ขั้นนำ ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนจากการใช้สื่อเร้าและกระตุ้นความสนใจ สร้างความพร้อมก่อนเข้าสู่บทเรียน และแนะนำและอธิบายกิจกรรม

ขั้นการสอน ผู้เรียนทำกิจกรรมจากสิ่งเร้าที่ผู้สอนกำหนดให้อย่างอิสระ โดยมีผู้สอนคอยเสริมแรงและให้ข้อมูลป้อนกลับ รวมทั้งแนะนำเทคนิควิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนทำได้ดีขึ้น

ขั้นสรุป ผู้เรียนนำผลงานมานำเสนอ โดยประเมินผลจากสังเกตผลงานของผู้เรียน

สุจิรา มุสิกะเจริญ (2542) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้ใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นนำ นักเรียนทบทวนความรู้เดิมโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูป สรุปเนื้อหาที่ผ่านมา
2. ขั้นสอน

2.1 ขั้นสร้างรูป ให้นักเรียนสร้างรูปในเรื่องที่เรียน หรือใช้ไฟล์สำเร็จรูปที่ครูเตรียมไว้ในกรณีที่ต้องสร้างรูปที่ซับซ้อน

2.2 ทดลอง (ลองผิดลองถูก) นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในใบงานนั้น ๆ เช่น วัดมุม โยกรูป เพื่อให้นักเรียนค้นพบสมบัติต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2.3 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องที่นักเรียนทำได้

3. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนเปิดไฟล์ ซึ่งเป็นข้อสรุปของเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นปัจจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในบทเรียนมัลติมีเดีย ได้ดังนี้

ใช้สื่อเร้าความสนใจ → เร้าความสนใจ ในการเข้าสู่บทเรียน

ผู้เรียนลงมือจัดกระทำวัตถุ → ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง

ได้รับข้อมูลย้อนกลับ → ได้รับข้อมูลย้อนกลับ

ฝึกปฏิบัติการจัดกระทำกับวัตถุ → ผู้เรียนได้เล่นเกมในบทเรียน เพื่อฝึกทักษะตามลำดับ หลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนแล้ว

สรุปและอธิบายผลที่ได้จากการเรียนรู้ → สรุปผลคะแนนที่ผู้เรียนได้จากบทเรียนและอธิบายผลที่ได้จากการเรียนรู้

Sorby (1999) ได้กล่าวว่ากิจกรรมที่จะสามารถส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งได้แก่ การเล่นของเล่นต่อตัว ต่อโครงสร้าง สำหรับเด็กเล็ก การมีส่วนร่วมในกิจกรรมชั้นเรียน เช่น ร้านค้า การร่าง วาดภาพ เครื่องยนต์ สำหรับเด็กระดับมัธยม การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ลักษณะสามมิติ การมีส่วนร่วมในกีฬาบางชนิด และมีการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ได้ดี โดยจะเห็นได้ว่ากิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นจะต้องใช้ตาและมือประสานงานกันเพื่อช่วยในการพัฒนา ซึ่งสอดคล้องกับ บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2551) ที่ได้เสนอแนวทางการประยุกต์ไอซีทีในกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะต่างๆ สำหรับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยได้เสนอกิจกรรมและเครื่องมือไอซีทีไว้หลากหลายรูปแบบ กิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้แก่ การจินตนาการ การแสดงตัวอย่าง การชี้แสดง การทำภาพคล้ายภาพเหมือน การใช้แผนภาพ และการต่อชิ้นส่วนภาพ เป็นต้น เครื่องมือไอซีทีที่ช่วยส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ได้แก่ ซอฟต์แวร์แอนิเมชั่นและ 3D เกมต่อภาพปริศนา การนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้มัลติมีเดีย เป็นต้น จะเห็นว่าลักษณะของกิจกรรมและเครื่องมือไอซีทีที่กล่าวมานั้นล้วนแล้วแต่สามารถรวบรวมและออกแบบไว้ในมัลติมีเดียได้ ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ใช้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม ซึ่งมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนเป็นเครื่องมือไอซีทีที่นำมาพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

รูปแบบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

รูปแบบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีด้วยกันหลายแบบ เช่น แบบซ่อนภาพ แบบต่อภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบประกอบส่วนย่อย เป็นต้น ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอรูปแบบของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และแบ่งเป็นรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

ทองห่อ วิภาวิน (2524) ได้แบ่งรูปแบบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 7 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบประกอบภาพ แบบแยกภาพ แบบนับลูกบาศก์ แบบพับรูป และแบบตัดกระดาษ

บุญชม ศรีสะอาด (2526) ได้เสนอรูปแบบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 9 รูปแบบ คือ แบบตัดกระดาษ แบบซ่อนภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพ แบบนับรูปลูกบาศก์ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบหาด้านตรงข้าม และแบบแยกภาพ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527) ได้เสนอรูปแบบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 10 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ้อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบภาพตัดกระดาษ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย

สุธน สิทธิวิชชาพร (2532) ได้ศึกษาและแบ่งรูปแบบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยยึดลักษณะแบบทดสอบวัดความถนัดด้านการมองหาความสัมพันธ์ของปริมาณรูปร่าง รูปทรงในมิติต่างๆ 7 รูปแบบ คือ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบหารูปทรง 3 มิติจากแปลน แบบหาด้านต่างๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อบ่งชี้ลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ แบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก

Marjoke Bakker (2008) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของ Tridio ต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และได้อาศัยแนวคิดของ Carroll (1993) และเลือกสนใจใน 2 องค์ประกอบหลักของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์คือ Visualization และ Spatial Relations ได้แบ่งแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สำหรับงานวิจัยดังกล่าวมา 2 แบบ ได้แก่ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ และแบบหมุนภาพ

Kalogirou & Gagatsis (2011:27-39) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และความเข้าใจรูปเรขาคณิตของนักเรียนช่วงอายุ 10-13 ปี และได้อาศัยแนวคิดของ Carroll (1993) แบ่งองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 5 ด้าน

และได้พัฒนาแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ย่อยๆ ออกเป็น 11 รูปแบบ ได้แก่ แบบทดสอบแบบประกอบภาพ แบบทดสอบพับ-ตัดกระดาษ แบบกำหนดพื้นที่และทิศทางของวัตถุ แบบประกอบภาพ 3 มิติ แบบหมุนภาพ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบความสัมพันธ์ของมือ แบบซ่อนภาพแบบรูปร่างและรูปแบบ แบบซ้อนภาพ แบบระดับน้ำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มีอยู่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยาแต่ละท่านได้จัดแบ่งไว้เหมือนกัน และแตกต่างกันไปตามหลักแนวทฤษฎีที่ยึดถือ ซึ่งการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถใช้แบบทดสอบได้หลากหลายรูปแบบเช่นกัน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้อาศัยแนวคิดของ Carroll (1993) ที่แบ่งองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 5 ด้าน ซึ่งรูปแบบของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้น ผู้วิจัยได้รวบรวมและแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1,2 ดังนี้

ตารางที่ 1 รูปแบบของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวคิดของ Carroll (1993)

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	ความหมาย	ต่างประเทศ	ไทย
Visualization (VZ)	ความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงทั้งแบบสองมิติและสามมิติ ที่มีการเคลื่อนที่ และระบุไว้ตามระดับความยากและความซับซ้อนในการมองเห็น	Paper Folding Ekstrom,et al. (1976)	แบบทดสอบพับ-ตัดกระดาษ (แบบทดสอบความถนัด,สมศักดิ์ สินธุระเวญ์, หน้า 166) แบบทดสอบภาพตัดกระดาษ (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 159)
		Paper Form Board -Ekstrom,et al. (1976) -Eliot & Smith (1983)	แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 160) แบบทดสอบแบบยุบรวมภาพ (แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน,จรูญ มุ่งการนา, หน้า 249) แบบทดสอบแบบประกอบภาพ (แบบทดสอบความถนัด,สมศักดิ์ สินธุระเวญ์, หน้า 137)

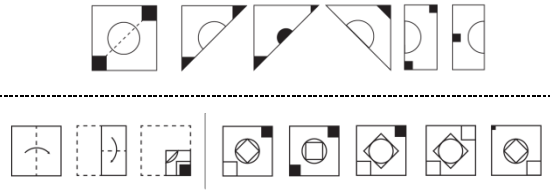
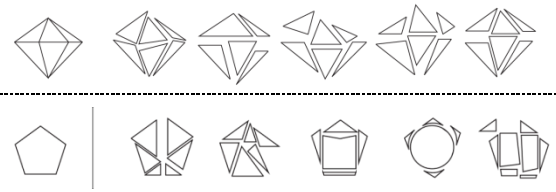
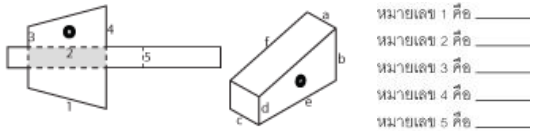
องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	ความหมาย	ต่างประเทศ	ไทย
			แบบทดสอบแบบแยกภาพ (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 155) (แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน,จรูญ มุ่งการนา, หน้า 256) (แบบทดสอบความถนัด,สมศักดิ์ สินธุระเวญ์, หน้า 134)
		Surface Development Ekstrom,et al. (1976)	แบบทดสอบแบบประกอบภาพ (แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน,จรูญ มุ่งการนา, หน้า 239)
			แบบทดสอบแบบประกอบภาพสามมิติ (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 157) (แบบทดสอบความถนัด, สมศักดิ์ สินธุระเวญ์, หน้า 145) (แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน,จรูญ มุ่งการนา, หน้า 242)

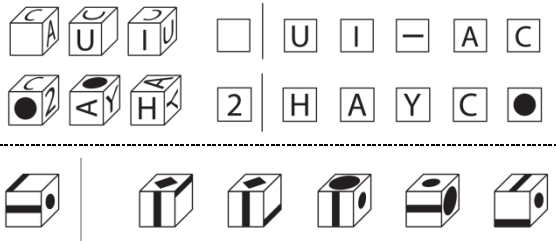
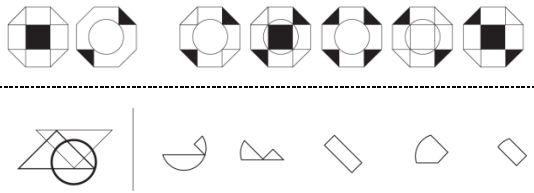
องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	ความหมาย	ต่างประเทศ	ไทย
		Perspective Taking/ Spatial Orientation Hegarty, Kozhevnikov, Waller (2008)	-
Spatial Relations (SR)	ความสามารถในการเข้าใจและรับรู้ความสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกันไป (แบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการหมุน,การสะท้อน หรือการเปลี่ยนรูปไปของวัตถุ)	Cards Rotations Ekstrom,et al. (1976)	แบบทดสอบแบบหมุนภาพ (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 156) (แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน,จรูญ มุ่งการนา, หน้า 215) (3 มิติ หน้า 229)
		Cube Comparisons Ekstrom,et al. (1976)	แบบทดสอบการโยนลูกเต๋า (แบบทดสอบความถนัด,สมศักดิ์ สินธุระเวญ์, หน้า 149) แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 158)
		Hands Thurstone's Primary Mental Abilitys Test (1937 อ้างถึงใน	-

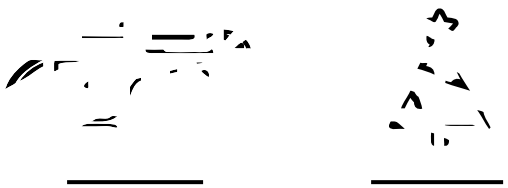
องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	ความหมาย	ต่างประเทศ	ไทย
		Eliot & Smith, 1983)	
Closure Flexibility (CF)	ความสามารถในการค้นหาและระบุรูปร่างที่ถูกซ่อนอยู่ในรูปแบบภาพที่ซับซ้อน	Hidden Figures Ekstrom,et al. (1976)	แบบทดสอบแบบซ่อนภาพทรงเรขา (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 151) แบบทดสอบแบบซ่อนรูป (แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน,จรูญ มุ่งการนา, หน้า 204) ซ่อนภาพ (แบบทดสอบความถนัด,สมศักดิ์ สินธุระเวญ์, หน้า 124)
		Hidden Patterns Ekstrom,et al. (1976)	-
		Overlapping Figures (Schrammel-Brannan Army Group Examination Alpha: Part 1 (1936 อ้างถึงใน Eliot & Smith, 1983)	แบบทดสอบแบบให้หาส่วนที่ทับกัน (แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน,จรูญ มุ่งการนา, หน้า 245)
			แบบทดสอบแบบซ้อนภาพ (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 154)

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	ความหมาย	ต่างประเทศ	ไทย
Closure Speed (CS)	ความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูกปิดบังบางส่วนหรือรูปแบบภาพที่ไม่สมบูรณ์	Gestalt Completion	แบบทดสอบแบบภาพไม่สมบูรณ์ (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 144)
Perceptual Speed (P)	ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว โดยการค้นหาหรือเปรียบเทียบรูปแบบภาพใดรูปแบบภาพหนึ่ง หรือหลายรูปแบบอย่างถูกต้อง	Identical Pictures Ekstrom,et al. (1976) Water Level Piaget and Inhelder (1956)	แบบทดสอบแบบหาภาพที่เหมือนกัน (เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน,ล้วน สายยศ, หน้า 140)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างรูปแบบของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่พัฒนาโดยอาศัยแนวคิดองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Carroll (1993)

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	**แบบทดสอบ**		**พัฒนาและดัดแปลงมาจาก**
Visualization (VZ)	Paper Folding		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ (2541)
	Paper Form Board		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ (2541)
	Surface Development		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976),ล้วน สายยศ (2541)

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	แบบทดสอบ		พัฒนาและดัดแปลงมาจาก
Spatial Relations (SR)	Card Rotations		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ (2541)
	Cube Comparisons		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ (2541)
Closure Flexibility (CF)	Hidden Figures		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ (2541)
	Overlapping Figures		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Schrammel-Brannan Army Group Examination Alpha : Part 1,1936), ล้วน สายยศ (2541)

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	แบบทดสอบ		พัฒนาและดัดแปลงมาจาก
Closure Speed (CS)	Gestalt Completion		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ (2541)
Perpectual Speed (P)	Identical Pictures		ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ (2541)

ลักษณะของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

Guilford and Lacey (1947) และ McGee (1979) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 ด้าน ด้วยกัน ได้แก่ Spatial Visualization เป็นความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่หมุน เป็นภาพจินตนาการในความคิด และ Spatial Orientation เป็นความสามารถในการเข้าใจภาพที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบภายใน เช่น ซ่อนภาพ

Thurstone (1950) และ Linn & Petersen (1985 อ้างถึงใน Donohue, 2010) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 ด้านด้วยกัน คือ Mental Rotations, Spatial Visualization และ Spatial Perception

ต่อมา Maier (1998 อ้างถึงใน Donohue, 2010) ได้นำมาพัฒนาและเสนอให้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็นทักษะ 5 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ Mental Rotations, Spatial Perception, Mental Rotations, Spatial Relations และ Spatial Orientations

อย่างไรก็ตาม การแบ่งองค์ประกอบออกเป็นทักษะ 5 ประเภทตามแบบของ Maier ดังที่กล่าวมา อาจทำให้เกิดการทับซ้อนกันระหว่างทักษะบางประเภท เช่น การกระทำบางอย่างอาจสามารถจัดให้อยู่ในองค์ประกอบ Spatial Relations หรือ Spatial Orientations ก็ได้

Lohman (1979, อ้างถึงใน Harle & Towns, 2011) ได้แบ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ Spatial Relations ปัจจัยนี้ประกอบด้วยงานที่ต้องมีเรื่องของการสร้างมโนภาพในการหมุนวัตถุทั้งในระนาบสองมิติหรือสามมิติ และ Spatial Orientation ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการจินตนาการจัดเรียงวัตถุซึ่งจะมองจากมุมมองที่แตกต่างกัน โดยใช้การกำหนดทิศทางหรือตำแหน่งใหม่จากการสังเกตการณ์ และ Visualizations ปัจจัยนี้ประกอบด้วยงานที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปร่าง ในการเคลื่อนที่หรือการแทนที่ของชิ้นส่วนของรูปร่าง ซึ่งอาจมีความซับซ้อนมากกว่าในงานด้าน Relations หรือ Orientation

Tartre (1990, อ้างถึงใน Sorby, 1999) ได้เสนอแบบแผนการจัดแบ่งประเภทของทักษะองค์ประกอบ ซึ่งมีรากฐานมาจากกระบวนการทางสมองที่ใช้กระทำการใดการหนึ่ง โดยจำแนกออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ Spatial Visualization และ Spatial Orientation ซึ่งองค์ประกอบด้าน Spatial Visualization จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเคลื่อนวัตถุในจินตนาการ และ

องค์ประกอบด้าน Spatial Orientation จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการปรับเปลี่ยนมุมมองโดยวัตถุในจินตนาการนั้นคงอยู่กับที่ องค์ประกอบด้าน Spatial Visualization ยังสามารถแบ่งแยกออกเป็นสองประเภทย่อยได้แก่ Mental Rotation ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจินตนาการให้วัตถุทั้งชิ้นนั้นเปลี่ยนแปลงไป และ Mental Transformation ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบางส่วนของวัตถุในจินตนาการ

Carolls (1993, อ้างถึงใน Harle & Towns, 2011) จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ประกอบด้วย 5 ปัจจัยหลัก ดังนี้ โดยสองปัจจัยแรกนำมาจาก Lohman (1979) ได้แก่ Spatial Relations และ Visualizations อีก 3 องค์ประกอบต่อมา ได้แก่

Closure Speed ความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูกปิดบังบางส่วนหรือรูปแบบภาพที่ไม่สมบูรณ์

Closure Flexibility ความสามารถในการค้นหาและระบุรูปร่างที่ถูกซ่อนอยู่ในรูปแบบภาพที่ซับซ้อน

Perceptual Speed ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว โดยการค้นหาหรือเปรียบเทียบรูปแบบภาพใดรูปแบบภาพหนึ่ง หรือหลายรูปแบบอย่างถูกต้อง

ซึ่ง (Hegarty and Waller, 2005) ได้กล่าวไว้ว่าการแบ่งองค์ประกอบความสามารถมิติสัมพันธ์ของ Carroll นั้นครอบคลุมมากที่สุด

จากการศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่กล่าวมาข้างต้น ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ในงานวิจัยครั้งนี้หมายถึง ความสามารถในการจัดการและเข้าใจรูปแบบภาพ รูปทรง รูปร่างต่างๆ ในจินตนาการที่หมุน, บิด, กลับด้าน, เปลี่ยนรูปไป, ไม่สมบูรณ์หรือถูกปิดบังบางส่วน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุในทางใดทางหนึ่งด้วย (Carroll, 1993)

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ตามแนวคิดของ Carroll (1993) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ Visualization, Spatial Relations, Closure Flexibility, Closure Speed และ Perceptual Speed ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. Visualization (VZ) หมายถึง ความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงทั้งแบบสองมิติและสามมิติ ที่มีการเคลื่อนที่ และระบุไว้ตามระดับความยากและความซับซ้อนในการมองเห็น

2. Spatial Relations (SR) หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจและรับรู้ความสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกันไป

3. Closure Flexibility (CF) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาและระบุรูปร่างที่ถูกซ่อนอยู่ในรูปแบบภาพที่ซับซ้อน

4. Closure Speed (CS) หมายถึง ความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูกปิดบังบางส่วนหรือรูปแบบภาพที่ไม่สมบูรณ์

5. Perceptual Speed (P) หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็วโดยการค้นหาหรือเปรียบเทียบรูปแบบภาพใดรูปแบบภาพหนึ่ง หรือหลายรูปแบบอย่างถูกต้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มาทั้งหมด 6 แบบด้วยกัน โดยอาศัยแนวคิดองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Carroll (1993) และดูจากความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและระดับชั้นของผู้เรียน โดยสามารถสรุปเป็นลักษณะของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบ ได้ดังนี้

1. แบบประกอบภาพ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนมองภาพที่กำหนดให้ แล้วแยกภาพตามเส้นในภาพ จะได้ภาพกลุ่มใดที่มีลักษณะเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้ได้

2. แบบประกอบภาพ 3 มิติ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนจินตนาการประกอบภาพจากภาพที่เป็นภาพแบบระนาบหรือมิติเดียว ตามภาพ 3 มิติ ที่กำหนดให้ แล้วให้จับคู่ว่าด้านใดเป็นด้านเดียวกันในภาพ

3. แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีด้านตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ และค้นหาภาพที่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้

4. แบบซ่อนภาพ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีขนาด รูปร่าง และทิศทางเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้ ในภาพที่มีสิ่งกีดขวางกีดกั้นจนมองเห็นภาพนั้นไม่ถนัด เห็นแต่เพียงบางส่วน

5. แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนมองภาพที่ถูกปิดบังบางส่วนแล้วบอกให้ได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพอะไร

6. แบบหาภาพที่เหมือนกัน เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีขนาด รูปร่าง เช่นเดียว กับภาพที่กำหนดให้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการใช้ตัวชี้นำกับผู้เรียนนั้นไม่ว่าจะอยู่ในสื่อรูปแบบใดนั้นก็สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้น และช่วยดึงดูดและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสาระสำคัญที่ต้องการเน้นให้เห็นเพื่อเพิ่มความเข้าใจ (Beck,1984 ; Dwyer,1978 ; Mayer, 2009 ; Taber, Glaser and Schaefer ,1965 ; Leith,1966 ; Flemming and Levie,1979) นอกจากนี้ Edward (2009) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ตัวชี้นำด้วยภาพในการใช้สีนั้นเข้ามาช่วยลดภาระทางปัญญาและช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน รวมทั้ง Masakura (2005) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ตัวชี้นำภาพ (Visual cues) แบบกระพริบ (Flashing cue) และแบบซูม (zooming cue) เป็นตัวชี้นำที่เหมาะสมสำหรับการชี้แนะผู้เรียนให้เกิดความสนใจและเข้าถึงข้อมูลสำคัญบนหน้าจอแสดงผล โดยจากการศึกษางานวิจัยพบว่ารูปแบบของตัวชี้นำโดยส่วนใหญ่สามารถสร้างและพัฒนาขึ้นในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย ที่ประกอบด้วยสื่อการรับรู้ในรูปแบบต่างๆ กราฟิกภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร เสียง และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ซึ่งปัจจุบันถือว่าเป็นสื่อที่แพร่หลายในวงกว้าง สะดวกและง่ายต่อการใช้งานและการเข้าถึงสามารถนำไปใช้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เรียนในช่วงอายุ 12-15 ปี เป็นวัยที่อยากรู้อยากลอง ชอบความท้าทาย ซึ่งหากเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้นั้นเป็นเนื้อหาที่ต้องมีการฝึกฝนบ่อยๆ เพื่อให้เกิดทักษะขึ้นนั้นการฝึกหรือเรียนซ้ำๆ อาจทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายได้ง่าย สื่อมัลติมีเดียนั้นสามารถเข้ามาช่วยให้ผู้เรียนในระดับนี้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ โดยเฉพาะมัลติมีเดียแบบเกมนั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและกระตุ้นให้เกิดความอยากเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้สมมติบทบาทของตัวละครในสถานการณ์ต่างๆ ตลอดเกม พร้อมทั้งยังต้องเอาชนะอุปสรรคต่างๆ ไปให้ได้ด้วย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดให้มีการเรียนการสอนกับผู้เรียนในช่วงวัยนี้ต้องเกิดปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นถือเป็นความสามารถที่มีความสำคัญและเป็นพื้นฐานอาชีพต่างๆ จากการคาดคะเนของสำนักการบริการด้านการงานในสหรัฐอเมริกาพบว่าอาชีพที่ต้องการความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงมีอยู่ 84 อาชีพ หากสามารถพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นี้ให้กับผู้เรียนได้มากขึ้น จะเป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศได้ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2518) โดยเฉพาะหากพัฒนาความสามารถด้านนี้ในวัยเด็กจะช่วยให้เกิดเป็นทักษะและพื้นฐานที่ดีในการต่อยอดการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในอนาคตที่จะซับซ้อนขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่จากการที่ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถและพัฒนาการที่แตกต่างกัน ผู้เรียนในวัยนี้บางคนอาจยังไม่สามารถเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยังคงต้องใช้ความเป็นรูปธรรมในการที่จะเข้าใจสิ่งต่างๆ ซึ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาช้า

และยังปรับตัวไม่ได้จะมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ซึ่งบทเรียนมัลติมีเดียแบบที่มีตัวชี้นำจะเข้ามาช่วยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำนั้นเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประสิทธิภาพตัวชี้นำจะเข้าไปกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เห็นแนวทางและช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Huk, Steinke & Floto (2003) และ Oostendorp, Beijersbergen & Solaimani (2008) ได้ทำการวิจัยและพบว่า ผู้เรียนที่มีความ สามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำนั้นต้องมีการใช้ตัวชี้นำ เพื่อมาสนับสนุนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแยกและรวมเข้าด้วยกันในมุมมองต่างๆ ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นจุดที่เป็นสาระสำคัญที่เน้นเด่นชัด เข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ในการเรียนจะมีการใช้ภาพเคลื่อนไหว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม 2 แบบ ได้แก่ ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ และเพื่อศึกษาการใช้เวลาในการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ มีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการสร้างเครื่องมือ
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ซึ่งมีเกณฑ์ในการเลือกโรงเรียนคือ โรงเรียนมีความพร้อมทางด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และนักเรียนมีทักษะพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ และมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ จำนวน 40 คน โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่มีคะแนนการความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่อยู่ในช่วงตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1- 33 เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ การสุ่มตัวอย่างผู้เรียนเข้ากลุ่มทดลองมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จำนวน 640 คน ทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เพื่อจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ (คะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1-33) จำนวน 213 คน

ขั้นที่ 2 ทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยทำการสุ่มนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เข้ากลุ่มทดลอง 40 คน แบ่งกลุ่มละ 20 คน จำนวน 2 กลุ่ม

ขั้นที่ 3 จากการสุ่มผู้เรียนเข้ากลุ่มทดลอง จะแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม แสดงดังตารางดังนี้

ตารางที่ 3 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

รายละเอียดการคัดเลือก	วิธีการ	ผลการคัดเลือก	
คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง	พิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)	นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จำนวน 640 คน	
คัดเลือกผู้เรียน	ทำแบบทดสอบวัดความสามารถมิติสัมพันธ์	นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ (คะแนนอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1-33) จำนวน 213 คน	
สุ่มผู้เรียนเข้ากลุ่มทดลอง	สุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling)	(แบบคงที่) 20 คน	(แบบเคลื่อนไหว) 20 คน

วิธีวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่มีกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม โดยไม่มีกลุ่มควบคุม มีลักษณะดังนี้

E_1 : R_1 O_1 X_1 O_2

E_2 : R_2 O_1 X_2 O_2

R_1 คือ การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1

R_2 คือ การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 2

O_1 คือ การวัดผลก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O_2 คือ การวัดผลหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X_1 คือ การเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่

X_2 คือ การเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการสร้างเครื่องมือ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1.1 บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ใช้ตัวชี้นำด้วยภาพ มี 2 แบบ ได้แก่

2.1.1.1 บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ หมายถึง บทเรียนมัลติมีเดียที่ต้องการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทายและสร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้น เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่อยากจะเรียน มีตัวชี้นำด้วยภาพที่มีลักษณะแบบคงที่ ได้แก่ ลูกศร สี เส้น เป็นตัวชี้นำที่เพิ่มเข้ามาในภาพอธิบายประกอบเนื้อหา เช่น การประกอบภาพ การเน้นรูปร่างด้วยเส้นสี การใช้ลูกศรและเส้นประประกอบภาพ ซึ่งจะช่วยเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1.2 บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว หมายถึง บทเรียนมัลติมีเดียที่ต้องการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ท้าทายและสร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินให้เกิดขึ้น เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่อยากจะเรียน มีตัวชี้นำด้วยภาพมีลักษณะเคลื่อนไหว ได้แก่ การกระพริบ การหมุนด้วยภาพ การประกอบภาพ เป็นตัวชี้นำที่เพิ่มเข้ามาในภาพอธิบายประกอบเนื้อหา เช่น การประกอบภาพด้วยการแอนิมชั่น การหมุนภาพ การกระพริบ ซึ่งจะช่วยเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยอาศัยแนวคิดของ Carroll (1993) ซึ่งสามารถสร้างแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ได้แบ่งตามองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 5 ด้าน ได้แบบวัดมาทั้งหมด 6 แบบ ได้แก่ แบบประกอบภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบซ่อนภาพ แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน และแบบหาภาพที่เหมือนกัน ซึ่งมีทั้งแบบปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัย เติมคำลงในช่องว่าง จำนวน 45 ข้อ

2.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

2.2.1 บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และแบบเคลื่อนไหว เพื่อพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการพัฒนาเป็นลำดับขั้น โดยผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินงานการออกแบบและพัฒนา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการเตรียม เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล โดยการศึกษาวิเคราะห์ ข้อมูลเนื้อหาขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวกับบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำ 2 แบบ มีรายละเอียดดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียน คือผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ทราบถึงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถและทักษะต่างๆ เช่น ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบการเรียนรู้และพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

2) ศึกษาโครงสร้างเนื้อหา หลักและแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวมทั้งแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยกำหนดเนื้อหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของเนื้อหา วิธีการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางและพื้นฐานในการสร้างโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม ที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบบทเรียน เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบโครงสร้างเนื้อหา โครงเรื่อง ผังงาน และสตอรี่บอร์ด โดยออกแบบให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มีรายละเอียดดังนี้

1) วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนที่นำมาใช้ในการเรียน คือ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ รวมทั้งแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เพื่อให้กำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องและออกแบบเนื้อหาให้สัมพันธ์กันในการนำมาออกแบบโครงสร้างบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

2) ออกแบบโครงเรื่อง ผังงาน (Flowchart) และสตอรี่บอร์ด (Storyboard) เพื่อพัฒนาเป็นบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมโดยปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ ในด้านการกำหนดเนื้อหา ขนาด แบบตัวอักษร ภาพกราฟิก สี เสียง ปุ่ม การออกแบบการให้ตัวชี้นำด้วยภาพ จากนั้นพัฒนาเป็นบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีรูปแบบตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ ได้แก่ บทเรียน

มัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว ซึ่งโครงสร้างของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมมาจากองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 5 ด้าน ตามแนวคิดของ Carroll (1993) ได้แก่ Visualization, Spatial Relations, Closure Flexibility, Closure Speed และ Perceptual Speed โดยมีตัวชี้นำด้วยภาพทั้ง 2 แบบ รายละเอียดแสดงดังตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4 โครงสร้างของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมตามองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียน

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม	ตัวชี้นำด้วยภาพ	
		คงที่	เคลื่อนไหว
Visualization (VZ) ความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงทั้งแบบสองมิติและสามมิติ ที่มีการเคลื่อนที่ และระบุไว้ตามระดับความยากและความซับซ้อนในการมองเห็น	บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ	ปรากฏเส้นรอบรูปในบริเวณที่เป็นเส้นแบ่งชิ้นส่วนต่างๆ	กระพริบและมีแสงสว่างขึ้นมาบริเวณที่เป็นเส้นแบ่งชิ้นส่วนต่างๆ
	บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา	ภาพแสดงการประกอบรูปทรงต่างๆ ใช้ลูกศรและสีเข้ามาช่วย	แอนิเมชั่นประกอบภาพรูปทรงต่างๆ
Spatial Relations (SR) ความสามารถในการเข้าใจและรับรู้ความสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกัน	บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์	ภาพแสดงการคลี่ลูกบาศก์ให้เห็นด้านตรงข้าม	แอนิเมชั่นหมุนให้ดูในแต่ละด้าน
Closure Flexibility (CF) ความสามารถในการค้นหาและระบุรูปร่างที่ถูกซ่อนอยู่ในรูปแบบภาพที่ซับซ้อน	บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ	ปรากฏสีที่แตกต่างในรูปร่างที่ใกล้กับรูปร่างคำตอบ	เส้นกระพริบให้เห็นในด้านใดด้านหนึ่งของรูปร่างคำตอบ

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม	ตัวชี้นำด้วยภาพ	
		คงที่	เคลื่อนไหว
Closure Speed (CS) ความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูกปิดบังบางส่วนหรือรูปแบบภาพที่ไม่สมบูรณ์	บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา	ปรากฏสีเส้นให้เห็นต่อจากภาพที่กำหนดให้มา	ปรากฏเป็นเส้นกระพริบให้เห็นต่อจากภาพที่กำหนดให้มา
Perceptual Speed (P) ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว โดยการค้นหาหรือเปรียบเทียบรูปแบบภาพใดรูปแบบภาพหนึ่ง หรือหลายรูปแบบอย่างถูกต้อง	บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ	ปรากฏสีเส้นเน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ที่ต้องหาและเน้นสีให้เห็นส่วนที่แตกต่างจากตัวลวง	ปรากฏแสงกระพริบ เน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ที่ต้องหาและแสงกระพริบให้เห็นส่วนที่แตกต่างจากตัวลวง

ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนาบทเรียน เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ ตามลำดับขั้น ดังนี้

1) สร้างบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ คือ แบบคงที่และแบบเคลื่อนไหว โดยมีรายละเอียดของการออกแบบ ดังนี้

1.1) โครงเรื่องบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม เป็นเรื่องราวการผจญภัยหาขุมทรัพย์ของโจรสลัดในเกาะต่างๆ 4 เกาะที่มีลักษณะทางกายภาพต่างกัน ซึ่งผู้เรียนจะได้รับบทบาทสมมติเป็นผู้ผจญภัย ที่จะต้องแข่งกับเวลาและต่อสู้กับอุปสรรคในแต่ละด่านของเกาะต่างๆ ไปให้ได้ จนได้สมบัติครบทั้งหมด โดยมีทั้งหมด 6 เกม ได้แก่ เกมประกอบภาพพิชิตสมบัติ เกมจับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา เกมลูกเต๋ามหัศจรรย์ เกมซ่อนภาพ เกมรูปภาพปริศนา และเกมไข่วิเศษ แต่ละเกมจะแบ่งความยากง่าย ออกเป็น 4 ระดับ ตามรายละเอียดและความซับซ้อนของรูปภาพ อัตราความเร็ว และปริมาณตัวชี้นำ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข หน้า 107)

1.2) แผนภูมิเส้นทางการเดินเรื่อง (Flowchart) เพื่อแสดงให้เห็นถึงลำดับการนำเสนอบทเรียนทบทวนและบทเรียนเกมต่างๆ ที่แบ่งตามความยากง่าย 4 ระดับ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข หน้า 110)

1.3) สตอรี่บอร์ด (Storyboard) ออกแบบเรื่องของภาพ เสียง สี ข้อความ การจัดวางต่างๆ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ต่างๆ ของแต่ละบทเรียนเกม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

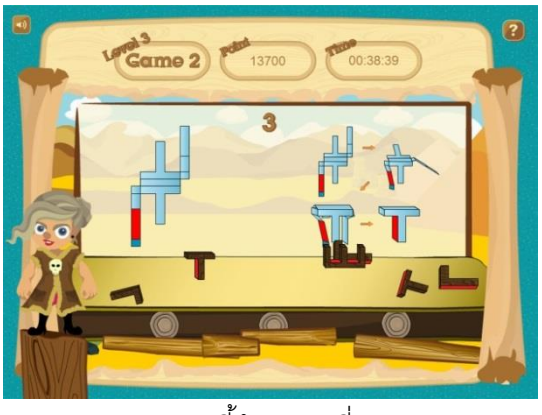
ภาพที่ 2 บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ

ตัวชี้นำแบบคงที่

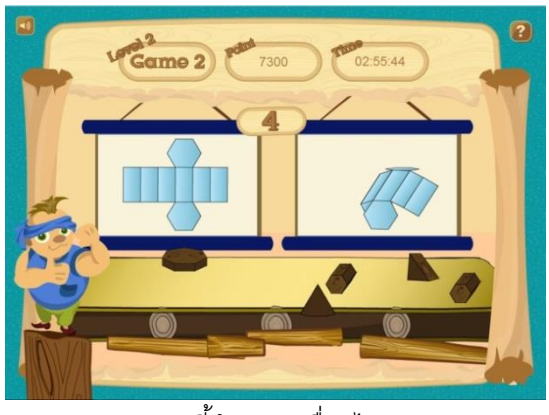
ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหว

บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่คือการปรากฏเส้นสีที่โดดเด่นรอบรูปในบริเวณที่เป็นเส้นแบ่งชิ้นส่วนต่างๆ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวคือ การกระพริบและมีแสงสว่างขึ้นมาบริเวณที่เป็นเส้นแบ่งชิ้นส่วนต่างๆ

ภาพที่ 3 บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา



ตัวชี้นำแบบคงที่



ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหว

บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่คือ การปรากฏสีที่แตกต่างในรูปร่างที่ใกล้กับคำตอบ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวคือ การใช้แอนิเมชั่นประกอบภาพรูปทรงต่างๆ

ภาพที่ 4 บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์

ตัวชี้นำแบบคงที่

ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหว

บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่คือ ภาพแสดงการคลี่ลูกบาศก์ให้เห็นด้านตรงข้าม แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวคือ การใช้แอนิเมชั่นหมุนให้ดูในแต่ละด้าน

ภาพที่ 5 บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ

ตัวชี้นำแบบคงที่

ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหว

บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่คือ การปรากฏสีที่แตกต่างในรูปร่างที่ใกล้กับรูปร่างคำตอบ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวคือ เส้นกระพริบให้เห็นในด้านใดด้านหนึ่งของรูปร่างคำตอบ

ภาพที่ 6 บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา

ตัวชี้นำแบบคงที่

ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหว

บทเรียนเกมที่ 5 ซ่อนภาพ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่คือ การปรากฏสีเส้นให้เห็นต่อจากภาพที่กำหนดให้มา แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวคือ การปรากฏเป็นเส้นกระพริบให้เห็นต่อจากภาพที่กำหนดให้มา

ภาพที่ 7 บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ

ตัวชี้นำแบบคงที่

ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหว

บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่คือ ปรากฏสีเส้นเน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ที่ต้องหาและเน้นสีให้เห็นส่วนที่แตกต่างจากตัวลวง แบบที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวคือ ปรากฏแสงกระพริบ เน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ที่ต้องหาและแสงกระพริบให้เห็นส่วนที่แตกต่างจากตัวลวง

2) จากนั้นนำบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมมาขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านมิติสัมพันธ์ ในด้านของเนื้อหา และการออกแบบ รวมทั้งรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพที่ใช้ในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญดูและตรวจสอบทั้งหมด 6 คนเพื่อตรวจคุณภาพความตรงตามโครงสร้างของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม เนื้อหาการเรียนรู้ กิจกรรมที่ใช้ในการเรียน ความเหมาะสมของแต่ละหน้าจอ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมในแบบประเมินประสิทธิภาพทั้งในด้านของเนื้อหา ได้แก่ โครงสร้างเนื้อหาบทเรียน การออกแบบการเรียนรู้ และการใช้ตัวชี้นำในบทเรียน และด้านการออกแบบ ได้แก่ องค์ประกอบและโครงสร้างของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม การใช้ตัวชี้นำในบทเรียน รวมทั้งข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงแก้ไขอื่นๆ โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถาม (Item – Objective Congruence :IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

ถ้า IOC > 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

ถ้า IOC < 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้องกับบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและประเมินบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งสิ้น 6 คน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 104) ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

- มีประสบการณ์การสอนในระดับมัธยมศึกษาไม่ต่ำกว่า 5 ปี
- มีความรู้ในด้านหลักการออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
- มีความรู้ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ระดับชั้นมัธยมศึกษา

3) ผลการประเมินค่าความสอดคล้องด้านการออกแบบ มีค่าความสอดคล้อง (IOC) = 0.98 แปลความหมายได้ว่า มีความสอดคล้องในด้านการออกแบบและผลการประเมินค่าความสอดคล้องด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าความสอดคล้อง (IOC) = 1.00 แปลความหมายได้ว่า มีความสอดคล้องในด้านการเนื้อหา จากการประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

และผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำดังนี้ เพิ่มเสียงวัตถุประสงค์และคำอธิบายในการเล่นให้ครบในทุกด่านของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม และเพิ่มผลป้อนกลับให้มีความหลากหลายมากขึ้น

4) ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบก่อนนำไปใช้จริง เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเครื่องมือวิจัยไปทดสอบใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเข้าใจของเครื่องมือ โดยได้ทดสอบบทเรียนด้านความสามารถในการใช้งานบทเรียน (Usability Test) มีรายละเอียด ดังนี้

1) นำบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 รูปแบบ คือ บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของเนื้อหา ความชัดเจนของขั้นตอนการสอน การควบคุมการเรียน กิจกรรมที่ใช้ รวมไปถึงเวลาที่ใช้ในการเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุง โดยใช้ความคิดเห็นที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขกับกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย ดังนี้

1.1) นำบทเรียนมาทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยให้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวแทนตัวอย่าง จำนวน 1 คน ต่อการเรียนกับบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแต่ละแบบ 2 แบบ 2 คน ขั้นตอนนี้ผู้วิจัย ทำการสังเกตนักเรียนอย่างใกล้ชิด โดยให้คำแนะนำ เมื่อนักเรียนไม่สามารถดำเนินบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมต่อได้ พร้อมทั้งตั้งคำถามในส่วนที่นักเรียนทำไม่ได้ จดบันทึกเพื่อนำบทเรียนไปปรับปรุงแก้ไข

จากผลการสังเกตและสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่พบ พบว่า มีความบกพร่องในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม เกมที่ 1 มีชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนหายไปเมื่อนักเรียนลากชิ้นส่วนนั้นออกไปจากหน้าจอ สีของตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม เกมที่ 6 สีกลืนไปกับรูปภาพ มองเห็นไม่ชัดเจน และการกดคลิกเลือกคำตอบ 2 ครั้งซ้อนกัน ทำให้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมดำเนินต่อไปไม่ได้ จากนั้นนำปัญหาที่พบมาแก้ไข

1.2) นำบทเรียนมาทดสอบกลุ่มเล็ก นำบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้ว โดยให้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวแทนตัวอย่าง จำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 5 คน เรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแต่ละแบบ (ทดลองครั้งละ 1 กลุ่ม) ขั้นตอนนี้ผู้วิจัย ทำการสังเกตนักเรียนอย่างใกล้ชิด โดยให้คำแนะนำ เมื่อ

นักเรียนไม่สามารถดำเนินบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมต่อได้ พร้อมทั้งตั้งคำถามในส่วนที่นักเรียนทำไม่ได้ จดบันทึกเพื่อนำบทเรียนไปปรับปรุงแก้ไข

จากผลการสังเกตและสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่พบ พบว่า ผลการจับเวลาบางด่านของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม ไม่ทำงาน และแก้ไขปุ่ม Start ของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมทุกเกม ให้ขึ้นมาหลังจากมีการบอกวัตถุประสงค์และคำอธิบายการเรียนจบแล้ว จากนั้นนำปัญหาที่พบมาแก้ไข

1.3) นำบทเรียนมาทดสอบกลุ่มใหญ่ นำบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้ว โดยให้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวแทนตัวอย่าง จำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 10 คน เรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแต่ละแบบ (ทดลองครั้งละ 1 กลุ่ม) เพื่อศึกษาการเรียนของผู้เรียนว่าสามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่อง และทำความเข้าใจในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมได้หรือไม่ จดบันทึกเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้าย

จากผลการสังเกตและสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่พบ พบว่า ควรจะลดเวลาในการปล่อยตัวชี้นำในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมในแต่ละระยะลง เพื่อป้องกันให้ผู้เรียนนั้นเลือกกดโดยไม่ตั้งใจจากนั้นนำปัญหาที่พบมาแก้ไข

2) นำบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ (คะแนนอยู่ในช่วงตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1- 33) โดยใช้แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541) ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ และนำแบบวัดไปหาค่าความเที่ยง โดยใช้กลุ่มตัวแทนที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จำนวน 39 คน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.72 แสดงว่าแบบวัดมีความเที่ยงแน่นอนสามารถนำไปดำเนินการต่อในขั้นตอนต่อไป

2.2.2.2) แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน

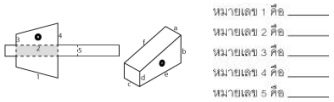
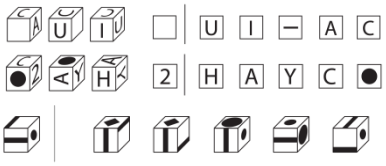
แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังเรียน ดังนี้

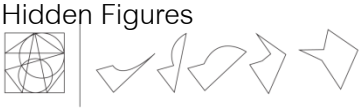
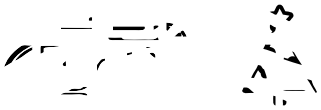
1) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยสรุปได้ดังนี้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีนักการศึกษาได้แบ่งองค์ประกอบไว้หลากหลายและแตกต่างกันไป โดย Guilford and Lacey (1947) และ McGee (1979) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 2 ด้าน ด้วยกัน ได้แก่ Spatial Visualization เป็นความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่หมุน เป็นภาพจินตนาการในความคิด และ Spatial Orientation เป็นความสามารถในการปรับเปลี่ยนมุมมองโดยวัตถุในจินตนาการนั้นคงอยู่กับที่ Thurstone (1950) และ Linn & Petersen (1985 อ้างถึงใน Donohue, 2010) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 ด้านด้วยกัน คือ Mental Rotations, Spatial Visualization และ Spatial Perception Tartre (1990, อ้างถึงใน Sorby, 1999) ได้เสนอแบบแผนจัดแบ่งประเภทของทักษะองค์ประกอบใหม่ ซึ่งมีรากฐานมาจากกระบวนการทางสมองที่ใช้กระทำการใดการหนึ่ง โดยจำแนกออกเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ Spatial Visualization และ Spatial Orientation ซึ่งองค์ประกอบด้าน Spatial Visualization จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเคลื่อนวัตถุในจินตนาการ และองค์ประกอบด้าน Spatial Orientation จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการปรับเปลี่ยนมุมมองโดยวัตถุในจินตนาการนั้นคงอยู่กับที่ องค์ประกอบด้าน Spatial Visualization ยังสามารถแบ่งแยกออกเป็นสองประเภทย่อยได้แก่ Mental Rotation ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจินตนาการให้วัตถุทั้งชิ้นนั้นเปลี่ยนแปลงไป และ Mental Transformation ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบางส่วนของวัตถุในจินตนาการ Carroll (1993, อ้างถึงใน Bakker, 2008) ได้แบ่งองค์ประกอบความสามารถมิติสัมพันธ์ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ Visualization, Spatial Relations, Closure Flexibility, Closure Speed และ Perceptual Speed ซึ่ง Hegarty and Waller (2005) ได้กล่าวไว้ว่าการแบ่งองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Carroll นั้นครอบคลุมมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้แนวคิดและอาศัยโครงสร้างองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Carroll (1993) มาสร้างและพัฒนาเป็นเครื่องมือในงานวิจัย

ครั้งนี้ แต่ละองค์ประกอบนั้นสามารถสรุปเป็นความหมายและลักษณะของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบได้ดังนี้

ตารางที่ 5 ตารางแสดงองค์ประกอบ ความหมาย และลักษณะของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	**ความหมาย**	**ลักษณะของแบบวัด**
Visualization	ความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงทั้งแบบสองมิติและสามมิติ ที่มีการเคลื่อนที่ และระบุไว้ตามระดับความยากและความซับซ้อนในการมองเห็น	Paper Form Board Surface Development  ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541)
Spatial Relations	ความสามารถในการเข้าใจและรับรู้ความ สัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกันไป	Cube Comparisons  ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541)

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	**ความหมาย**	**ลักษณะของแบบวัด**
Closure Flexibility	ความสามารถในการค้นหาและระบุรูปร่างที่ถูกซ่อนอยู่ในรูปแบบภาพที่ซับซ้อน	Hidden Figures  ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541)
Closure Speed	ความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูกปิดบังบางส่วนหรือรูปแบบภาพที่ไม่สมบูรณ์	Gestalt Completion  ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Schrammel-Brannan Army Group Examination Alpha : Part 1,1936), ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541)
Perceptual Speed	ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว โดยการค้นหาหรือเปรียบเทียบรูปแบบภาพใดรูปแบบภาพหนึ่ง หรือหลายรูปแบบอย่างถูกต้อง	Identical Pictures ตามแนวโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ Ekstrom,et al. (1976), ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541)

2) สร้างแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยอาศัยแนวคิดของ Carroll (1993) ซึ่งสามารถสร้างแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ได้แบ่งตามองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 5 ด้าน โดยในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มาทั้งหมด 6 แบบด้วยกัน โดยดูจากความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและระดับชั้นของผู้เรียน ได้แก่ แบบประกอบภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบซ่อนภาพ แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน และแบบหาภาพที่เหมือนกัน ซึ่งเป็นแบบวัดที่ใช้วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริง โดยมีทั้งแบบปรนัยจำนวน 5 ตัวเลือก และแบบอัตนัย เติมคำลงในช่องว่าง รวม 84 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตอบถูก ให้ข้อละ 1 คะแนน

ตอบผิด ให้ข้อละ 0 คะแนน

3) นำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้คำปรึกษาเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

4) นำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า104) พิจารณาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของข้อคำถาม และความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับวัตถุประสงค์ โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถาม (Item – Objective Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ถ้า IOC > 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับแบบวัด

ถ้า IOC < 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้องกับแบบวัด

จากผลการประเมินค่าความสอดคล้องด้านความตรงเชิงเนื้อหามีความสอดคล้อง (IOC) = 0.84 ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 66 ข้อ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขอีก 14 ข้อ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง

5) นำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้มีการปรับปรุง ในด้านภาษาที่ใช้ของคำสั่งในแต่ละแบบวัด ให้มีการอธิบายให้กระชับ ชัดเจน และไม่ซ้ำซ้อน ระดับภาษาให้ง่ายต่อการเข้าใจกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 และรูปภาพในบางข้อคำถามต้องเปลี่ยนและปรับปรุงให้ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6) นำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญรวม 80 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวแทนที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาบทเรียนมาแล้ว โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จำนวน 97 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method: KR-20) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.83
ค่าความยาก	มีค่า 0.33 - 0.76
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.22 - 0.56

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 57 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย แบบประกอบภาพ จำนวน 7 ข้อ แบบประกอบภาพสามมิติ จำนวน 7 ข้อ แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ จำนวน 14 ข้อ แบบซ่อนภาพ จำนวน 12 ข้อ แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน จำนวน 5 ข้อ และแบบหาภาพที่เหมือนกัน จำนวน 8 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 45 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตดำเนินการวิจัย ขอใช้สถานที่ ห้องคอมพิวเตอร์ และขอใช้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองด้วยการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน และขออนุญาตวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2541) เพื่อจำแนกกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ (คะแนนอยู่ในช่วงตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1- 33)

3.2 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง โดยทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) นักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำจำนวน 213 คน เข้ากลุ่มทดลอง 40 คน แบ่งกลุ่มละ 20 คน จำนวน 2 กลุ่ม

3.3 กำหนดวันทำการทดลอง โดยประสานกับทางโรงเรียน และทำการนัดหมายกับครูและนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการคัดเลือก

3.4 เตรียมความพร้อมของสถานที่และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อนักเรียน 1 คน และเตรียมและตรวจสอบแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังเรียน รวมถึงอุปกรณ์การเขียนอื่นๆ ให้พร้อม

3.5 ดำเนินการทดลอง มีขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียนให้นักเรียนเริ่มทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนพร้อมกัน ซึ่งมีจำนวน 45 ข้อ โดยใช้ระยะเวลา 45 นาที

3.5.2 ขั้นการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ใช้เวลา 2 คาบเรียน โดยมีการอธิบายและสาธิตขั้นตอนการใช้บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม พร้อมทั้งบอกวัตถุประสงค์และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

3.5.3 ขั้นทดสอบหลังเรียน เมื่อนักเรียนเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรียบร้อยแล้ว จึงให้ทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียน โดยใช้ระยะเวลา 45 นาที

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมของนักเรียน ได้แก่ เวลา และคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของตัวแปรอิสระคือ บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่ใช้ตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ คือ ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ส่งผลต่อตัวแปรตาม คือ คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูล ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test independent)

4.2 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียน และคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test dependent)

4.3 การวิเคราะห์ค่าค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test independent)

4.4 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเวลาในการเรียนด้วยบทเรียน มัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยแตกต่างกัน โดยมีระดับความยากง่าย 4 ระดับ

การสรุปการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 6 การสรุปการเก็บรวบรวมข้อมูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	เครื่องมือ	สถิติ
1. เพื่อศึกษาผลการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ	วิเคราะห์จากแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	-แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ -บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม	-ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) -ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) -วิเคราะห์เปรียบเทียบ t-test dependent
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำเมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน	วิเคราะห์จากแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	-แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ -บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม	-ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) -ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) -วิเคราะห์เปรียบเทียบ t-test independent

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	เครื่องมือ	สถิติ
3. เพื่อเปรียบเทียบเวลาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่เรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน และมีระดับความยากง่ายต่างกัน 4 ระดับ	วิเคราะห์จากการเก็บข้อมูลในการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมของนักเรียน	-บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม	-ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) -ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง 1) เพื่อศึกษาผลการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน และ 3) เพื่อเปรียบเทียบเวลาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่เรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน และมีระดับความยากง่ายต่างกัน 4 ระดับ

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผลคะแนนของการทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนและคะแนนของการทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ และทดสอบสมมติฐาน โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง

1. เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 รูปแบบ จะมีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 8

2. เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 9

3. เพื่อให้ทราบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำภาพแตกต่างกัน และมีระดับความยากง่ายต่างกัน 4 ระดับ จะใช้เวลาในการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมต่างกัน แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 10

ก่อนทดลองผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มที่ใช้ตัวชี้ด้วยภาพแบบคงที่และแบบเคลื่อนไหวมาเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ถ้าพบว่าไม่แตกต่างกันจึงสามารถดำเนินการทดลองต่อไปได้

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test independent)

กลุ่มตัวอย่าง	n	($\overline{X}$)	S.D.	F	Sig.
รูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่	20	17.65	5.10	.011	.824
รูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว	20	18.02	5.33		

$p<.05$

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลอง 2 กลุ่มมีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่ากลุ่มทดลองมีความรู้เดิมไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 17.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 5.10 กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 18.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 5.33

หลังจากการทดสอบพบว่ากลุ่มทดลอง 2 กลุ่มมีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่ากลุ่มทดลองมีความรู้เดิมไม่แตกต่างกัน จึงได้ดำเนินการต่อไป ดังตารางที่ 8-10

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 รูปแบบ จะมีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (t-test dependent) ของคะแนนความ สามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนและคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test dependent) คะแนนเต็ม 45 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง		n	($\overline{X}$)	S.D.	t-test	Sig.
กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่	ก่อนเรียน	20	17.65	5.10	-3.907	.001*
	หลังเรียน		21.67	6.67		
กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว	ก่อนเรียน	20	18.02	5.33	-8.187	.000*
	หลังเรียน		24.76	4.79		

*p<.05

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียน และคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 17.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 5.10 และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความ สามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 21.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความ สามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 6.67 กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 18.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้าน

มิติสัมพันธ์ก่อนเรียนเท่ากับ 5.33 และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 24.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 4.79

การทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (t-test independent) ของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (t-test independent) คะแนนเต็ม 45 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง		n	($\overline{X}$)	S.D.	F	Sig.
กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่	หลังเรียน	20	21.67	6.67	1.187	.101
กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว		20	24.76	4.79		

p<.05

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่และรูปแบบเคลื่อนไหวมีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 21.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 6.67 กลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยของคะแนน

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 24.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 4.79

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเวลา (นาที) ในการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำแตกต่างกัน จำแนกตามระดับความยากง่าย 4 ระดับ

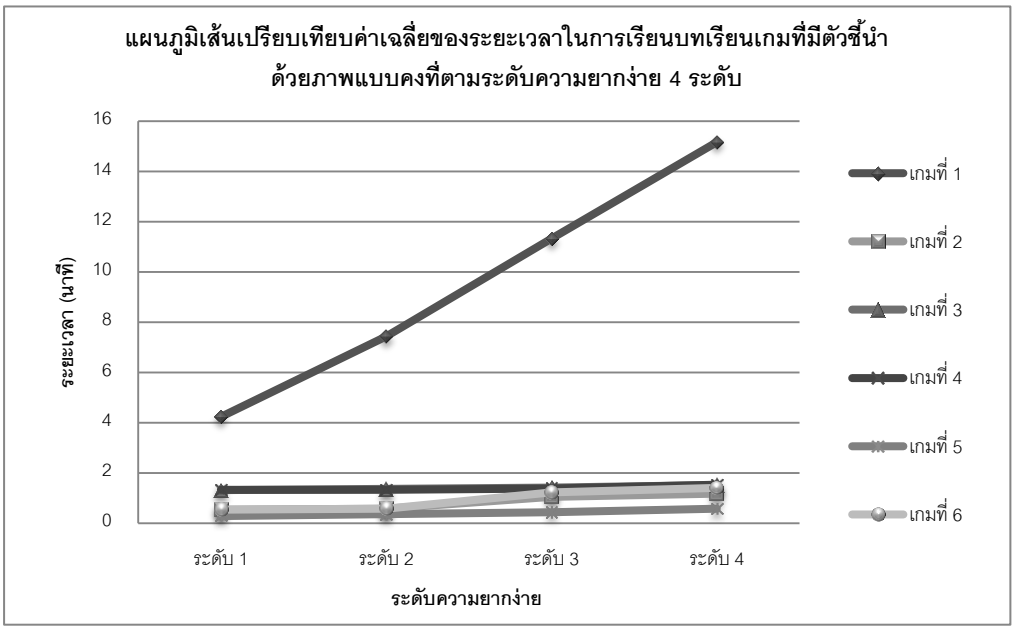
กลุ่มตัวอย่าง	บทเรียนเกม	n	ระยะเวลาในการเรียน (นาที)									
			ระดับความยากง่าย									
			ระดับ 1		ระดับ 2		ระดับ 3		ระดับ 4		รวม	
			($\overline{X}$)	S.D.	($\overline{X}$)	S.D.	($\overline{X}$)	S.D.	($\overline{X}$)	S.D.	($\overline{X}$)	S.D.
กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่	เกมที่ 1	20	4.24	1.35	7.44	1.44	11.34	2.14	15.17	2.40	9.55	1.83
	เกมที่ 2		0.54	0.12	0.58	0.08	1.05	0.11	1.18	0.13	1.24	0.11
	เกมที่ 3		1.32	0.26	1.37	0.31	1.42	0.38	1.53	0.34	1.41	0.32
	เกมที่ 4		1.34	0.54	1.33	0.39	1.39	0.43	1.54	0.50	1.40	0.47
	เกมที่ 5		0.29	0.10	0.37	0.07	0.44	0.15	0.58	0.12	0.42	0.11
	เกมที่ 6		0.54	0.15	0.59	0.14	1.23	0.27	1.41	0.32	1.34	0.22
	$\sum\overline{X}$		8.27	2.52	12.08	2.43	17.27	3.48	21.41	3.81	15.36	3.06
กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว	เกมที่ 1	20	3.43	1.16	6.32	1.40	9.12	1.46	13.13	1.42	8	1.36
	เกมที่ 2		0.49	0.14	0.58	0.08	1.02	0.15	1.13	0.17	1.21	0.14
	เกมที่ 3		1.31	0.27	1.32	0.28	1.34	0.38	1.45	0.45	1.36	0.35
	เกมที่ 4		0.53	0.09	1.05	0.16	1.22	0.35	1.42	0.39	1.06	0.25
	เกมที่ 5		0.28	0.07	0.37	0.09	0.43	0.10	0.58	0.19	0.42	0.11
	เกมที่ 6		0.45	0.06	0.48	0.05	0.54	0.11	1.14	0.15	1.05	0.09
	$\sum\overline{X}$		6.49	1.79	10.12	2.06	14.07	2.55	19.25	2.77	13.10	2.30

จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการเรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน และมีระดับความยากง่าย 4 ระดับ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวใช้ระยะเวลาในการเรียนน้อยกว่าแบบคงที่ทุกระดับความยากง่าย ดังแผนภูมิที่ 1,2 และ 3 หากพิจารณาในรายละเอียดของแต่ละระดับ มีรายละเอียดดังนี้

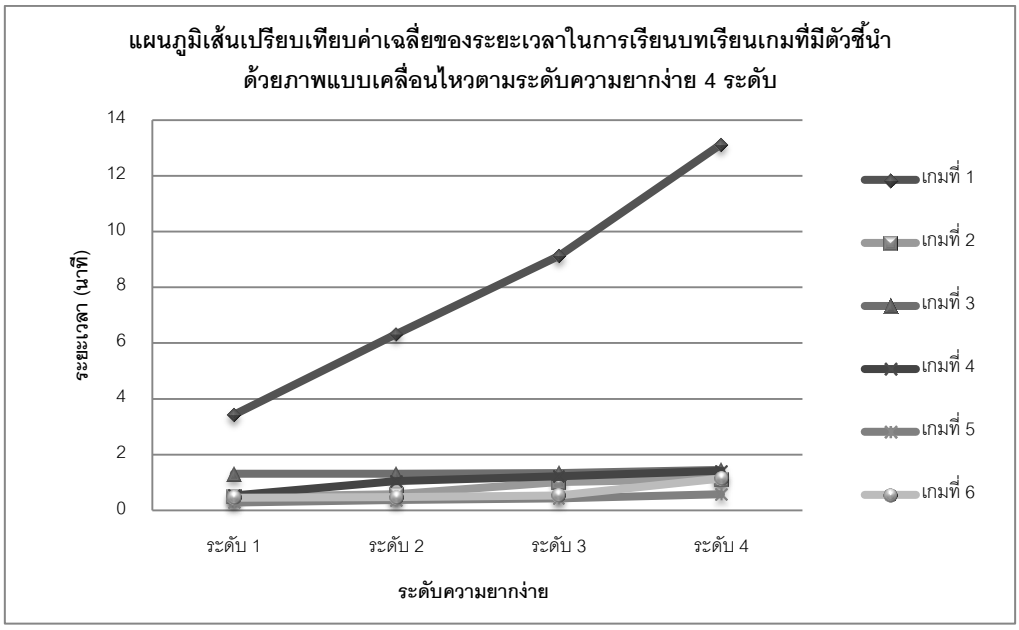
ในระดับความยากง่ายระดับ 1 กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ 6 เกม ใช้เวลาในการเรียนน้อยที่สุด 3 ลำดับแรกคือ บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ และบทเรียนเกมที่ 3 ทายด้านตรงข้ามลูกบาศก์ตามลำดับ กลุ่มที่เรียนด้วยตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวใช้เวลาในการเรียนน้อยที่สุด 3 ลำดับแรกคือ บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ และบทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา ตามลำดับ ส่วนบทเรียนเกมที่ใช้เวลาในการเรียนมากที่สุดของการเรียนทั้ง 2 แบบคือ บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ

ในระดับความยากง่ายระดับ 2,3 และ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ 6 เกม ใช้เวลาในการเรียนน้อยที่สุด 3 ลำดับแรกคือ บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา และบทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ ตามลำดับ กลุ่มที่เรียนด้วยตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวใช้เวลาในการเรียนน้อยที่สุด 3 ลำดับแรกคือ บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ และบทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา ตามลำดับ ส่วนบทเรียนเกมที่ใช้เวลาในการเรียนมากที่สุดของการเรียนทั้ง 2 แบบคือ บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ

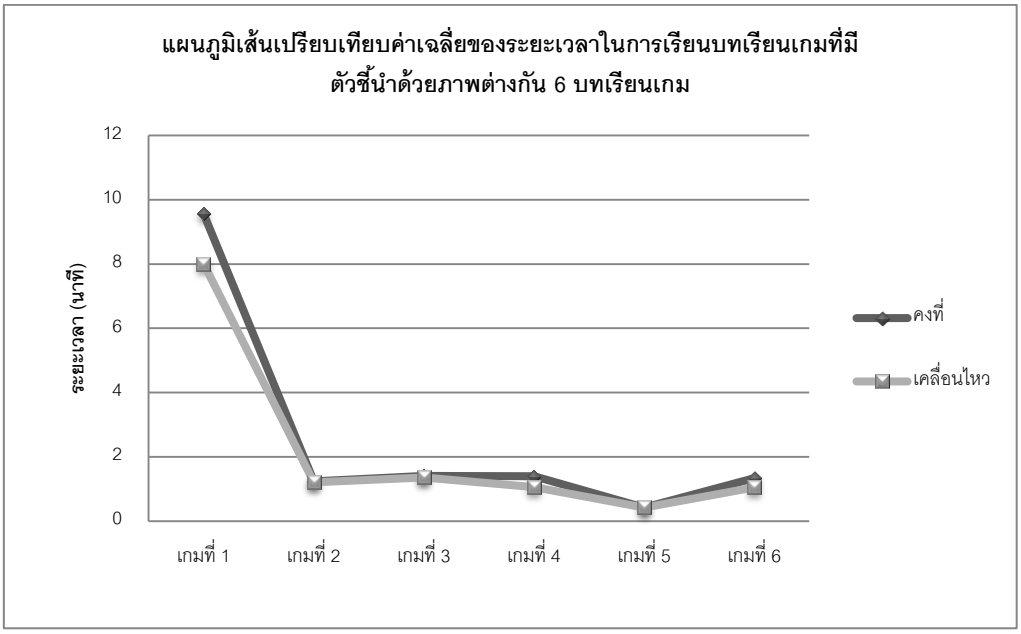
แผนภูมิที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่จำแนกตามระดับความยากง่าย 4 ระดับ



แผนภูมิที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวจำแนกตามระดับความยากง่าย 4 ระดับ



แผนภูมิที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน 6 บทเรียนเกม



บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาผลการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน 3) เพื่อเปรียบเทียบเวลาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่เรียนบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน และมีระดับความยากง่ายต่างกัน 4 ระดับ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากผู้เรียนที่มีคะแนนการความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่อยู่ในช่วงตั้งแต่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1- 33 เข้ากลุ่มทดลองแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ซึ่งประกอบด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 รูปแบบ ได้แก่ ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ ในทุกระดับความยากง่ายของบทเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวใช้ระยะเวลาในการเรียนน้อยกว่าแบบคงที่

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อศึกษาผลของตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huk, Steinke & Floto (2003) ที่พบว่าการใช้ตัวชี้นำนั้นมีผลต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน จากการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพทั้ง 2 แบบ ในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมนั้นช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Beck (1984), Masakura (2005) และ ปิติชาย ตันปิติ (2536) ที่พบว่าตัวชี้นำช่วยให้เกิดความเข้าใจของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้นและช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในสิ่งที่ผู้สอนต้องการเน้นให้เห็นส่วนที่เป็นสาระสำคัญเพื่อเพิ่มความเข้าใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่ต้องการการอธิบายและสิ่งที่จะมาสนับสนุนเพิ่มเติมให้เกิดความเข้าใจ Khooshabeh & Hegarty (2010) พบว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงย่อมมีโครงสร้างความสามารถในการจินตนาการสูง แต่นักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำย่อมต้องมีโครงสร้างความสามารถในการจินตนาการต่ำ เนื่องจากไม่สามารถเชื่อมโยงรูปภาพ

รูปทรง ที่มีลักษณะที่ซับซ้อนมากเกินไปได้ ซึ่งอาจเกี่ยวกับลักษณะการรับรู้ภาพ (Visual Perception) สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำแล้วต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแยกและรวมเข้าด้วยกันในมุมมองต่างๆ ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นจุดที่เป็นสาระสำคัญที่เน้นเด่นชัดเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้มีการใช้ตัวชี้นำ 2 แบบ คือ แบบคงที่ (Static Visual Cue) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Visual Cue)ในบทเรียนเกมทั้ง 6 บทเรียนเกม ดังนี้ บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ ตัวชี้นำแบบคงที่ คือ แสดงเส้นรอบรูปในบริเวณที่เป็นเส้นแบ่งชิ้นส่วนต่างๆ ในขณะที่ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวคือ การกระพริบและมีแสงสว่างขึ้นมาบริเวณที่เป็นเส้นแบ่งชิ้นส่วนต่างๆ บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา ตัวชี้นำแบบคงที่คือ แสดงการประกอบรูปทรงต่างๆ ใช้ลูกศรและสีเข้ามาประกอบ ส่วนตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวคือ แอนิเมชั่นประกอบภาพเป็นรูปทรงต่างๆ ทั้ง 2 บทเรียนนี้จะช่วยพัฒนาความสามารถด้าน Visualization ซึ่งเป็นความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงที่มีการเคลื่อนที่ บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ ตัวชี้นำแบบคงที่คือ ภาพแสดงการคลี่ลูกบาศก์ให้เห็นด้านตรงข้าม ส่วนตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวคือ แอนิเมชั่นหมุนลูกเต๋าให้เห็นในแต่ละด้าน ซึ่งบทเรียนนี้จะช่วยพัฒนาความสามารถด้าน Spatial Relations เป็นความสามารถในการเข้าใจและรับรู้ความสัมพันธ์ของรูปร่างรูปทรงจากตำแหน่งที่แตกต่างกัน บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ ตัวชี้นำแบบคงที่คือ แสดงสีที่แตกต่างในรูปร่างที่ใกล้กับคำตอบ ในขณะที่ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวคือ การกระพริบที่เส้นให้เห็นในด้านใดด้านหนึ่งของคำตอบ บทเรียนที่ 4 นี้ช่วยในการพัฒนาความสามารถด้าน Closure Flexibility ความสามารถในการค้นหาและระบุรูปร่างที่ถูกซ่อนอยู่ในรูปแบบภาพที่ซับซ้อน บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา ตัวชี้นำแบบคงที่คือ แสดงสีเส้นให้เห็นต่อจากภาพที่กำหนดให้มา ส่วนตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวคือ การกระพริบที่เส้นให้เห็นต่อจากภาพที่กำหนดให้มา บทเรียนนี้ช่วยพัฒนาความสามารถด้าน Closure Speed ซึ่งเป็นความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูดปิดบังบางส่วน และบทเรียนเกมที่ 6 ไขวิเศษ ตัวชี้นำแบบคงที่คือ แสดงสีเส้นเน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ที่ต้องหา และตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวคือ การกระพริบของแสงเน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ที่ต้องหา บทเรียนเกมสุดท้ายเป็นบทเรียนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในด้าน Perceptual Speed ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว

จะเห็นได้ว่า เมื่อนักเรียนเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพทั้ง 2 แบบ แล้วมีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้น

แสดงว่าตัวชี้นำด้วยภาพนั้นมีส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ลักษณะการรับรู้ภาพต่างๆ การมโนภาพรูปร่างรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนที่ รวมถึงการเชื่อมโยงรูปภาพต่างๆ ให้ดีขึ้นได้

2. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน 2 แบบ มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการพิจารณาสาเหตุที่ทำให้คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน เนื่องจากบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพทั้ง 2 แบบ นั้นช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำมีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งมีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ และกลุ่มทดลองที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 24.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.79 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ ที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนเท่ากับ 21.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.67 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการระหว่างการทำแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำแบบคงที่และแบบเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการ คิดเป็นร้อยละ 25.53 และ 43.17 ตามลำดับ หากพิจารณาคะแนนพัฒนาการเป็นรายบุคคล เมื่อเทียบกับคะแนนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งระดับชั้นจำนวน 640 คน พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่มีคะแนนพัฒนาการที่สูงขึ้นจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 โดยกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นจัดอยู่ในคะแนนของกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระดับสูงจำนวน 4 คน กลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นจัดอยู่ในคะแนนของกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระดับกลางจำนวน 3 คน และกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นและมีแนวโน้มคะแนนใกล้เคียงกับคะแนนของกลุ่มที่มี

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระดับกลางจำนวน 1 คน ส่วนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวที่มีคะแนนพัฒนาการที่สูงขึ้นจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 โดยกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นจัดอยู่ในคะแนนของกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระดับสูงจำนวน 7 คน กลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นจัดอยู่ในคะแนนของกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระดับกลางจำนวน 6 คน และกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นและมีแนวโน้มคะแนนใกล้เคียงกับคะแนนของกลุ่มที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระดับกลางจำนวน 3 คน จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่ถึงหนึ่งเท่าเมื่อเปรียบเทียบจำนวนคนระหว่างกลุ่มนักเรียน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง หน้า 138)

แม้ว่างานวิจัยนี้พบว่าเมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกัน แต่หากพิจารณาเป็นรายบทเรียนเกมที่มีด้วยกันทั้งหมด 6 บทเรียนเกมที่มาจากองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 5 ด้านนั้น ในบทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติเป็นบทเรียนที่พัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้าน Visualization ซึ่งเป็นความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงที่มีการเคลื่อนที่ที่ปรากฏในบทเรียนเกมที่ 1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวและแบบคงที่มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง หน้า 138) โดยนักเรียนที่เรียนด้วยตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวนั้นมีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยตัวชี้นำแบบคงที่ ในบทเรียนเกมอื่นๆ ก็เช่นกัน นักเรียนที่เรียนด้วยตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวนั้นมีค่าคะแนนความสามารถมิติสัมพันธ์โดยเฉลี่ยมีแนวโน้มคะแนนที่สูงกว่าแบบคงที่ และจากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมขณะนักเรียนเรียนบทเรียนเกมและสอบถามความคิดเห็นพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้นส่วนใหญ่มีความสนุกสนานกับการเรียนบทเรียนเกมเช่นกัน โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวส่วนใหญ่กล่าวว่าบทเรียนเกมช่วยให้ได้เรียนรู้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องรูปสองมิติและสามมิติ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยตัวชี้นำแบบคงที่ส่วนใหญ่กล่าวว่าต้องใช้เวลาในการเรียนนานและบทเรียนเกมมีความยากกว่าจะผ่านแต่ละระดับความยากง่าย แต่ก็ได้เรียนรู้เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน จะเห็นได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว สามารถดึงดูงความสนใจและระยะเวลาในการเรียนน้อยกว่า เช่น ในบทเรียนเกมที่ 6

ไข่วิเศษ ซึ่งพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้าน Perceptual Speed เป็นความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว โดยตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวจะแสดงแสงกระพริบ เน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ ในขณะที่บทเรียนที่มีตัวชี้ด้วยภาพแบบคงที่จะแสดงสีเส้น เน้นให้เห็นรายละเอียดของไข่ ซึ่งค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 2 ตัวชี้นำแบบคงที่ เท่ากับ 1.34 นาที ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 2 ตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหว เท่ากับ 1.05 นาที

จะเห็นว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนแบบเคลื่อนไหวนั้นใช้ระยะเวลาได้เร็วกว่า จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าถึงแม้งานวิจัยนี้พบว่าเมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่สูงกว่า เวลา และจากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนนั้นก็แสดงให้เห็นว่า บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวนั้นน่าจะเหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ โดยเฉพาะในองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้าน Visualization ซึ่งถือว่าความสามารถด้านนี้เป็นด้านที่มีความสำคัญมากที่สุดและเป็นพื้นฐานของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Prieto & Velasco, 2009)

3. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพ 2 แบบ ในทุกระดับความยากง่ายของบทเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวใช้ระยะเวลาในการเรียนน้อยกว่าแบบคงที่ และใช้เวลามากที่สุดในระดับ 4 โดยมีลักษณะของตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว ทั้งแบบเคลื่อนไหวรูป กระพริบ และหมุนด้วยภาพ ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนนั้นเข้าใจได้ง่ายและเร็วกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำที่ต้องการตัวชี้แนะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ Oostendorp, Beijersbergen & Solaimani (2008) ที่พบว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำจะเรียนได้ดีมากที่สุดเมื่อเรียนรู้ด้วยการดูภาพเคลื่อนไหวที่เน้นจุดสำคัญในการเคลื่อนไหว โดยกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการดูภาพที่มีตัวชี้แบบคงที่จะใช้ระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมน้อยที่สุด 3 อันดับแรก คือ บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถมิติสัมพันธ์ด้าน Closure Speed ความสามารถในการระบุรูปแบบภาพที่ถูกปิดบัง

บางส่วน มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 0.42 นาที บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา พัฒนาความสามารถมิติสัมพันธ์ด้าน Visualization ความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงที่มีการเคลื่อนที่ มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 1.24 นาที และบทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ ซึ่งบทเรียนนี้ช่วยพัฒนาความสามารถมิติสัมพันธ์ด้าน Perceptual Speed ความสามารถในการรับรู้ภาพด้วยความเร็ว มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 1.34 นาที ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวนั้นจะใช้เลาในการเรียนบทเรียนเกมน้อยที่สุด 3 อันดับแรก คือ บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 0.42 นาที บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 1.05 นาที และบทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 1.21 นาที ตามลำดับ

ส่วนบทเรียนเกมที่ใช้เวลาในการเรียนมากที่สุดของการเรียนทั้ง 2 แบบคือ บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ โดยเป็นบทเรียนที่พัฒนาความสามารถมิติสัมพันธ์ด้าน Visualization เป็นความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงที่มีการเคลื่อนที่ บทเรียนที่มีตัวชี้นำแบบคงที่มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 8 นาที ส่วนบทเรียนที่มีตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาเท่ากับ 9.55 นาที

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพทั้ง 2 แบบ มีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงขึ้น จึงกล่าวได้ว่า การใช้ตัวชี้นำด้วยภาพทั้งแบบคงที่และแบบเคลื่อนไหวสามารถช่วยพัฒนาความสามารถมิติสัมพันธ์ให้กับกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ ดังนั้นในการผลิตบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำจำเป็นจะต้องพิจารณาการใช้ตัวชี้นำเป็นสำคัญ โดยเฉพาะในช่วงจังหวะที่แสดงการประกอบภาพ หมุนภาพ ทั้งในแบบรูปสองมิติและสามมิติ และการเน้นรายละเอียดของภาพเพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน

2. จากผลการวิจัยครั้งนี้แม้พบว่าเมื่อเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแตกต่างกัน มีผลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการเป็นรายบุคคลพบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวมีคะแนนพัฒนาการที่สูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80 ในขณะที่กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่มีคะแนนพัฒนาการที่สูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 40 และเมื่อพิจารณาจากระยะเวลา

เรียน นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวใช้ระยะเวลาในการเรียนน้อยกว่าแบบคงที่จึงกล่าวได้ว่า บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวนั้นเหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับนักเรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. รูปแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือการผสมผสานระหว่างเกมผจญภัยและแบบฝึกหัดเพื่อฝึกทักษะ โดยส่วนใหญ่เป็นการเลือกตอบ ซึ่งในงานวิจัยครั้งต่อไปควรมีการออกแบบให้เป็นบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมรูปแบบอื่นที่ดึงดูดความสนใจนักเรียน เช่น แบบมีสถานการณ์ปัญหา แบบจำลองสถานการณ์

2. ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่าองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้านที่นักเรียนมีการใช้ระยะเวลามากที่สุดและมีคะแนนดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนที่มีตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหวคือ องค์ประกอบด้าน Visualization ซึ่งเป็นความสามารถในการมโนภาพรูปร่างรูปทรงที่มีการเคลื่อนที่ โดยในการวิจัยครั้งต่อไปควรจะมีการศึกษาตัวชี้นำแบบเคลื่อนไหวให้มีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การหมุนและประกอบภาพ รวมทั้งการซูมเข้าหาในจุดที่สำคัญไปพร้อมๆ กัน ให้มีลักษณะของการเคลื่อนไหวที่สมจริงมากขึ้น

3. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมในแบบการควบคุมบทเรียนโดยโปรแกรม (Program Control) ตามองค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 5 ด้าน และระดับความยากง่ายของเกม ไม่ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนเองได้ ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาลักษณะบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถควบคุมบทเรียนเองได้ (Learner Control)

4. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำในรายวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดนตรีศึกษา และศิลปศึกษา

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิดานันท์ มลิทอง. 2548. เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้. 2543. ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จรูญ มุ่งการนา. 2520. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร.

ซ่อนกลิ่ม เรืองยังมี. 2552. ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้แบบทักษะการปฏิบัติตามแนวคิดของเดวีส์ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ณัฐกร สงคราม. 2553. การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541. หลักการออกแบบและการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Multimedia Tool Book. กรุงเทพฯ : วงกลมโพรดักชั่น.

ทองห่อ วิภาวิน. 2523. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุญชม ศรีสะอาด. 2513. ศึกษาแบบต่างๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการ ประสานมิตร.

บุญชู บุญลิขิตศิริ. 2548. ผลของรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนในการฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบุคลากรศูนย์ฝึกอบรมและควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2551. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.

ประพิมพ์พักตร์ พละพงศ์. 2550. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กปฐมวัยในการทำกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ด้วยกระดาษเส้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิชาการศึกษาปฐมวัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ปิติชาย ตันปิติ. 2536. ผลของตัวชี้นำ 3 แบบ ที่มีต่อความสามารถในการอ่านแบบภาพฉายของนักเรียนที่มีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เปรื่อง กุมุท. 2519. การวิจัยนวกรรมและสื่อการสอน. อัดสำเนา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พรพิมล รอดเคราะห์. 2550. ผลของรูปแบบของการให้ผลป้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภูษิต ทองแป้น. 2538. ผลของการใช้ตัวชี้นำในรายการโทรทัศน์การสอนต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความถนัดทางการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วรวรรณ เหมชะญาติ. 2536. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของกาเย่ที่มีต่อความสามารถในการรับรู้ทางด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กก่อนวัยเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิเชียร เกตุสิงห์. 2530. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ศรีเรือน แก้วกังวล. 2549. จิตวิทยาพัฒนาการชีวิตทุกช่วงวัย (เล่ม 1). พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541. เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

ล้วน สายยศ. 2543. มิติสัมพันธ์สำคัญไฉน. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 มกราคม-เมษายน : 21-27.

สน วัฒนสิน. 2550. ผลของการสอนวิชาภาพพิมพ์โดยใช้โมเดลซิปปาที่มีต่อความถนัดทางศิลปะ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรมของนักศึกษาสาขาวิชาศิลปศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สมศักดิ์ สินธุระเวญ์. 2550. แบบทดสอบความถนัด GAT (GENERAL APTITUDE TEST) SAT (STANDARD APTITUDE TEST). กรุงเทพฯ : เดอะบุคส์.

สุจิรา มุสิกะเจริญ. 2542. การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ วัฒนไพโรจน์. 2539. ผลของประเภทตัวชี้นำในหนังสือการ์ตูนเรื่องที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุธน สิทธิวิชชาพร. 2532. ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิชาเอกการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2552. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอื้ออารี ทองพิทักษ์. 2546. ทักษะพื้นฐานทางมิติสัมพันธ์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการวาดภาพต่อเติม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ภาษาอังกฤษ

Alessi, S. 1989. Learner control of review in Computer assisted instruction within a military training environment. ERIC.

Alessi, M.S. and Trollip,R.S. 2001. Multimedia for Learning : Methods and Development. 3rd ed.Boston: Allyn and Bacon.

Allen, G. L., Kirasic, K. C., Dobson, S. H., Long, R. G., & Beck, S. (1996). Predicting environmental learning from spatial abilities : An indirect route. Intelligence, 22, 327–355.

Anastasi, A. 1958. Differential Psychology. Macmillan. New York.

Bakker, M. 2008. Spatial Ability in Primary School: Effects of the Tridio Learning Material. Master's Thesis of Psychology, Faculty of Behavioral Sciences, University of Twente, Enschede, The Netherlands.

Beck, C.R. 1984. Visual Cueing Strategies : Pictorial, Textual and Combinational Effects. ECTJ 32 (Winter): 207-216.

Bloom, B.S. 1964. Stability and Change in Human Characteristics. New York : Wiley.

Carroll, J.B. 1993. Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. USA: Cambridge University Press.

Cohen, C,A. & Hegarty, M. 2008. Spatial Visualization Training Using Interactive Animation. Conference on Research and Training in Spatial Intelligence. Sponsored by National Science Foundation, Evanston, IL. June 13-15.

Donohue, S.K. 2010. Visual Spatial Abilities Overview.[online]. Available from : http://www.readbag.com/tcnj-sdonohue-spatial-ability-overview. [2011, January 30].

Dwyer, F.M. 1978.Strategies for Improving Visual Learning. State College, Pennsylvania: Learning Services.

Ekstrom, R. B., French, J.W., & Harman, H. H., & Dermen, D. 1976. Manual for kit of factor-referenced cognitive tests. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Elliot, J. & Smith, I.M. 1983. An International Dictionary of Spatial Tests. Windsor. United Kingdom : NFER-Nelson.

Feng, J., Sprence, I., & Pratt, J. 2007. Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. Psychological Science, 18(10), 850-855.

Fleming, M.L. and W. Howard Livie. 1979. Instructional Message Design Principle from the Behavioral Science. Indiana University.

Gardner, H. 1983. Frames of Mind : The Theory of Multiple Intelligences. New York : Basic Books.

Guilford, J.P.,& Lacey, J.I. (Eds) 1947. Printed classification tests. AAF aviation psychology research program reports (No.5). Washington, DC:GPO.

Harle, M. & Towns, M. 2011. A review of Spatial Ability Literature, Its Connection to Chemistry, and Implications for Instruction. Journal of Chemical Education, 88(3) : 351-360.

Hegarty, M., & Waller, D. 2005. Individual differences in spatial abilities. In P. Shah & A. Miyake (Eds.). The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking. Cambridge University Press: 121-169.

Huk, T , Steinke, M. & Floto,C. 2003. The Educational Value of Cue in Computer Animations and Its Dependence on Individual Learner Abilities. Proceedings of ED-MEDIA : 2658-2661.

J. Park et al. 2010. 3D simulation technology as an effective instructional tool for enhancing spatial visualization skills in apparel design, International Journal of Technology and Design Education. Volume 21, Number 4, November 2011: 505-517(13).

Kalogirou, P & Gagatsis. A. 2011. A First Insight of the Relationship between Students' Spatial Ability and Geometrical Figure Apprehension. Acta Didactica Universitatis Comenianae Mathematics, Issue 11 : 27-39.

Khooshabed & Hegarty. 2010. Representations of Shape during Mental Rotation. University of California, Santa Barbara, Department of Psychology Santa Barbara, CA.

Leith, G.O.M. 1966. Handbook of Program Learning. Birmingham : University of Birmingham Edgbaston.

Lohman, D.F. 1988. Spatial abilities as traits, process and knowledge. In R.J. Sternberg (Ed.), Advances in the psychology of human intelligence,Vol.40:

181- 248. Hilsdale, NJ: Erlbaum.

Malone, T. 1980. What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games. Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL symposium and the first SIGPC symposium on Small systems. New York, NY, USA, 162-169.

Malone, T. 1981. Toward a theory of intrinsically motivating instruction. Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal, 5(4): 333-369.

Masakura, Y. et al. 2005. Visual Cues for Helping People to Focus Important Information on a Visual Display: an Evaluation Using Subjective Measure. Institute for Human Science and Biomedical Engineering, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan.

McGee, M. G. 1979. Human spatial abilities: Sources of sex differences. New York: Praeger.

Mohler, J.L. 2001. Using Interactive Multimedia Technologies to Improve Student Understanding of Spatially-Dependent Engineering Concepts. Graphicon 2001 Conference on Computer Geometry and Graphics, Nizhny Novgorod, 292-300.

Norman, K. L. 1994. Spatial visualization - a gateway to computer-based technology, Journal of Special Education Technology, vol. XII, no. 3 : 195–206.

Norman, K. L. (2000). Interface Apparency and Manipulatability : Cognitive Gateways Through Spatial Visualization Barrier in Computer-Based Technologies [Online]. Available from : http://www.lap.umd.edu/lapfolder/nsfia/proposal.html. [2011, February 17].

Oostendorp, H.V.,Beijersbergen, M.J. & Solaimani, S. 2008. Conditions for Learning from Animations. In Proceedings of ICLS (2), 438-445.

Prensky, M. 2001. Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill.

Prieto G. & Velasco, A,D. 2009.Does spatial visualization ability improve after studying technical drawing?. International Journal of Methodology, Vol.44, Issue 5 : 1015-1024.

Smith, G. 2001. Interaction Evokes Reflection: Learning Efficiency in Spatial Visualization. In C. Montgomerie & J. Viteli (Eds.), Proceedings of World

Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications.

Sorby, S.A. 1999. Developing 3-D Spatial Visualization Skills. Engineering Design Graphics Journal, Vol 63 Number 2 : 21-32.

Sorby, S. A. & Veurink, N. L. 2010. Long-term Results from Spatial Skills Intervention among First-Year Engineering Students. Proceeding of the 65th Midyear Meeting of the Engineering Design Graphics Division of ASEE, Houghton, MI.

Strong, S., & Smith, R. 2002. Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics. Journal of Industrial Technology,18(1) : 1–6.

Taber, Julinan, I., Glaser, R. and Schaefer, H.H. 1965. Learning and Programmed Instruction. New York : Addison-Wesley.

Thurstone, L.L. 1950. Some Primary Abilities in Visual Thinking. Psychometric Laboratory Research Report No.59, University of Chicago Press, Chicago.

Zavotka, S.L. 1987. Three-Dimensional Computer Animated Graphics: A Tool for Spatial Skill Instruction. ECTJ, VOL 35, NO.3 : 133-144.

Winn, W.D., and Holliday, W.G. 1981. Learning from Diagrams: Theoretical and Instructional Considerations. Paper Presented at the Annual Convention of The AECT, Philadelphia, P.A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

1. อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม
   อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์
2. อาจารย์อรุณี เร้าอรุณ
   อาจารย์โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. อาจารย์ณัฏฐ์ชมัย ธีรเจนจินดา
   อาจารย์โรงเรียนสิริธรราชวิทยาลัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
4. อาจารย์ ดร.นาถวดี นันทาภินัย
   อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
5. อาจารย์ ดร.นภาภรณ์ ยอดสิน
   อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา
6. อาจารย์ ดร.กนกพร ฉันทนารุ่งภักดิ์
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

1. อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม
   อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.จงกล ทำสวน
   อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์
3. อาจารย์อรุณี เร้าอรุณ
   อาจารย์โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

- โครงเรื่องบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม
- แผนภูมิเส้นทางการเดินเรื่อง (Flowchart)

โครงร่างบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

เรื่อง : TREASURE ISLAND

โครงเรื่อง

การผจญภัยไปหาขุมทรัพย์ในหมู่เกาะที่หายไปพร้อมกับกลุ่มโจรสลัดที่มีชื่อเสียงกลุ่มหนึ่ง ซึ่งได้สะสมสมบัติไว้มากมายในหมู่เกาะต่างๆ เหล่าโจรสลัดได้ออกเรือไปล่าสมบัติอีกครั้ง และนับป็นครั้งสุดท้ายที่มีคนเคยเห็นพวกเขา หลังจากนั้นเป็นต้นมาก็ไม่มีใครเคยพบเจอพวกเขา รวมทั้งสมบัติอีกเลย ผู้คนต่างพากันตามหาสมบัติเหล่านั้นแต่ไม่พบ จนกระทั่งกลุ่มเด็กกลุ่มหนึ่งได้มาเจอจดหมายที่ลอยมากับขวด ซึ่งข้อความในจดหมายได้บอกไว้เกี่ยวกับแผนที่หมู่เกาะขุมทรัพย์ เหล่าเด็กๆ ต่างตื่นเต้นและอยากออกเดินทางไปเป็นนักผจญภัยล่าสมบัติ โดยนักผจญภัยจะต้องหาแผนที่ที่ถูกแยกออกเป็น 4 ชิ้นส่วนและแต่ละชิ้นส่วนนั้นถูกเก็บไว้ในห้อง 4 ห้องในซากเรือท้ายเกาะ ซึ่งเหล่านักผจญภัยจะต้องผ่านแต่ละห้อง ซึ่งมีฉากต่าง ๆ ดังนี้

ห้องที่ 1 ฉากห้องเอเชียสไตล์ สอนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

ห้องที่ 2 ฉากห้องน้ำแข็ง สอนเกี่ยวกับหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ห้องที่ 3 ฉากห้องป่าเขตร้อน สอนเกี่ยวกับการอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติกับสองมิติ

ห้องที่ 4 ฉากห้องอียิปต์โบราณ สอนเกี่ยวกับการอธิบายภาพสองมิติ ที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง หรือด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ

นักผจญภัยจะต้องได้แผนที่แต่ละชิ้นส่วนมาต่อเป็นแผนที่ขุมทรัพย์ที่สมบูรณ์ ซึ่งแผนที่นี้จะนำพานักผจญภัยล่าสมบัติเริ่มผจญภัยไปในหมู่เกาะขุมทรัพย์ทั้ง 4 เกาะ ได้แก่ เกาะป่าเขตร้อน (Tropical Jungle Island) เกาะอียิปต์ (Egyptian Island) เกาะเอเชียสไตล์ (Asian Island) และเกาะน้ำแข็ง (Ice Island) โดยในแต่ละเกาะก็จะประกอบไปด้วย 6 ฉากที่นักผจญภัยล่าสมบัติจะต้องผ่านไปให้ได้เพื่อพิชิตขุมทรัพย์ตามที่ต้องการ ซึ่ง 6 ฉากนั้นเป็นบทเรียนเกม 6 บทเรียน ดังนี้

บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ

บทเรียนเกมที่ให้ผู้เรียนต้องประกอบภาพต่างๆ จากรูปเรขาคณิตสองมิติที่มีมาให้ โดยสามารถคลิกหมุนรูปเรขาคณิตสองมิติได้ 360 องศา ซึ่งระดับความยาก-ง่าย จะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 รูปร่าง 6 ชิ้นส่วน

ระดับที่ 2 รูปร่าง 8-10 ชิ้นส่วน

ระดับที่ 3 รูปร่าง 13-15 ชิ้นส่วน

ระดับที่ 4 รูปร่าง 16-20 ชิ้นส่วน

บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา

บทเรียนเกมที่ให้ผู้เรียนจับคู่ท่อนไม้รูปทรงต่างๆ กับกล่องปริศนาที่คลี่ออกมาเป็นลักษณะรูปร่างสองมิติ ซึ่งระดับความยาก-ง่าย จะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 รูปเรขาคณิตพื้นฐาน (ตรง,โค้ง)

ระดับที่ 2 รูปเรขาคณิตที่มีด้านเพิ่มขึ้น

ระดับที่ 3 รูปเรขาคณิตทรงเหลี่ยม ตามแบบตัวอักษร และให้พิจารณาดูสีในแต่ละด้านด้วย

ระดับที่ 4 รูปลักษณะต่างๆ ที่แปลกออกไป และให้พิจารณาดูสีในแต่ละด้านด้วย

บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์

บทเรียนเกมที่ให้ผู้เรียนได้พิจารณาดูลูกเต๋า 3 มิติที่จะหมุนให้ดู แล้วให้ทายว่าด้านที่กำหนดมาให้นั้นอยู่ตรงข้ามกับด้านใด ซึ่งระดับความยาก-ง่าย จะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ จากภาพที่อยู่ในแต่ละด้านของลูกเต๋า ดังนี้

ระดับที่ 1 เป็นรูปร่างเรขาคณิต 2 มิติพื้นฐาน แต่ละด้านแตกต่างกันจากรูปร่างและสี 2 สี

ระดับที่ 2 เป็นรูปภาพต่างๆ แต่ละด้านแตกต่างกันจากรูปภาพสิ่งต่างๆ และสีที่หลากหลาย

ระดับที่ 3 เป็นรูปร่างเรขาคณิต 2 มิติพื้นฐานและตัวอักษร แต่ละด้านแตกต่างกันจากรูปร่างตัวอักษร และสีแตกต่างกัน

ระดับที่ 4 เป็นจุดลักษณะคล้ายลูกเต๋า แต่ละด้านแตกต่างกันจากจำนวนจุดมีสีเดียว

บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ

บทเรียนเกมที่ให้ผู้เรียนได้ค้นหารูปร่างที่มีรูปร่าง ขนาด และทิศทางเดียวกัน ซึ่งซ่อนอยู่ในภาพปริศนาที่ให้มา ซึ่งระดับความยาก-ง่าย จะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 รูปร่างเรขาคณิตพื้นฐาน มีสีโทนเดียวกัน

ระดับที่ 2 รูปร่างของสิ่งของชนิดเดียวกัน และมีสี 2 สี

ระดับที่ 3 รูปร่างของสิ่งของต่างชนิดกัน และมีสีแตกต่างกัน

ระดับที่ 4 รูปร่างที่เป็นนามธรรมและมีสีแตกต่างกัน

บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา

บทเรียนเกมที่ให้ผู้เรียนได้พิจารณาดูว่าภาพปริศนาที่ให้มานั้น เป็นภาพอะไร โดยภาพปริศนานั้นถูกตัดออกไปบางส่วน ซึ่งผู้เล่นต้องพยายามจับรายละเอียดของภาพปริศนาที่มองเห็นว่าเป็นภาพอะไร ระดับความยาก-ง่าย จะแบ่งจากความถี่ของชิ้นส่วนรูปภาพ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ภาพวัตถุที่มีรายละเอียดน้อย

ระดับที่ 2 ภาพวัตถุที่มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น

ระดับที่ 3 ภาพวัตถุที่มีรายละเอียดเพิ่มมากกว่าเดิม

ระดับที่ 4 ภาพวัตถุที่มีรายละเอียดและลวดลายสลับซับซ้อนขึ้น

บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ

บทเรียนเกมที่ให้ผู้เรียนได้เลือกไข่ที่ตกลงมาจากฟ้า ซึ่งไข่แต่ละใบจะมีลวดลายแตกต่างกัน โดยให้ดูรายละเอียดของลวดลายของไข่ต้นแบบที่ให้มา ระดับความยาก-ง่าย จะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 มีสีเดียวกัน

ระดับที่ 2 ไม่มีสี มีแต่โครงสร้างของเส้น ความเร็วเพิ่มมากขึ้น

ระดับที่ 3 มีสีแตกต่างกัน ความเร็วเพิ่มมากขึ้น และมีตัวลวง

ระดับที่ 4 มีสีแตกต่าง ลวดลายที่ซับซ้อนขึ้น ความเร็วเพิ่มมากขึ้น และมีตัวลวง

บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมทั้ง 6 เกมนี้จะแบ่งความยากง่ายออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งถูกแยกไปตามแต่ละเกาะทั้งหมด 4 เกาะตามลำดับที่กล่าวมา

อุปสรรคของบทเรียนเกม

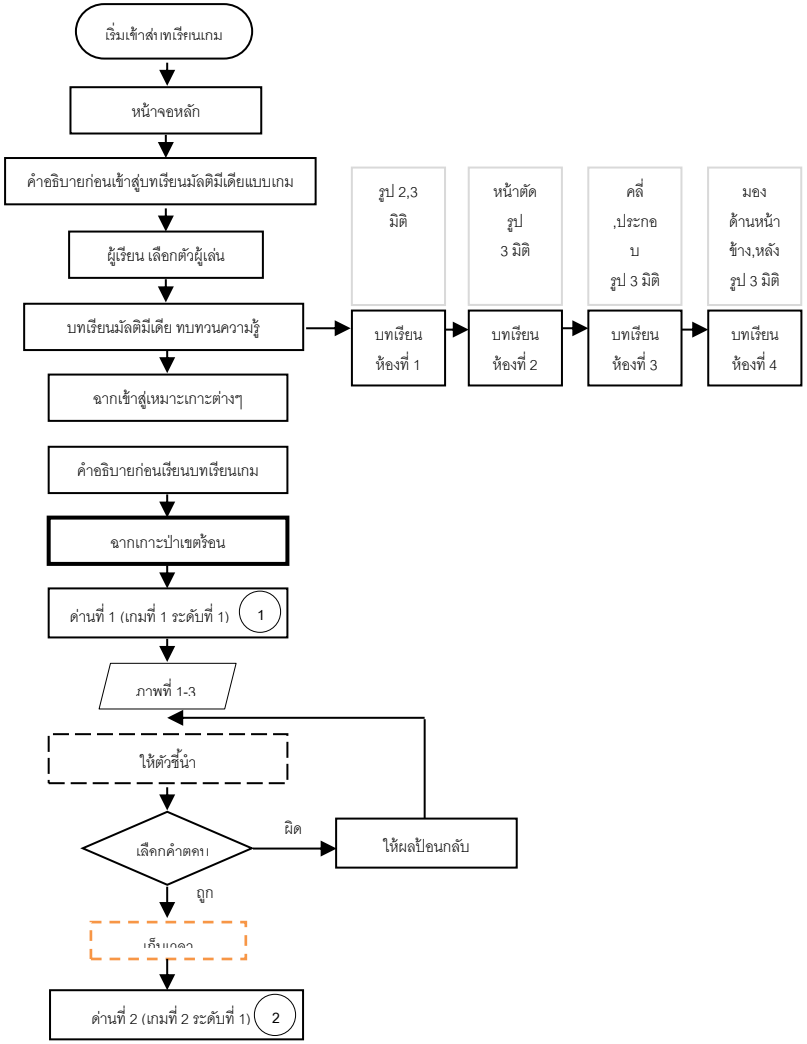
ในระหว่างการผจญภัยของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเผชิญกับอุปสรรคในบทเรียนเกมนี้คือ ปริศนาและโจทย์ต่างๆ ที่จะอยู่ในทุกๆ ช่วงของบทเรียนเกม ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ความสามารถในเรื่องของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ รวมทั้งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เข้ามาแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจำเป็นต้องแก้ไขปัญหาให้ได้จึงจะสามารถผ่านด่านไปยังด่านต่อๆ ไปได้

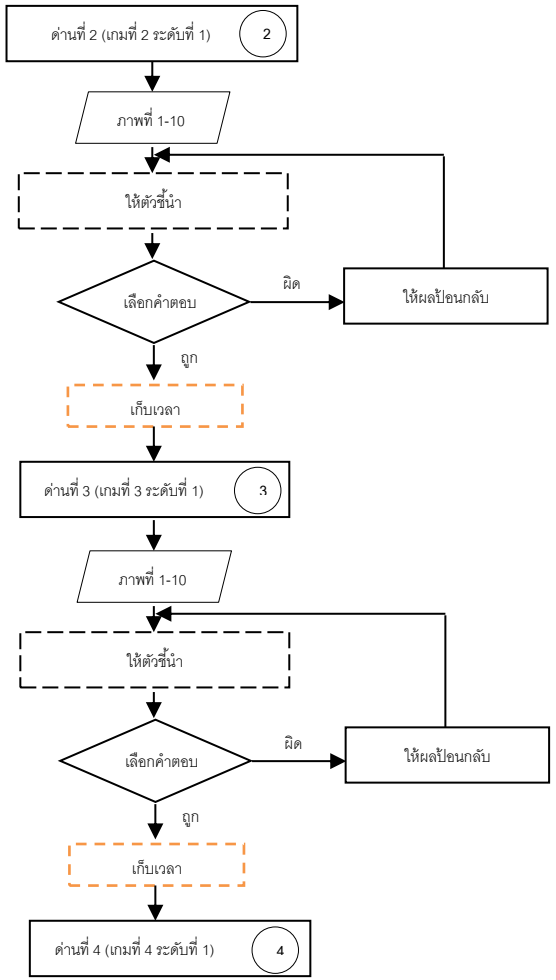
รางวัลของบทเรียนเกม

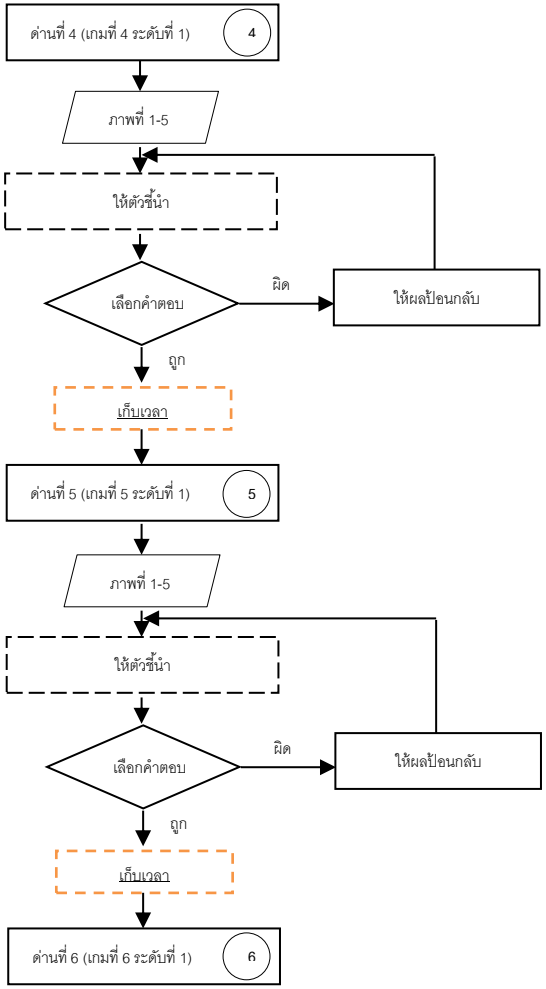
- เสียงปรบมือพร้อมคำชมเมื่อแก้ไขอุปสรรคได้ ซึ่งเป็นรางวัลในขั้นแรก เสียงเหล่านี้ส่งผลต่อจิตใจผู้เรียนในการเพิ่มกำลังใจเป็นสำคัญ โดยสามารถพบได้ทุกฉากของบทเรียนเกม

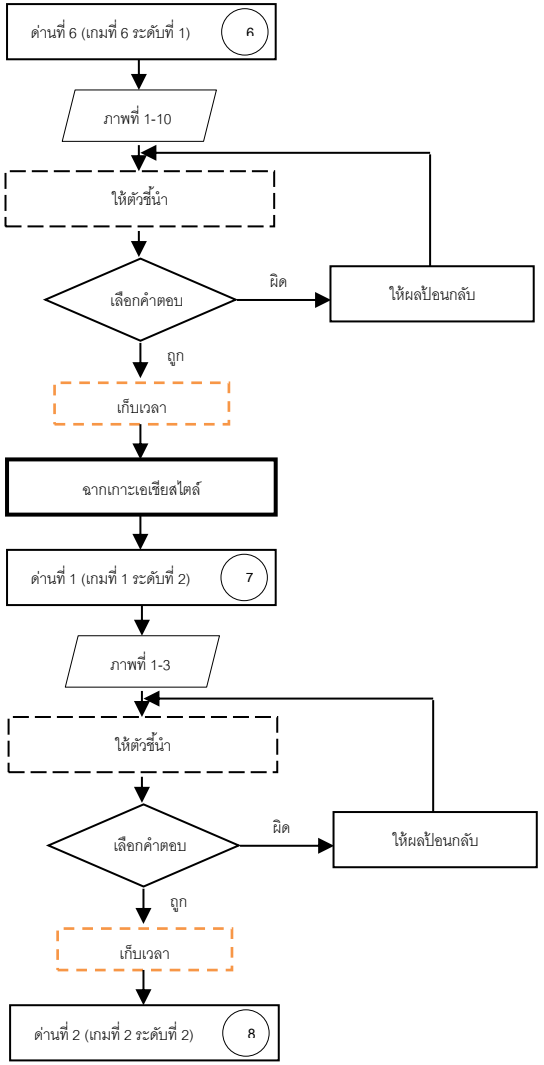
- คะแนนและสมบัติที่ได้รับ เป็นรางวัลในขั้นสอง เมื่อผู้เรียนแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ได้ก็จะได้คะแนนและสมบัติเป็นรางวัล ซึ่งก็จะพบได้ในทุกฉากของบทเรียนเช่นกัน

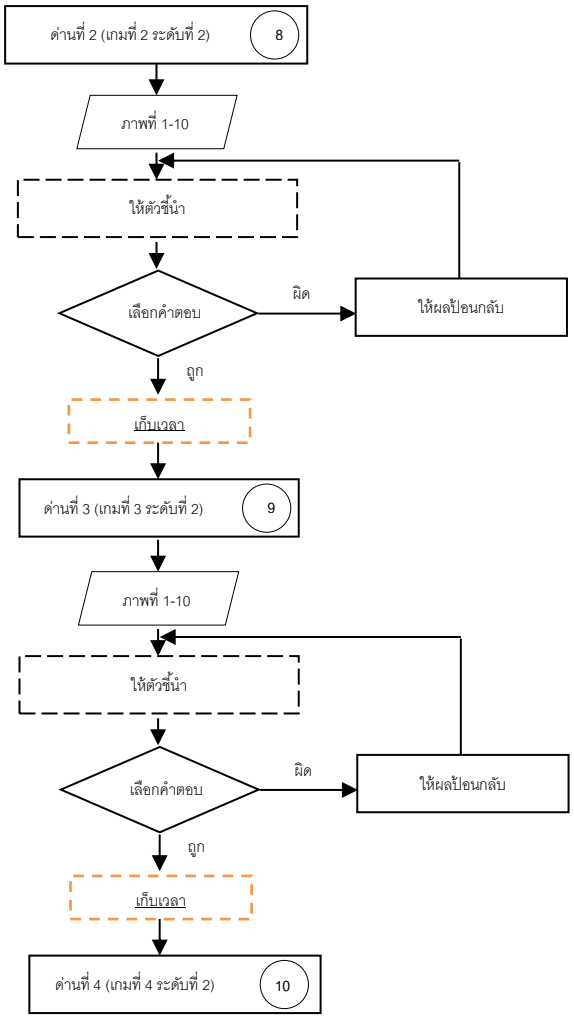
Flowchart บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมที่มีตัวชี้นำ

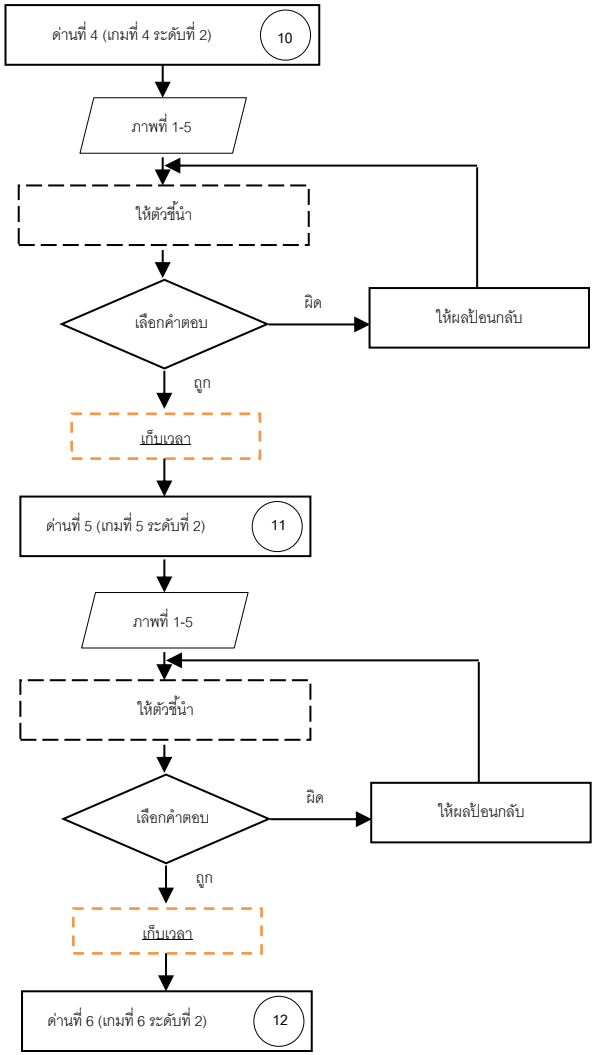


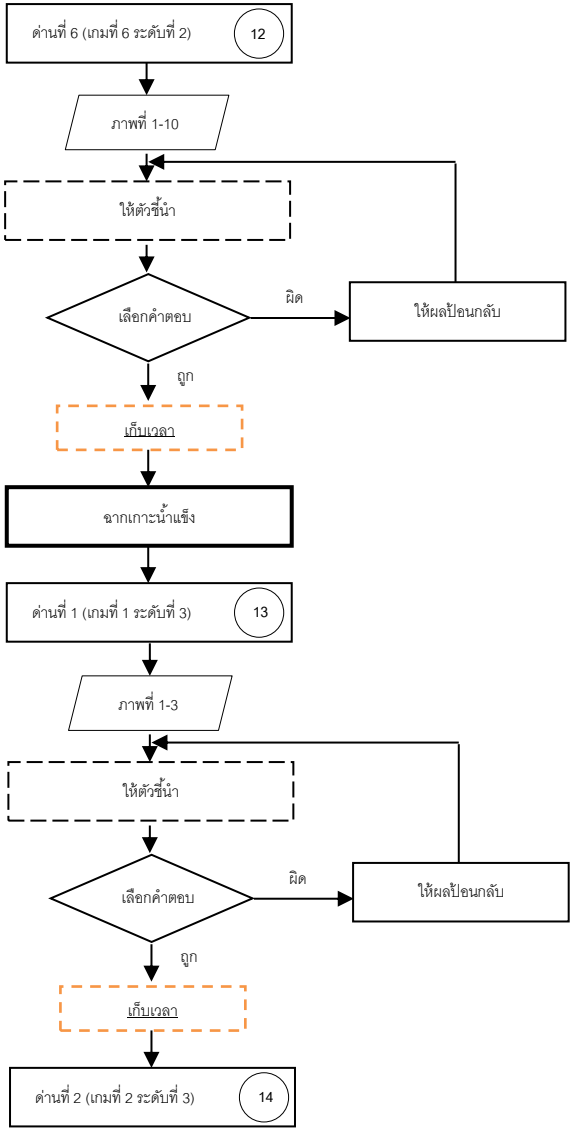


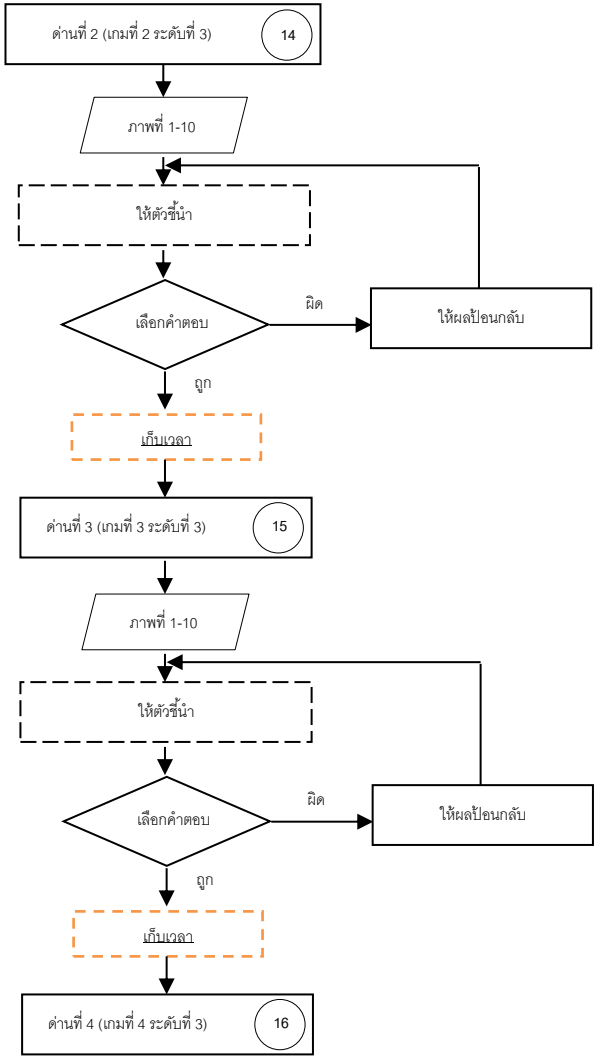

ด่านที่ 4 (เกมที่ 4 ระดับที่ 1)
4
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 5 (เกมที่ 5 ระดับที่ 1)
5
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 1)
6

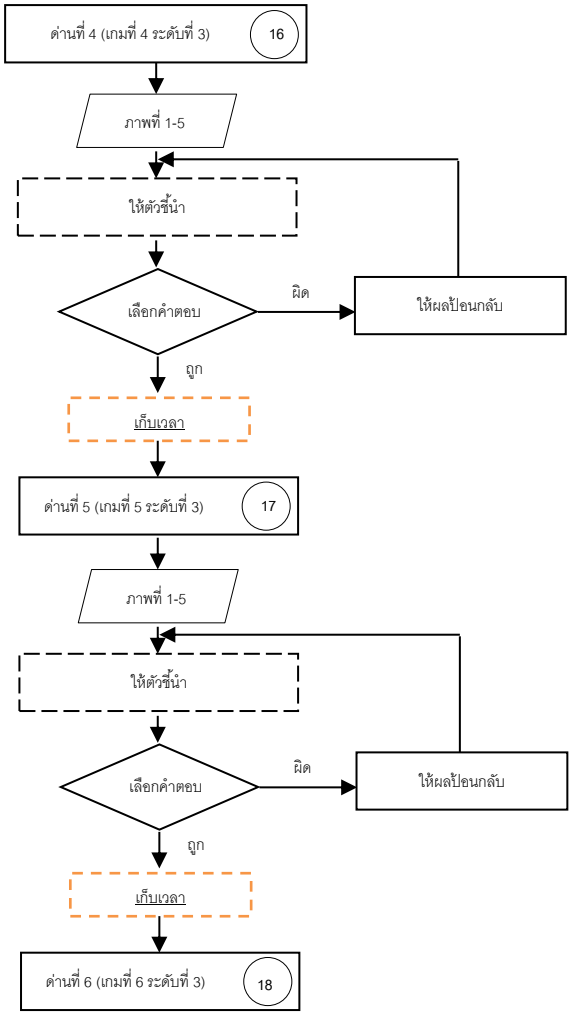

ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 1)
6
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ฉากเกาะเอเชียสไตล์
ด่านที่ 1 (เกมที่ 1 ระดับที่ 2)
7
ภาพที่ 1-3
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 2 (เกมที่ 2 ระดับที่ 2)
8

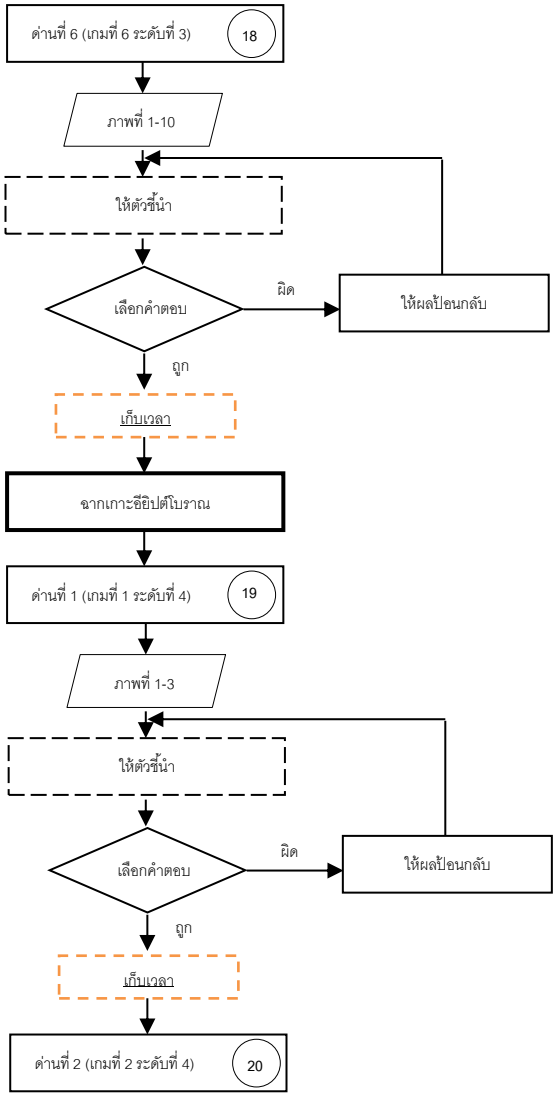

ด่านที่ 2 (เกมที่ 2 ระดับที่ 2)
8
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 3 (เกมที่ 3 ระดับที่ 2)
9
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 4 (เกมที่ 4 ระดับที่ 2)
10

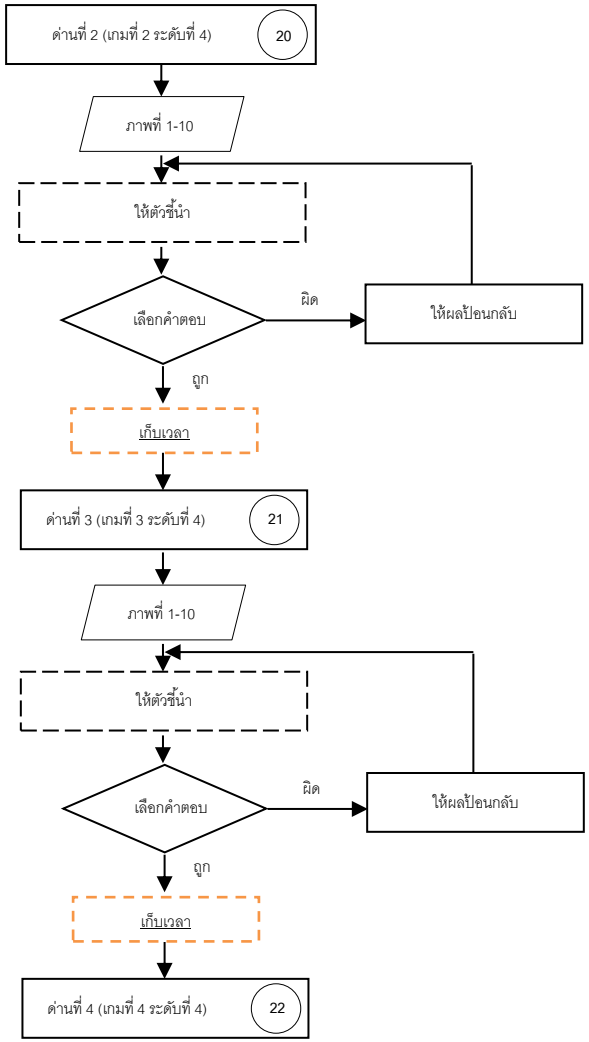

ด่านที่ 4 (เกมที่ 4 ระดับที่ 2)
10
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 5 (เกมที่ 5 ระดับที่ 2)
11
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 2)
12

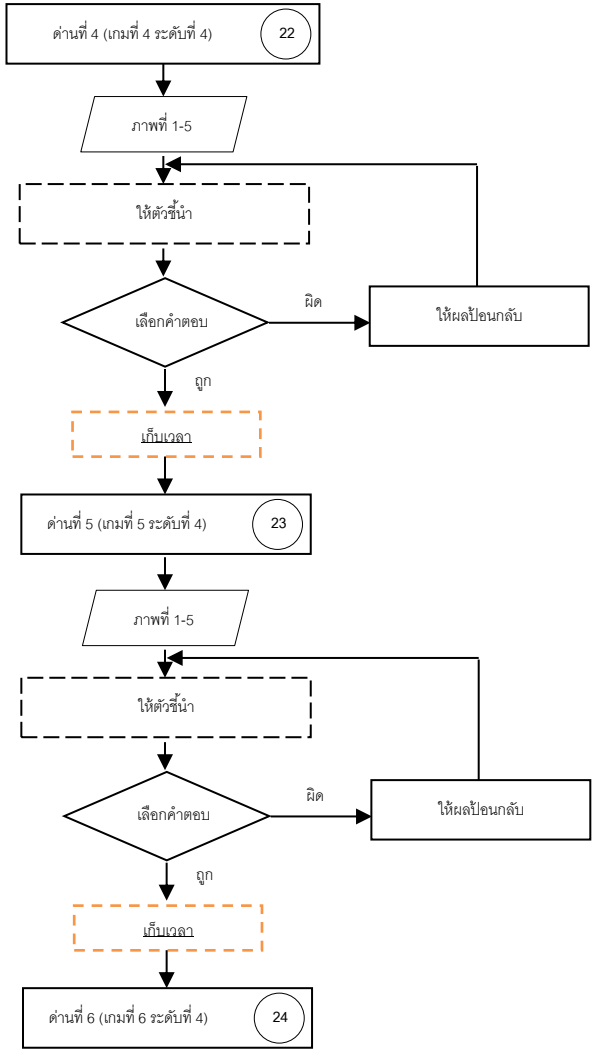

ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 2)
12
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ฉากเกาะน้ำแข็ง
ด่านที่ 1 (เกมที่ 1 ระดับที่ 3)
13
ภาพที่ 1-3
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 2 (เกมที่ 2 ระดับที่ 3)
14

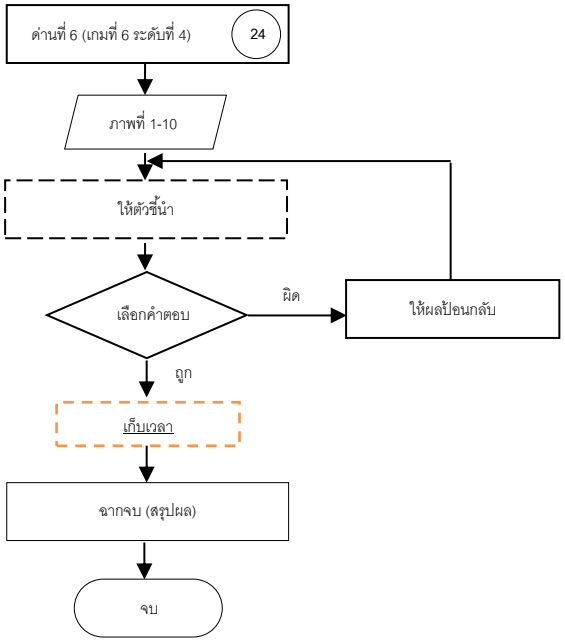

ด่านที่ 2 (เกมที่ 2 ระดับที่ 3)
14
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 3 (เกมที่ 3 ระดับที่ 3)
15
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 4 (เกมที่ 4 ระดับที่ 3)
16


ด่านที่ 4 (เกมที่ 4 ระดับที่ 3)
16
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 5 (เกมที่ 5 ระดับที่ 3)
17
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 3)
18


ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 3)
18
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ฉากเกาะอียิปต์โบราณ
ด่านที่ 1 (เกมที่ 1 ระดับที่ 4)
19
ภาพที่ 1-3
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 2 (เกมที่ 2 ระดับที่ 4)
20


ด่านที่ 2 (เกมที่ 2 ระดับที่ 4)
20
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 3 (เกมที่ 3 ระดับที่ 4)
21
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 4 (เกมที่ 4 ระดับที่ 4)
22


ด่านที่ 4 (เกมที่ 4 ระดับที่ 4)
22
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 5 (เกมที่ 5 ระดับที่ 4)
23
ภาพที่ 1-5
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 4)
24


ด่านที่ 6 (เกมที่ 6 ระดับที่ 4)
24
ภาพที่ 1-10
ให้ตัวชี้นำ
เลือกคำตอบ
ผิด
ให้ผลป้อนกลับ
ถูก
เก็บเวลา
ฉากจบ (สรุปผล)
จบ

ภาคผนวก ค

- ตารางวิเคราะห์แบบประเมินบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์)
- ตารางวิเคราะห์แบบประเมินบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม ด้านการออกแบบ
- ตารางวิเคราะห์แบบประเมินแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
- ตารางค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
- แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ (ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์) จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด 3 คน

ข้อคำถาม	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย
1. ด้านเนื้อหาบทเรียน 1.1 โครงสร้างเนื้อหาชัดเจนมีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.2 เนื้อหาที่นำเสนอตรงและครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.3 ใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสม (ข้อความและเสียง)	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.4 การใช้ภาษาสั้นกระชับ ทำให้เด็กเข้าใจได้ง่าย	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.5 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2. ด้านการออกแบบการเรียนรู้ 2.1 กำหนดวัตถุประสงค์และระดับผู้เรียนชัดเจน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.3 การนำเสนอดึงดูดความสนใจเหมาะสมกับผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.4 ลักษณะตัวอักษรอ่านง่าย มีความเหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.5 ภาพกราฟิกที่ใช้สอดคล้องกับเนื้อหาและเหมาะสมกับผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.6 มีคำแนะนำ(อธิบาย)ชัดเจน เหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง

ข้อคำถาม	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย
2.7 ความเหมาะสมของวิธีการโต้ตอบ(ปฏิสัมพันธ์)กับบทเรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
3. ด้านการใช้ตัวชี้นำในบทเรียน 3.1 ตัวชี้นำที่ใช้ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
3.2 ตัวชี้นำที่ใช้เข้าใจง่าย และชัดเจน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
3.3 ระยะเวลาที่ปรากฏตัวชี้นำมีความเหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. เพิ่มเสียงวัตถุประสงค์และคำอธิบายในการเล่นให้ครบในทุกด่านของบทเรียน
2. เพิ่มผลป้อนกลับให้มีความหลากหลายมากขึ้น

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมด้านการออกแบบ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทั้งหมด 3 คน

ข้อคำถาม	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย
1. ด้านการออกแบบ		
1.1 ความสอดคล้องเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.2 บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมนำเสนอเนื้อหาที่ดึงดูงใจผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.3 มีการนำเสนอที่น่าสนใจ จูงใจผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.4 กราฟิกที่นำเสนอในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมสามารถสื่อความหมายและดึงดูงความสนใจได้เป็นอย่างดี	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.5 เสียงประกอบที่นำเสนอในบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมสามารถสื่อความหมายและดึงดูงความสนใจได้เป็นอย่างดี	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.6 การใช้สีสันของบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.7 การจัดวางตำแหน่งของภาพ ตัวอักษร สี และตัวชี้นำบนหน้าจอ ภาพ มีความเหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.8 การออกแบบตำแหน่งของ Navigator (ตัวนำทาง) มีความเหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.9 บทเรียนมัลติมีเดียแบบเกมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้	3 (0.67)	มีความสอดคล้อง
1.10 มีกฎกติกา ชัดเจน เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง

ข้อคำถาม	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย
1.11 การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.12 มีคำแนะนำชัดเจน เหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.13 ความชัดเจนของภาพ	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.14 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลป้อนกลับ	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
1.15 การวัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2. ด้านการใช้ตัวชี้นำในบทเรียน 2.1 ตัวชี้นำที่ใช้น่าสนใจ จูงใจผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.2 ตัวชี้นำที่ใช้ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.3 ตัวชี้นำที่ใช้เข้าใจง่าย และชัดเจน	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง
2.4 ระยะเวลาที่ปรากฏตัวชี้นำมีความเหมาะสม	3 (1.0)	มีความสอดคล้อง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ควรบอกรายละเอียดการแสดงผลบทเรียนเกมบนหน้าจอให้ชัดเจน
2. ควรปรับสัดส่วนขนาดของภาพที่แสดงบนหน้าจอให้มีความพอดีกับจอภาพ
3. ปรับปุ่มบางปุ่มให้สามารถกดได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จากผู้เชี่ยวชาญความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน

ข้อที่	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย	ข้อที่	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย
1	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	21	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
2	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	22	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
3	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	23	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
4	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	24	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
5	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	25	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
6	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	26	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
7	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	27	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
8	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	28	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
9	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	29	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
10	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	30	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
11	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	31	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
12	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	32	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
13	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	33	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
14	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	34	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
15	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	35	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
16	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	36	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
17	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	37	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
18	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	38	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
19	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	39	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
20	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	40	2 (0.67)	มีความเหมาะสม

ข้อที่	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย	ข้อที่	ระดับค่าความสอดคล้อง	แปลความหมาย
41	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	61	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
42	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	62	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
43	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	63	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
44	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	64	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
45	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	65	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
46	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	66	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
47	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	67	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
48	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	68	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
49	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	69	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
50	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	70	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
51	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	71	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
52	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	72	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
53	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	73	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
54	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	74	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
55	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	75	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
56	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	76	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
57	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	77	2 (0.67)	มีความเหมาะสม
58	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	78	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
59	3 (1.0)	มีความเหมาะสม	79	3 (1.0)	มีความเหมาะสม
60	2 (0.67)	มีความเหมาะสม	80	2 (0.67)	มีความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ปรับตัวเลือกให้น่าสนใจมากขึ้น และปรับเรื่องสเกลของชิ้นส่วนต่างๆ ให้เท่ากับตัวโจทย์ ในแบบวัดแบบประกอบภาพ

2. ปรับตัวอักษรให้ใช้เป็นอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กให้เหมือนกันทั้งตัวโจทย์และตัวคำตอบ และให้ปรับตำแหน่งหมายเลขต่างๆ ในโจทย์ให้ตรงกับตำแหน่งด้านให้ชัดเจน ในแบบวัดประกอบภาพสามมิติ

3. เปลี่ยนรูปตัวอักษรที่อยู่ในรูปลูกบาศก์ที่มีลักษณะคล้ายกันให้เป็นตัวอักษรอื่น เช่น ตัว U กับ ตัว C ในแบบวัดหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์

4. ปรับภาพตัวโจทย์ให้มีรายละเอียดการซ้อนทับน้อยลง ในแบบวัดซ่อนภาพ

5. ปรับภาพให้มีความชัดเจนในเรื่องของมุมมองของภาพและโครงสร้างของภาพ ในแบบวัดระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน

6. ปรับรายละเอียดของภาพให้เพิ่มมากขึ้น ในแบบวัดแบบหาภาพที่เหมือนกัน

ตารางที่ 14 ผลการหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดรายข้อ

การแสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (n = 97)

ข้อ	P	RH	RL	R	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		สรุป
					ความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)	
1	0.64	0.88	0.41	0.47	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
2	0.44	0.56	0.28	0.28	ง่ายพอเหมาะ	พอใช้ได้	ใช้ได้
3	0.68	0.88	0.47	0.41	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
4	0.36	0.53	0.31	0.22	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
5	0.36	0.59	0.22	0.38	ค่อนข้างยาก	ดี	ใช้ได้
6	0.68	0.83	0.53	0.30	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้ได้
7	0.70	0.83	0.52	0.31	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้ได้
8	0.45	0.58	0.31	0.27	ง่ายพอเหมาะ	พอใช้ได้	ใช้ได้
9	0.46	0.66	0.28	0.38	ง่ายพอเหมาะ	ดี	ใช้ได้
10	0.52	0.77	0.25	0.52	ง่ายพอเหมาะ	ดีมาก	ใช้ได้
11	0.55	0.75	0.38	0.38	ง่ายพอเหมาะ	ดี	ใช้ได้
12	0.75	0.91	0.63	0.28	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้	ใช้ได้
13	0.52	0.72	0.31	0.41	ง่ายพอเหมาะ	ดีมาก	ใช้ได้
14	0.63	0.88	0.38	0.50	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
15	0.75	0.97	0.53	0.44	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
16	0.42	0.59	0.25	0.34	ค่อนข้างยาก	ดี	ใช้ได้
17	0.42	0.56	0.28	0.28	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
18	0.57	0.84	0.28	0.56	ง่ายพอเหมาะ	ดีมาก	ใช้ได้
19	0.52	0.78	0.22	0.56	ง่ายพอเหมาะ	ดีมาก	ใช้ได้
20	0.63	0.88	0.34	0.53	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
21	0.44	0.66	0.25	0.41	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้ได้
22	0.36	0.50	0.28	0.22	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
23	0.63	0.72	0.50	0.22	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้	ใช้ได้

ข้อ	P	RH	RL	R	ระดับคุณภาพของข้อสอบ		สรุป
					ความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)	
24	0.44	0.59	0.34	0.25	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
25	0.42	0.66	0.31	0.34	ค่อนข้างยาก	ดี	ใช้ได้
26	0.36	0.56	0.28	0.28	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
27	0.55	0.72	0.34	0.38	ง่ายพอเหมาะ	ดี	ใช้ได้
28	0.42	0.56	0.31	0.25	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
29	0.36	0.47	0.25	0.22	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
30	0.40	0.66	0.28	0.38	ค่อนข้างยาก	ดี	ใช้ได้
31	0.42	0.56	0.34	0.22	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้	ใช้ได้
32	0.51	0.56	0.34	0.22	ง่ายพอเหมาะ	พอใช้ได้	ใช้ได้
33	0.70	0.78	0.41	0.37	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้	ใช้ได้
34	0.74	0.88	0.53	0.34	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้ได้
35	0.42	0.66	0.34	0.31	ค่อนข้างยาก	ดี	ใช้ได้
36	0.61	0.81	0.47	0.34	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้ได้
37	0.43	0.72	0.28	0.44	ค่อนข้างยาก	ดีมาก	ใช้ได้
38	0.62	0.75	0.53	0.22	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้	ใช้ได้
39	0.74	0.94	0.50	0.44	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
40	0.76	0.94	0.56	0.38	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้ได้
41	0.68	0.94	0.47	0.47	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้
42	0.63	0.78	0.41	0.38	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้ได้
43	0.62	0.81	0.50	0.31	ค่อนข้างง่าย	ดี	ใช้ได้
44	0.58	0.69	0.41	0.28	ง่ายพอเหมาะ	พอใช้ได้	ใช้ได้
45	0.70	0.88	0.47	0.41	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก	ใช้ได้

แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ลักษณะของแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วยแบบวัด 6 แบบ รวม 45 ข้อ มีทั้งแบบปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัย เติมคำลงในช่องว่าง

แบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย

1. แบบประกอบภาพ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนมองภาพที่กำหนดให้ แล้วแยกภาพตามเส้นในภาพ จะได้ภาพกลุ่มใดที่มีลักษณะเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้

2. แบบประกอบภาพสามมิติ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนจินตนาการประกอบภาพจากภาพที่เป็นภาพแบบระนาบหรือมิติเดียว ตามภาพ 3 มิติ ที่กำหนดให้ แล้วให้จับคู่ว่าด้านใดเป็นด้านเดียวกันในภาพ

3. แบบการหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีด้านตรงข้ามกับด้านที่กำหนดให้ และค้นหาภาพที่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้

4. แบบซ่อนภาพ เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีขนาด รูปร่าง และทิศทางเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้ในภาพที่มีสิ่งกีดขวางกีดกั้นจนมองเห็นภาพนั้นไม่ถนัด เห็นแต่เพียงบางส่วน

5. แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนมองภาพที่ถูกปิดบังบางส่วน แล้วบอกให้ได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพอะไร

6. แบบหาภาพที่เหมือนกัน เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนค้นหาภาพที่มีขนาด รูปร่างเช่นเดียวกับภาพที่กำหนดให้

วิธีดำเนินการทดสอบ

1. ให้นักเรียนกาเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษร ก, ข, ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษข้อสอบที่แจกให้ ในแบบวัดที่ 1, 3, 4 และ 6

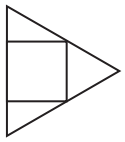
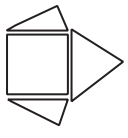
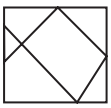
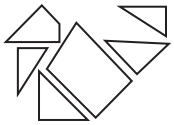
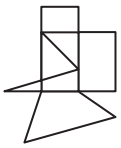
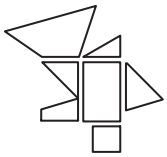
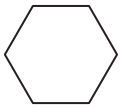
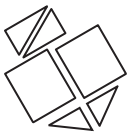
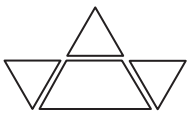
2. ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้องลงในกระดาษข้อสอบที่แจกให้ในแบบวัดที่ 2 และ5

3. นักเรียนต้องเริ่มทำแบบวัดความสามารถมิติสัมพันธ์พร้อมกัน โดยให้เริ่มจากแบบวัดที่ 6 ก่อน ซึ่งให้เวลา 3 นาที จากนั้นจึงสามารถทำแบบวัดแบบอื่นได้

4. ข้อสอบมีทั้งหมด 45 ข้อ เวลา 45 นาที

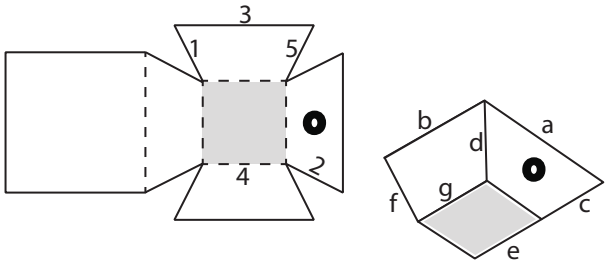
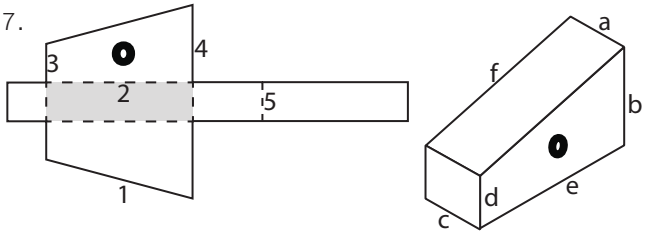
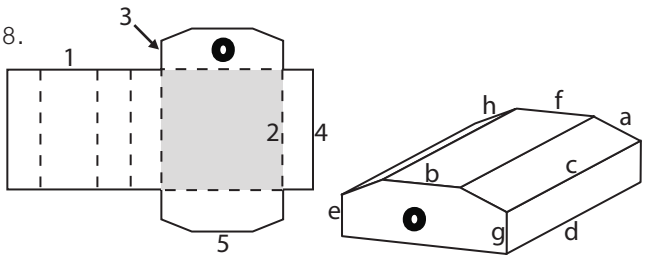
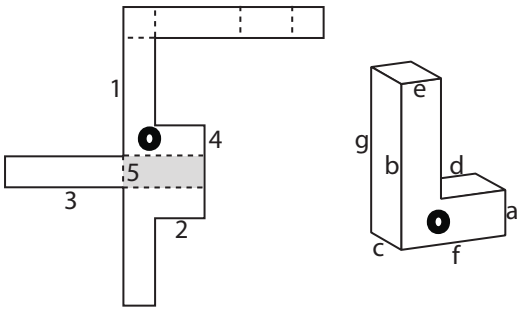
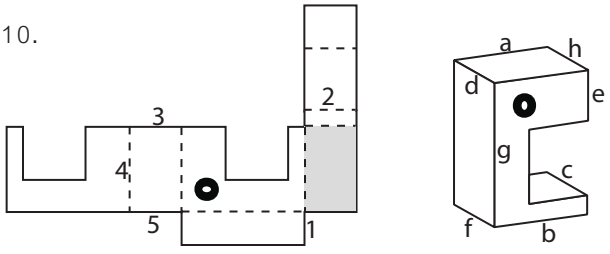
แบบที่ 1 แบบประกอบภาพ

คำชี้แจง ให้พิจารณาดูจากตัวเลือก ก.- ง. ภาพใด เมื่อพิจารณาดูเส้นรอบรูปของภาพและประกอบภาพด้านซ้ายที่กำหนดให้แล้วจะมีลักษณะเช่นเดียวกัน

1. 	 ก	ข	ค	ง
2. 	ก	ข	ค	 ง
3. 	 ก	ข	ค	ง
4. 	ก	ข	 ค	 ง
5.	ก	ข	ค	ง

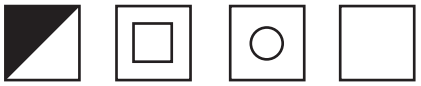
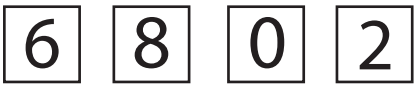
แบบที่ 2 แบบประกอบภาพภาพ 3 มิติ

คำชี้แจง จากภาพด้านซ้ายมีภาพ 2 ภาพ ได้แก่ ภาพคลี่ของกล่อง(ในลักษณะคว่ำลง) และภาพหลังจากพับเป็นกล่องแล้ว ให้พิจารณาในแต่ละด้าน แล้วจับคู่หมายเลขกับตัวอักษรของทั้ง 2 ภาพ ว่าอักษรใดตรงกับหมายเลขใดในช่องว่างให้ถูกต้อง

6. 	หมายเลข 1 คือ _____ หมายเลข 2 คือ _____ หมายเลข 3 คือ _____ หมายเลข 4 คือ _____ หมายเลข 5 คือ _____
7. 	หมายเลข 1 คือ _____ หมายเลข 2 คือ _____ หมายเลข 3 คือ _____ หมายเลข 4 คือ _____ หมายเลข 5 คือ _____
8. 	หมายเลข 1 คือ _____ หมายเลข 2 คือ _____ หมายเลข 3 คือ _____ หมายเลข 4 คือ _____ หมายเลข 5 คือ _____
9. 	หมายเลข 1 คือ _____ หมายเลข 2 คือ _____ หมายเลข 3 คือ _____ หมายเลข 4 คือ _____ หมายเลข 5 คือ _____
10. 	หมายเลข 1 คือ _____ หมายเลข 2 คือ _____ หมายเลข 3 คือ _____ หมายเลข 4 คือ _____ หมายเลข 5 คือ _____

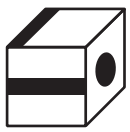
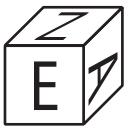
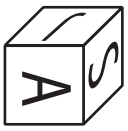
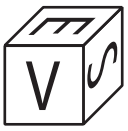
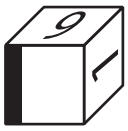
แบบที่ 3 แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์

คำชี้แจง ให้พิจารณาดูจากตัวเลือก ก.- ง. ภาพใด เป็นภาพด้านตรงข้ามกับภาพที่กำหนดให้ในกรอบสี่เหลี่ยมสีดำด้านซ้าย โดยดูจากโจทย์ภาพทั้ง 3 ภาพ ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นภาพจากลูกบาศก์เดียวกันที่เกิดจากการหมุนหรือพลิก

11.		 ก ข ค ง
12.		 ก ข ค ง
13.		 ก ข ค ง
14.		 ก ข ค ง
15.		 ก ข ค ง
16.		 ก ข ค ง

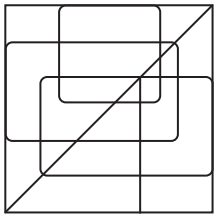
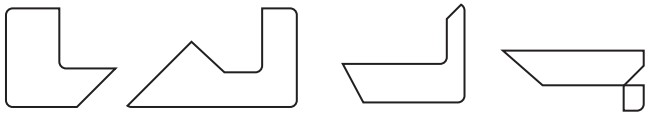
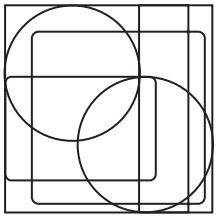
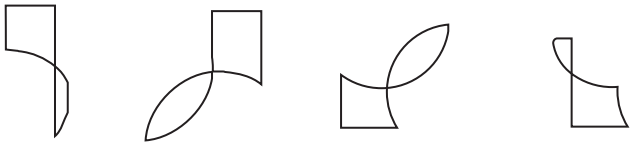
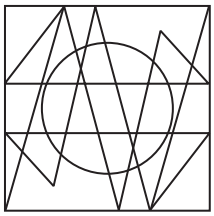
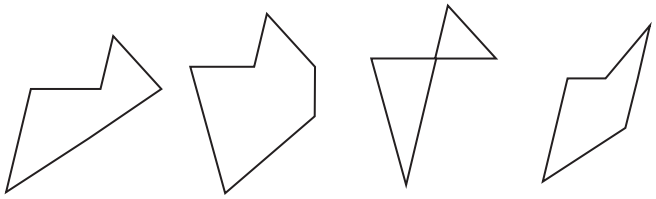
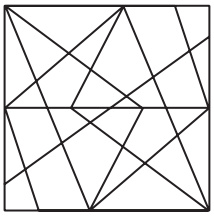
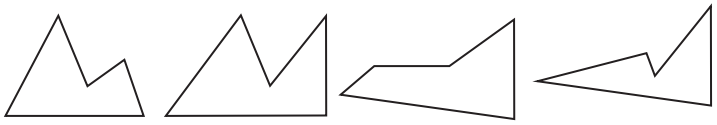
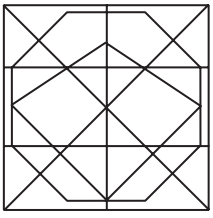
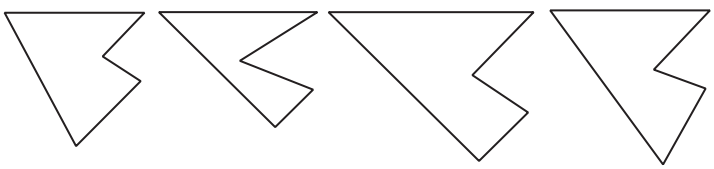
แบบที่ 3 แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์

คำชี้แจง ให้พิจารณาดูจากตัวเลือก ก.- ง. ภาพใด เป็นภาพที่เกิดจากการหมุนและพลิกลูกบาศก์ ซึ่งเป็นภาพเดียวกับภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้าย

17. 	ก ข ค ง
18.	 ก ข  ค  ง
19.	ก ข ค  ง
20.	ก ข ค ง

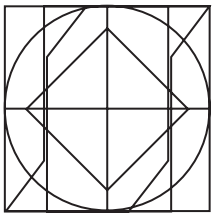
แบบที่ 4 แบบซ่อนภาพ

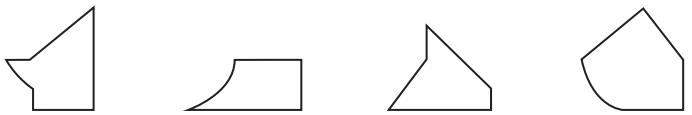
คำชี้แจง ให้พิจารณาดูจากตัวเลือก ก.- ง. ภาพใด เป็นภาพที่มีรูปร่าง ขนาด และทิศทาง เช่นเดียวกับภาพที่ซ่อนอยู่ในภาพที่กำหนดให้ด้ายซ้าย

21. 	 ก ข ค ง
22. 	 ก ข ค ง
23. 	 ก ข ค ง
24. 	 ก ข ค ง
25. 	 ก ข ค ง

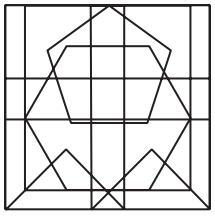
แบบที่ 4 แบบซ่อนภาพ

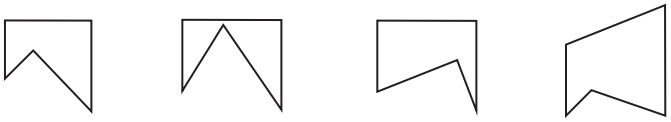
คำชี้แจง ให้พิจารณาดูจากตัวเลือก ก.- ง. ภาพใด เป็นภาพที่มีรูปร่าง ขนาด และทิศทาง เช่นเดียวกับภาพที่ซ่อนอยู่ในภาพที่กำหนดให้ด้ายซ้าย

26. 

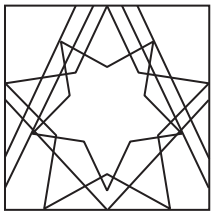


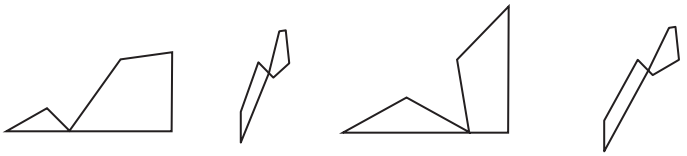
ก ข ค ง

27. 

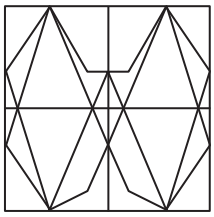


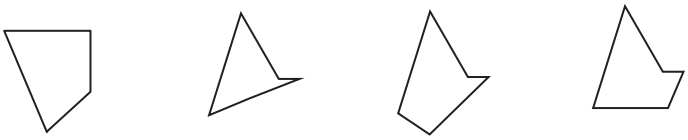
ก ข ค ง

28. 

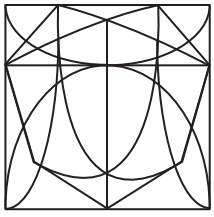


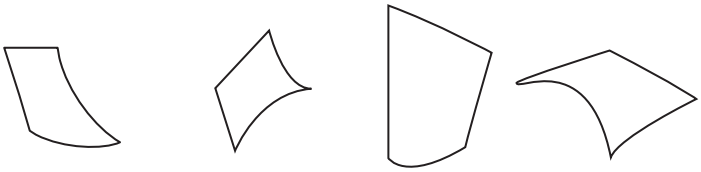
ก ข ค ง

29. 



ก ข ค ง

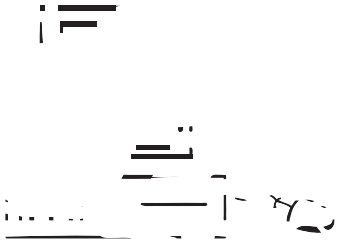
30. 



ก ข ค ง

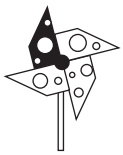
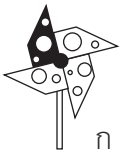
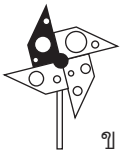
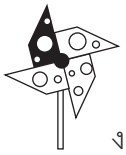
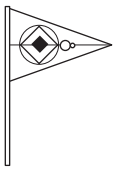
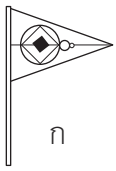
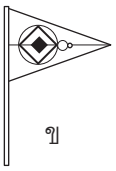
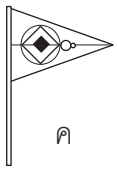
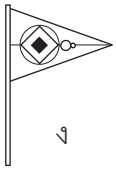
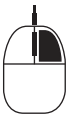
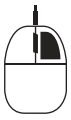
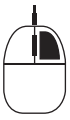
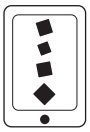
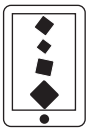
แบบที่ 5 แบบระบุภาพที่ปิดบังบางส่วน

คำชี้แจง จากภาพด้านซ้าย ให้พิจารณาดูว่าภาพนั้นคืออะไร แล้วเขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

31.	
32.	
33.	
34.	
35. 	

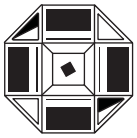
แบบที่ 6 แบบหาภาพที่เหมือนกัน

คำชี้แจง ให้พิจารณาดูจากตัวเลือก ก.- ง. ภาพใด เป็นภาพที่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้าย

36.		 ก	 ข	ค	 ง
37.		 ก	 ข	 ค	 ง
38.		ก	ข	ค	ง
39.		ก	ข	ค	ง
40.		 ก	ข	ค	 ง
41.		 ก	ข	 ค	ง
42.		ก	ข	ค	ง
43.		ก	ข	ค	ง

แบบที่ 6 แบบหาภาพที่เหมือนกัน

คำชี้แจง ให้พิจารณาดูจากตัวเลือก ก.- ง. ภาพใด เป็นภาพที่เหมือนกับภาพที่กำหนดให้ทางด้านซ้าย

44.		ก	ข	ค	ง
45.		 ก	ข	ค	ง

ภาคผนวก ง

- ตารางคะแนนพัฒนาการเป็นรายบุคคลของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม เมื่อเทียบกับคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ตารางการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นรายด้าน
- แผนภูมิที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน
- แผนภูมิที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน
- แผนภูมิที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน
- แผนภูมิที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 4 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน
- แผนภูมิที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 5 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน
- แผนภูมิที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 6 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน

ตารางที่ 15 ตารางคะแนนพัฒนาการเป็นรายบุคคลของกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม เมื่อเทียบกับคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งระดับชั้นจำนวน 640 คน (60 คะแนน)

ช่วงคะแนนของกลุ่มระดับต่ำ 18-30 คะแนน

ช่วงคะแนนของกลุ่มระดับกลาง 30-37 คะแนน

ช่วงคะแนนของกลุ่มระดับสูง 37-50 คะแนน

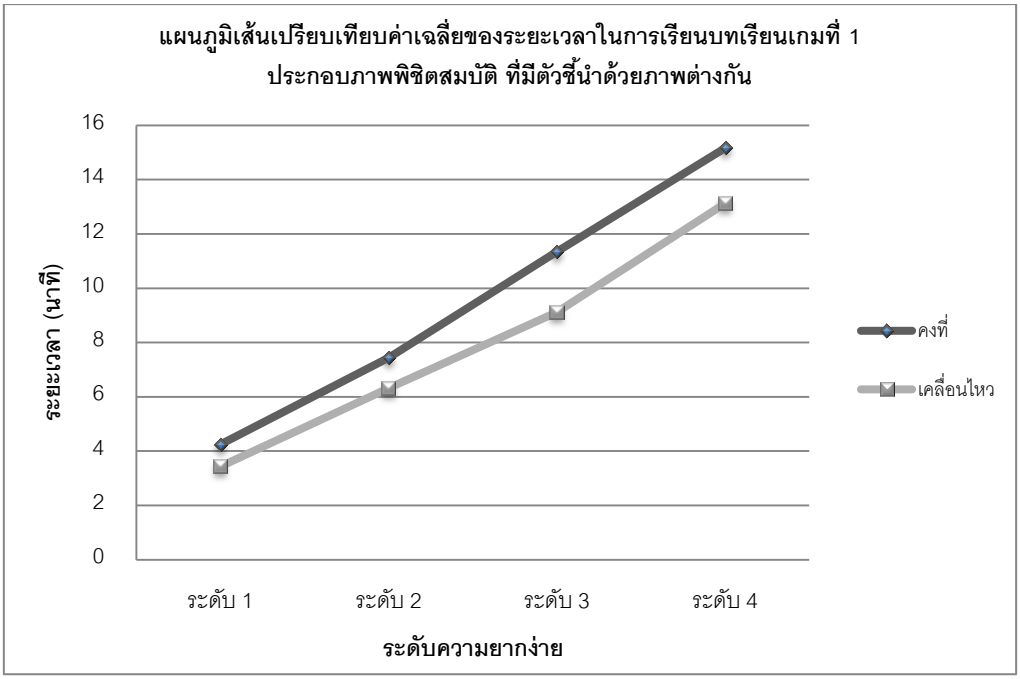
กลุ่มคงที่	คะแนน	กลุ่มเคลื่อนไหว	คะแนน
1	17.33	1	22.93
2	18.67	2	24.00
3	20.80	3	25.33
4	21.33	4	27.20
5	22.67	5	29.07
6	23.47	6	29.33
7	24.00	7	29.60
8	24.00	8	30.40
9	24.27	9	30.67
10	25.33	10	30.67
11	26.67	11	32.00
12	26.67	12	32.00
13	29.33	13	34.67
14	30.93	14	37.33
15	33.60	15	37.33
16	33.60	16	38.13
17	40.00	17	38.67
18	40.80	18	42.67
19	46.67	19	42.93
20	47.73	20	45.33

ตารางที่ 16 ตารางการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นรายบทเรียนเกม

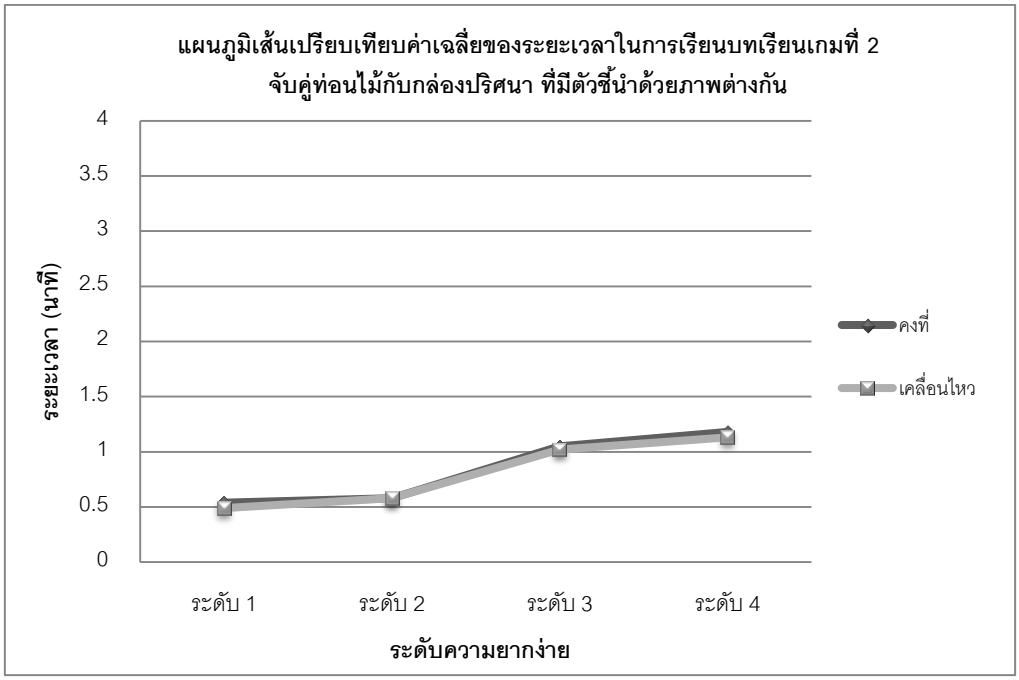
บทเรียนเกมที่		n	($\overline{X}$)	S.D.	t-test	Sig.
บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ	คงที่	20	2.30	1.03	-2.620	.013*
	เคลื่อนไหว		3.05	0.75		
บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา	คงที่	20	2.12	1.26	-1.473	.149
	เคลื่อนไหว		2.76	1.47		
บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์	คงที่	20	4.45	1.70	-.466	.644
	เคลื่อนไหว		4.70	1.68		
บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ	คงที่	20	4.85	2.18	-1.277	.209
	เคลื่อนไหว		5.65	1.75		
บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา	คงที่	20	2.50	1.00	-.465	.645
	เคลื่อนไหว		2.65	1.04		
บทเรียนเกมที่ 6 ไขวิเศษ	คงที่	20	5.35	2.03	-1.108	.275
	เคลื่อนไหว		5.95	1.31		

*p<.05

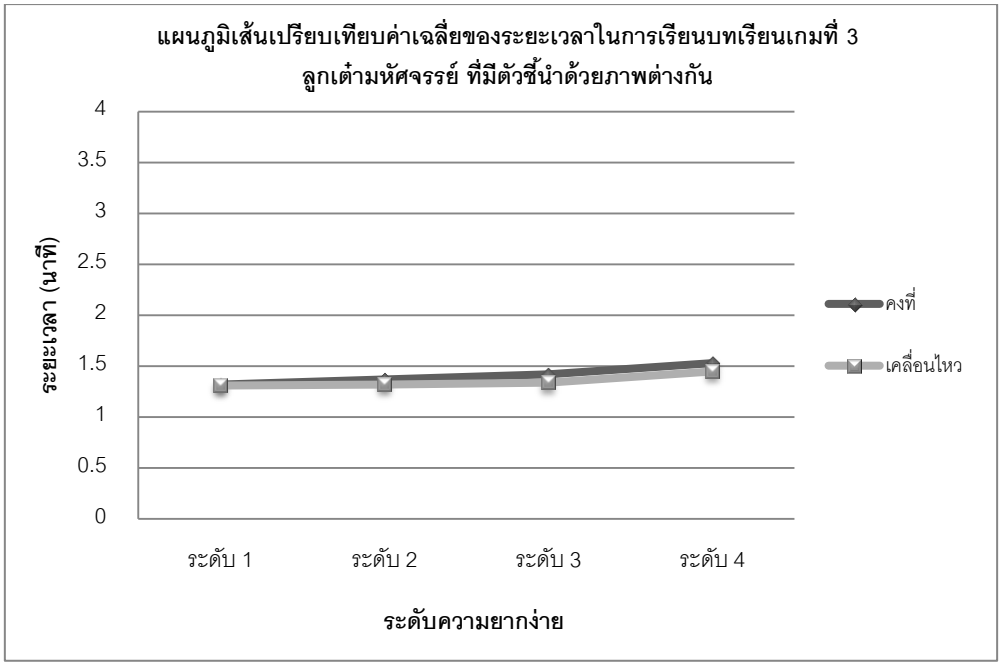
แผนภูมิที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน



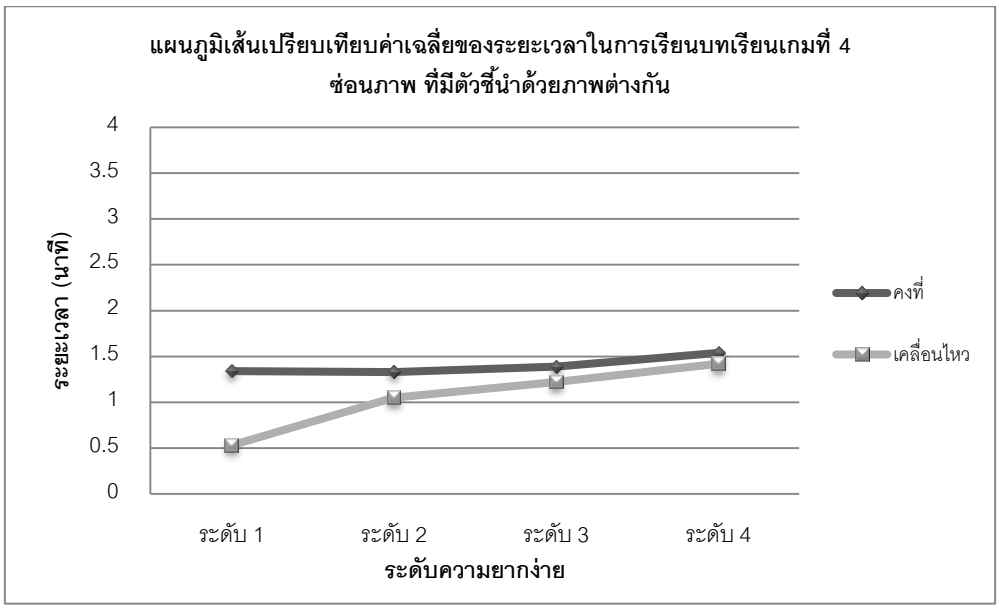
แผนภูมิที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน



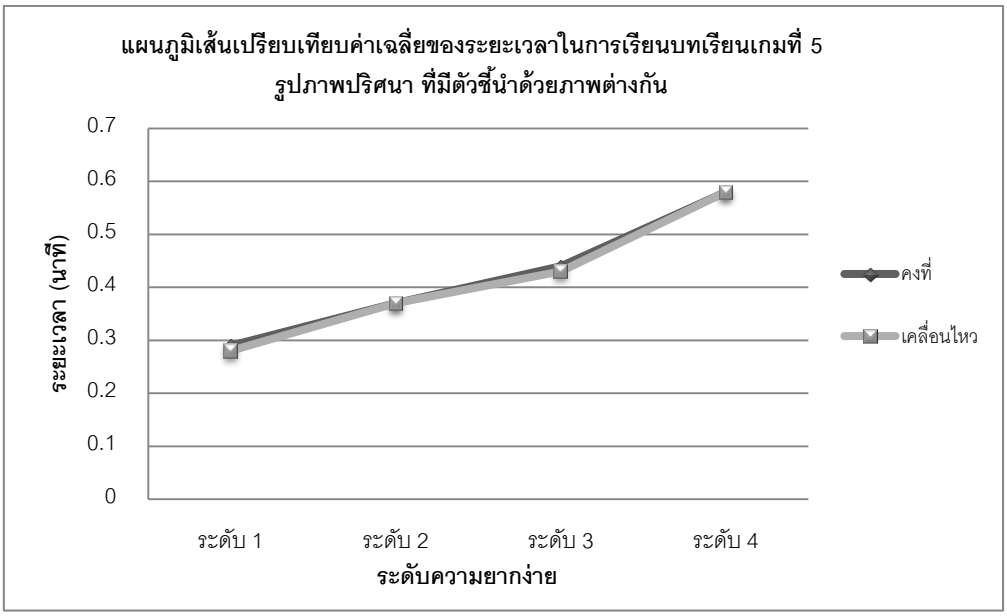
แผนภูมิที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน



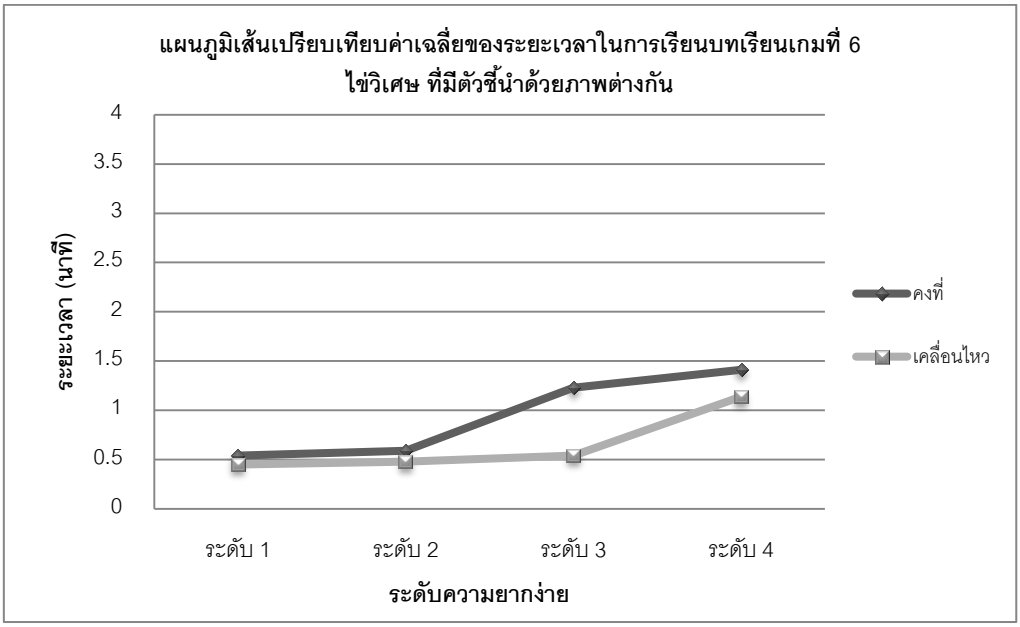
แผนภูมิที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน



แผนภูมิที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน



แผนภูมิที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเรียนบทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ ที่มีตัวชี้นำด้วยภาพต่างกัน



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ตัวอย่างบทเรียนมัลติมีเดียแบบเกม

หน้าจอเข้าสู่บทเรียนเกม

หน้าจอเล่าเรื่องก่อนเข้าสู่บทเรียน

เลือกตัวผู้ละคร

บทเรียนทบทวนความรู้ 4 ห้องในซากเรือ

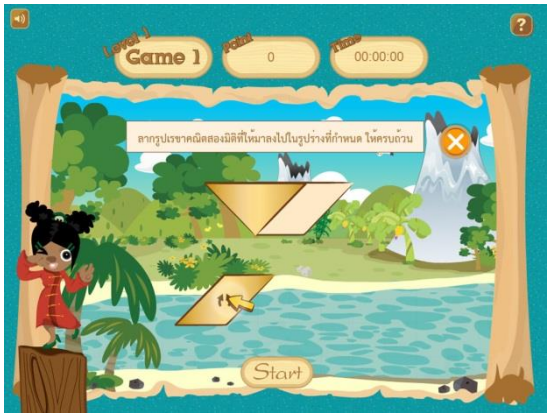
บทเรียนห้องที่ 1

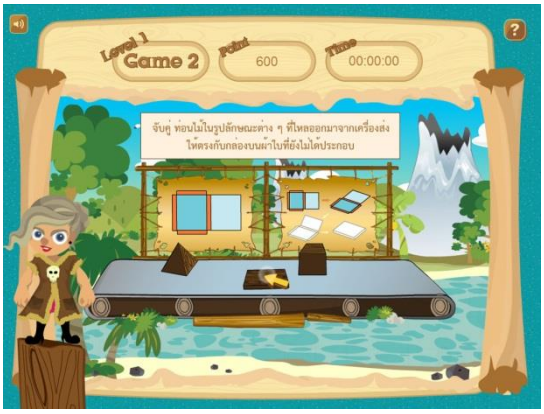
บทเรียนห้องที่ 2

บทเรียนห้องที่ 3

บทเรียนห้องที่ 4

หน้าจอคำอธิบายวิธีการเล่น



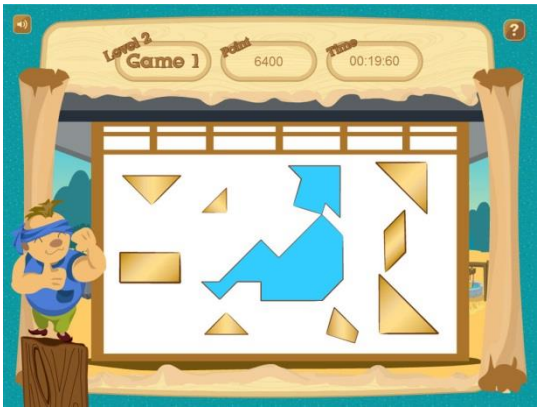


บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ

(Visualization)

ระดับ 1

ระดับ 2



ระดับ 3

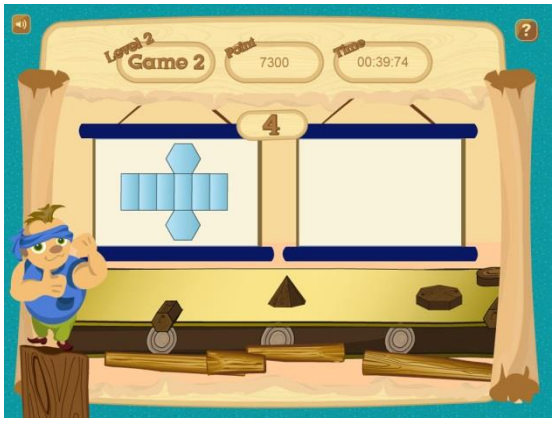
ระดับ 4

บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา

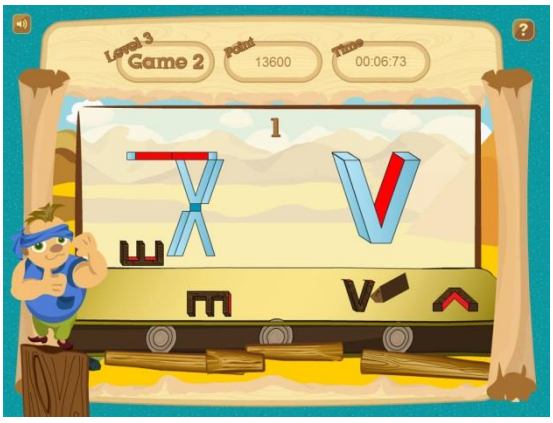
(Visualization)

ระดับ 1

ระดับ 2



ระดับ 3



ระดับ 4

บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์

(Spatial Relations)

ระดับ 1

ระดับ 2

ระดับ 3

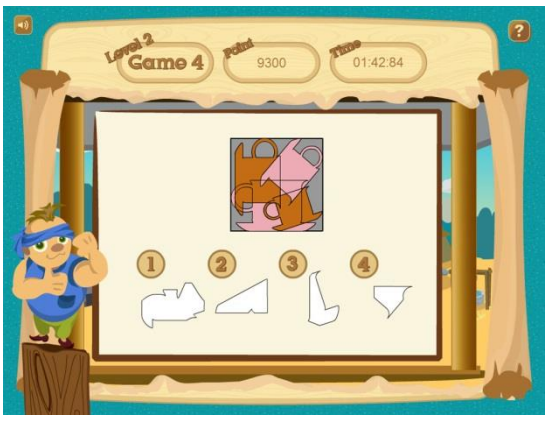
ระดับ 4

บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ

(Closure Flexibility)

ระดับ 1

ระดับ 2



ระดับ 3

ระดับ 4

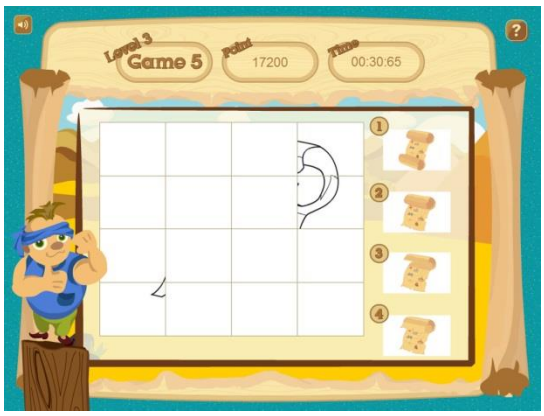
บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา

(Closure Speed)

ระดับ 1

ระดับ 2

ระดับ 3



ระดับ 4

บทเรียนเกมที่ 6 ไข่วิเศษ

(Perceptual Speed)

ระดับ 1

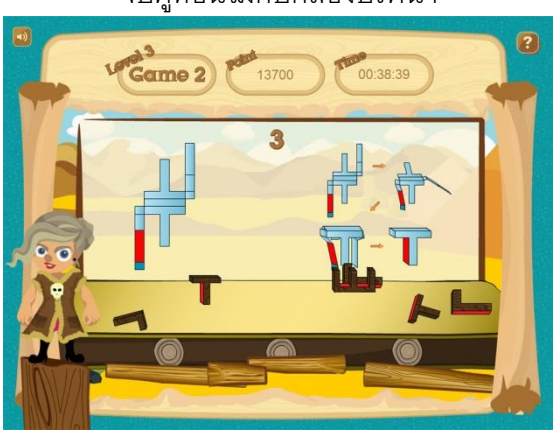
ระดับ 2

ระดับ 3

ระดับ 4

หน้าจอจบเกม

รูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบคงที่

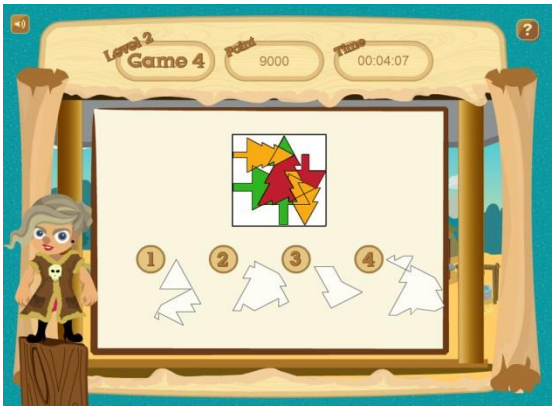
บทเรียนเกมที่ 1	บทเรียนเกมที่ 2
ประกอบภาพพิชิตสมบัติ	จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา
	

บทเรียนเกมที่ 3

ลูกเต๋ามหัศจรรย์

บทเรียนเกมที่ 4

ซ่อนภาพ



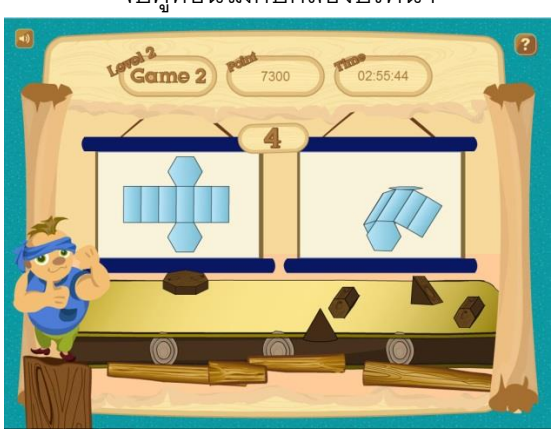
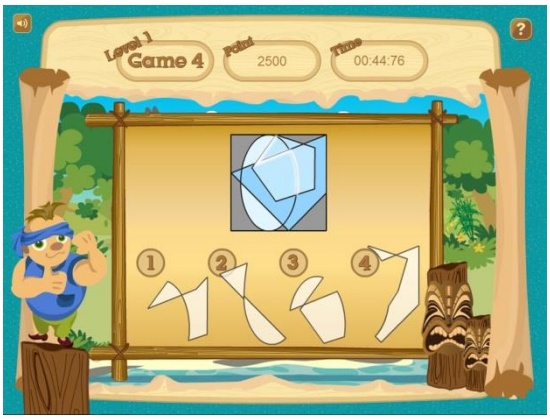
บทเรียนเกมที่ 5

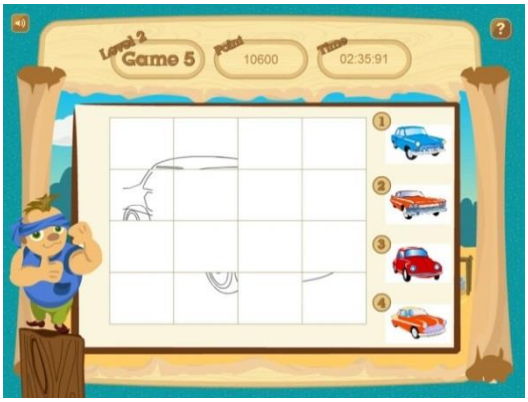
รูปภาพปริศนา

บทเรียนเกมที่ 6

ไข่วิเศษ

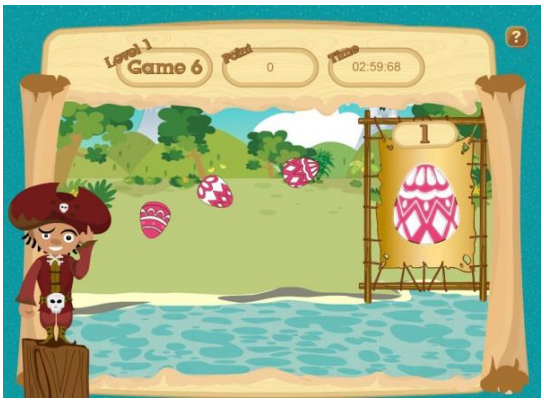
รูปแบบการใช้ตัวชี้นำด้วยภาพแบบเคลื่อนไหว

บทเรียนเกมที่ 1 ประกอบภาพพิชิตสมบัติ 	บทเรียนเกมที่ 2 จับคู่ท่อนไม้กับกล่องปริศนา 
บทเรียนเกมที่ 3 ลูกเต๋ามหัศจรรย์ 	บทเรียนเกมที่ 4 ซ่อนภาพ 

บทเรียนเกมที่ 5 รูปภาพปริศนา 

บทเรียนเกมที่ 6

ไข่วิเศษ



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพรรณปพร จตุวีรพงษ์ เกิดวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี เกียรตินิยมอันดับ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2547 และเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ ในปีการศึกษา 2552