การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

นางสาวพรพิมล รอดเคราะห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A PROBLEM-BASED LEARNING DIGITAL GAME TO ENHANCE PROBLEM SOLVING ABILITY IN SCIENCE SUBJECT FOR ELEMENTARY STUDENTS

Miss Pornpimon Rodkroh

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Technology and Communications
Department of Educational Technology and Communications
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา
โดย	นางสาวพรพิมล รอดเคราะห์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณี แกมเกตุ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณี แกมเกตุ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตร หงษ์ไกรเลิศ)

พรพิมล รอดเคราะห์ : การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A PROBLEM-BASED LEARNING DIGITAL GAME TO ENHANCE PROBLEM SOLVING ABILITY IN SCIENCE SUBJECT FOR ELEMENTARY STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.วรรณี แกมเกตุ, 285 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 120 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม จำนวน 100 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 100 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา จำนวน 100 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ รวม 60 คน โดยมีระยะเวลาในการทดลอง 4 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์องค์ประกอบ t-test ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และการถดถอยพหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผู้เชี่ยวชาญระบุให้มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะแก่นักเรียน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล ก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาในเกม

2. รูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ คือ 1) กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) การประเมินผล 3) การเตรียมความพร้อมผู้เรียน 4) การเสริมแรง 5) กลไกสนับสนุน 6) สถานการณ์ปัญหา 7) สภาพแวดล้อมในเกม 8) บทบาทของเกม รวม 43 ตัวบ่งชี้

3. เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอนในเกม 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) แจ้งกฎ กติกาการเล่น 2) ทบทวนความรู้เดิม 3) การเสนอสถานการณ์ปัญหา 4) กำหนดกรอบการศึกษา 5) รวบรวมข้อมูล 6) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 7) ประเมินผลการแก้ปัญหา 8) สรุปและประเมินผล

4. นักเรียนที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ แบบ stepwise พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์มี 3 ตัวแปร คือจำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับ และคะแนนในการเล่นเกม โดยตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 35

ภาควิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา 2558	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5384238627 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORDS: PROBLEM-BASED LEARNING / PROBLEM-BASED LEARNING DIGITAL GAME / SOLVING ABLITY

PORNPIMON RODKROH: RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A PROBLEM-BASED LEARNING DIGITAL GAME TO ENHANCE PROBLEM SOLVING ABILITY IN SCIENCE SUBJECT FOR ELEMENTARY STUDENTS. ADVISOR: ASST. PROF. PRAWEENYA SUWANNATTHACHOTE, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. WANNEE KAEMKATE, Ph.D., 285 pp.

The purpose of this research was to develop a problem-based learning digital game to enhance problem solving ability in science subject for elementary students. The samples were 120 science teachers in elementary school, ten specialists in teaching science, 100 game designers, 100 of specialists in educational technology, 100 science teachers in elementary level, 60 grade 6 students. Data were analized by Mean, standard deviation, t-test, factor analysis, correlation analysis, multiple regression analysis, and stepwise regression analysis

The research findings were as follows:

1. The specialists indicated the seven significant science process skills, observation skill, communication skill, inferring skill, formulating hypotheses, controlling variable skill, experimental skill, and interpreting data skill, before learning a problem solving process in the game.

2. The model of problem-based learning digital game to enhance problem solving ability in science subject for elementary students consisted of 43 factors and 8 components which were; 1) Problem-based learning 2) Evaluation 3) Facilitators 4) Outcome 5) Feedback 6) Authentic problem, 7) Environment and 8) Role of Game.

3. There were 8 main steps of problem-based learning digital game which were 1) inform the rules 2) review the previous knowledge 3) present an authentic problem 4) deliver tasks and problem situations 5) provide the key informants for gathering data 6) provide problem solution 7) evaluate the result of problem 8) show performance score and evaluate problem solving skill of student.

4. There was significant difference in problem-solving ability of students between pre-test and post-test score at the significance level of .05. Using multiple regression procedures, it was determined that a weighted linear combination of three of the independent variables, the frequency of using facilitator, the frequency of using Learner-controlled feedbacks, and game score, could account for 35% of the variance found among the evaluation reports (statistically signification at the 0.5 level).

Department:	Educational Technology and Communications	Student's Signature .....
		Advisor's Signature .....
Field of Study:	Educational Technology and Communications	Co-Advisor's Signature .....
Academic Year:	2015	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาช่วยเหลือและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร. วรรณี แกมเกตุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้กรุณาทุ่มเทสละเวลา เพื่อให้คำแนะนำและข้อคิดในทุกๆ เรื่องมาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ (พิเศษ) ดร.เนตร หงษ์ไกรเลิศ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบและให้ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาสละเวลาในการตรวจแก้ไขและให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนพญาไท ผู้อำนวยการโรงเรียนอุดมศึกษา ผู้อำนวยการโรงเรียนเกษมพิทยา และผู้อำนวยการโรงเรียนประชานิเวศน์ รวมถึงคณาจารย์ และนักเรียนทุกคนที่มีส่วนร่วมที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้องค์ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิด และประสบการณ์อันมีค่า ขอขอบคุณเพื่อนๆ ปริญญาเอกรหัส 53 ทุกคนสำหรับมิตรภาพที่ดีเสมอมา รวมถึงเพื่อนๆ รุ่นพี่ รุ่นน้องในภาควิชาและต่างภาควิชาทุกคนที่ร่วมทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ รวมถึงกำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์

การทำวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนทุนจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้คุณค่าและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าไม่ได้รับแรงและพลังสนับสนุนจากครอบครัว ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ได้อบรมสั่งสอน เป็นต้นแบบที่ดีและได้มอบสิ่งดีๆ ในชีวิต ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวรอดเคราะห์ ครอบครัวอุดมพืช และครอบครัวอิทธิพงศ์ที่ได้ให้กาลังใจตลอดมา และขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ผู้วิจัยไม่สามารถเอ่ยนามได้อย่างครบถ้วนที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์นี้สาเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
คำถามการวิจัย 7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7
กรอบแนวคิดในการวิจัย 8
คำอธิบายกรอบแนวคิด 10
ขอบเขตของกาวิจัย 12
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 13
ประโยชน์ที่ได้รับ 14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
1. การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 17
2. การคิดแก้ปัญหา (Problem - Solving) 30
3. การเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game-Based Learning) 50
4. ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบ 76
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา 85

ตอนที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 91

ตอนที่ 3 การสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความ สามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา..... 102

ตอนที่ 4 การทดลองใช้เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 108

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 115

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริม สร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา..... 115

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริม สร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ... 145

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา..... 165

ตอนที่ 4 ผลของการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา..... 177

บทที่ 5 เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 185

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ หลักการ และแนวคิดพื้นฐานของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา..... 186

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 189

หน้า

ตอนที่ 3 กระบวนการเรียนรู้ในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา.....201

ตอนที่ 4 ประเมินผลของเกมดิจิทัลการการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา.....226

ตอนที่ 5 การออกแบบเกมดิจิทัลการการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา.....227

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....232

สรุปผลการวิจัย.....232

อภิปรายผลการวิจัย.....239

ข้อเสนอแนะ.....253

รายการอ้างอิง.....255

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ.....266

ภาคผนวก ข.....269

ผลการหาค่าความยากอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ.....269

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา.....269

การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องขยะ.....269

ภาคผนวก ค รูปภาพการทดลอง.....283

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....285

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 23

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบประโยชน์ของการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐานกับชนิดของการเรียนชนิดอื่น (Prensky,2001) 54

ตารางที่ 3 รูปแบบเกมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน 57

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลเพื่อการการศึกษา 65

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหา (Walker and Shelton, 2008) 72

ตารางที่ 6 ค่า loading ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 82

ตารางที่ 7 จำนวนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวอย่างในการวิจัย จำแนกตามภูมิภาค 86

ตารางที่ 8 โครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 94

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค 96

ตารางที่ 10 การออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาฐานตามหลักของการออกแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป (ADDIE) 105

ตารางที่ 11 โครงสร้างของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา 110

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ 111

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัด 112

ตารางที่ 14 ข้อมูลพื้นฐานของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ตอบแบบสอบถาม 116

ตารางที่ 15 การจัดเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษาเนื้อหาดังที่ปรากฏในตารางครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มีการสอนโดยใช้ใช้วิธีในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ 117

ตารางที่ 16 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เห็นว่านักเรียนควรได้ รับการพัฒนามากที่สุด 121

ตารางที่ 17 ร้อยละของปริมาณการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเวลา 1 ภาคการศึกษาของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 122

ตารางที่ 18 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาของผู้เรียน 122

ตารางที่ 19 ขั้นตอนที่ควรให้ความสำคัญที่สุดในการนำรูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา 123

ตารางที่ 20 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 124

ตารางที่ 21 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา (n = 120) 125

ตารางที่ 22 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้เวลาในการพัฒนาผู้เรียนมากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ 126

ตารางที่ 23 การกำหนดปัญหาและลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 127

ตารางที่ 24 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน 128

ตารางที่ 25 ร้อยละของปริมาณการจัดเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ใน 1 ปีการศึกษา 130

ตารางที่ 26 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนามากที่สุด 135

ตารางที่ 27 ร้อยละของปริมาณการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเวลา 1 ภาคการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 136

ตารางที่ 28 ลักษณะการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน 136

ตารางที่ 29 ขั้นตอนที่ควรให้ความสำคัญที่สุดในการนำรูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา 137

ตารางที่ 30 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 137

ตารางที่ 31 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา (n = 10) 139

ตารางที่ 32 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้เวลาในการพัฒนาผู้เรียนมากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ 140

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 33 การกำหนดปัญหาและลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 141
ตารางที่ 34 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน 142
ตารางที่ 35 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามตัวแปรต่างๆ (n=300) 148
ตารางที่ 36 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (n=300) 150
ตารางที่ 37 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยการวิเคราะห์ KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) และสหสัมพันธ์ Bartlett's Test of Sphericity 154
ตารางที่ 38 ค่าความร่วมกัน ค่าไอแกน ร้อยละของความแปรปรวนและร้อยละของความแปรปรวน 155
ตารางที่ 39 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร 156
ตารางที่ 40 องค์ประกอบที่ 1 "กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน" 158
ตารางที่ 41 องค์ประกอบที่ 2 "การประเมินผล" 159
ตารางที่ 42 องค์ประกอบที่ 3 "การเตรียมความพร้อมผู้เรียน" 160
ตารางที่ 43 องค์ประกอบที่ 4 "การเสริมแรง" 161
ตารางที่ 44 องค์ประกอบที่ 5 "กลไกสนับสนุน" 162
ตารางที่ 45 องค์ประกอบที่ 6 "สถานการณ์ปัญหา" 163
ตารางที่ 46 องค์ประกอบที่ 7 "สภาพแวดล้อมในเกม" 164
ตารางที่ 47 องค์ประกอบที่ 8 "ลักษณะของเกม" 165
ตารางที่ 48 ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ... 174
ตารางที่ 49 ผลการประเมินคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 175

ตารางที่ 50 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบ เทียบ (t–test Independent) 177

ตารางที่ 51 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย . 178

ตารางที่ 52 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ (t–test Independent) 179

ตารางที่ 53 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกมที่ส่งผลความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา 181

ตารางที่ 54 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกม แบบ stepwise 182

ตารางที่ 55 การประเมินความพึงพอใจต่อเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความ สามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 183

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ 192

ตารางที่ 57 การกำหนดเนื้อหาและการออกแบบเกมแต่ละด่าน 223

Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1กรอบแนวคิดในการวิจัย 9

รูปภาพที่ 2 รูปแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน (Garris et al, 2002) 52

รูปภาพที่ 3 ร่างรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความ สามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 169

รูปภาพที่ 4 องค์ประกอบและขั้นตอนเกมดิจิทังการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 189

รูปภาพที่ 5 กระบวนการเรียนรู้ในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 202

รูปภาพที่ 6 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 1 203

รูปภาพที่ 7 การแจ้งกฎ กติกาการเล่น 204

รูปภาพที่ 8 การแจ้งเป้าหมายในการเล่น 204

รูปภาพที่ 9 การลงทะเบียนเล่น 205

รูปภาพที่ 10 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 2 205

รูปภาพที่ 11 การสังเกตข้อมูลเชิงคุณภาพ 206

รูปภาพที่ 12 การสังเกตข้อมูลเชิงปริมาณ 207

รูปภาพที่ 13 การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล 207

รูปภาพที่ 14 การลงความเห็นข้อมูล 208

รูปภาพที่ 15 การกำหนดและควบคุมตัวแปร 209

รูปภาพที่ 16 การตั้งสมมติฐาน 209

รูปภาพที่ 17 การทดลอง 210

รูปภาพที่ 18 การตีความหมายข้อมูล 211

รูปภาพที่ 19 การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 212

รูปภาพที่ 20 การทบทวนความรู้เดิมเรื่องขยะ 213

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปภาพที่ 21 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 3.....213
รูปภาพที่ 22 รายละเอียดกิจกรรมในขั้นที่ 3.....215
รูปภาพที่ 23 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 4.....215
รูปภาพที่ 24 ขั้นกำหนดกรอบการศึกษา.....216
รูปภาพที่ 25 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 5.....217
รูปภาพที่ 26 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล.....218
รูปภาพที่ 27 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 6.....218
รูปภาพที่ 28 ขั้นตอนการเสนอวิธีการแก้ปัญหา.....219
รูปภาพที่ 29 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 7.....220
รูปภาพที่ 30 การประเมินผลการแก้ปัญหา.....220
รูปภาพที่ 31 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 8.....221

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การนำเกมดิจิทัลมาใช้ในด้านการศึกษาเกิดขึ้นเมื่อช่วงปลายศตวรรษที่ 20 ซึ่งขณะนั้นครูส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการสอนด้วยการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน คือ การบรรยายให้ความรู้โดยตรง วิธีการสอนนี้ส่งผลต่อคุณภาพการสอนอย่างมาก ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนและขาดประสิทธิผลในการเรียน Albert (1988 cited in Prensky, 2001) กล่าวว่าการสอนด้วยการถ่ายทอดความรู้โดยตรงจากครู ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้เพียงร้อยละ 20-25 เท่านั้น เช่นเดียวกับ Papert (1998) ที่ให้ความเห็นว่า การที่เด็กรู้สึกไม่อยากเรียนนั้น มิได้เป็นเพราะงานที่ครูมอบหมายให้ แต่เป็นเพราะวิธีสอนของครูไม่สามารถกระตุ้นให้รู้สึกอยากเรียน อีกทั้งจากการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า เด็กวัยนี้รักการเล่นสนุกมากกว่าการฟังบรรยายหลายๆชั่วโมงในชั้นเรียน (Shiratuddin and Zaibon, 2011) จากข้อความข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการถ่ายทอดความรู้โดยตรงไม่สอดคล้องกับลักษณะของเด็กประถมศึกษา และเป็นการแยกโลกแห่งความสนุกสนานและโลกแห่งการเรียนรู้ออกจากกัน จากปัญหาด้านการเรียนการสอนนี้ทำให้เกิดแนวคิดที่จะรวมเอาโลกแห่งความสนุกสนานและโลกแห่งการเรียนรู้เข้ามาไว้ด้วยกัน ด้วยการนำเกมการเล่นซึ่งเป็นพื้นฐานของเกมดิจิทัลมาใช้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนทัศนคติที่ว่า การเรียนที่เป็นภาระงานที่ยากลำบากกลายเป็นเรื่องสนุก สิ่งนี้จึงนับว่าเป็นก้าวแรกของการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอน (Prensky, 2001)

แนวคิดการเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game-based Learning) จึงเกิดขึ้นโดยนำเกมคอมพิวเตอร์ ทั้งในระบบออนไลน์และออฟไลน์มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเกมเป็นส่วนประกอบของความรู้ ความท้าทาย และดึงดูดอารมณ์ของผู้เล่นเกมโดยเฉพาะในกลุ่มวัยเดียวกัน (Squire, Giovanetto, Devane, and Durga, 2005) และเป็นกิจกรรมชนิดหนึ่งที่ผู้เล่นต่างพยายามจะทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายใดเป้าหมายหนึ่งภายในกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ โดยทั่วไปแล้วมักเข้าใจว่าเกมเป็นของสนุก แต่ถ้ามองอย่างนักจิตวิทยาพัฒนาการ เราสามารถใช้เกมเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ทางหนึ่ง การละเลยไม่ให้ความสนใจต่อเกม อาจจะสกัดกั้นความงอกงามทางปัญญาและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ Malone (1981) พบว่าองค์ประกอบที่ทำให้เกมได้รับความนิยมอย่างมาก คือ ความท้าทาย จินตนาการเพ้อฝัน และความอยากรู้อยากเห็น นอกจากนี้ Curiosity และ Quinn (1997 อ้างถึงใน เนตร หงษ์ไกรเลิศ, 2545) ยังได้ให้การสนับสนุนว่า การใช้เกมเพื่อการศึกษามีประโยชน์ต่อผู้เรียนทั้งในด้านการฝึกหัด และยังทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี โดยการ

นำความสนุกสนานของเกมบวกกับการออกแบบการสอนและการออกแบบระบบ ซึ่งก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเกมกับผู้เรียน

เกมจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ Betz (1995) พบว่าการเล่นและการเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันอย่างมาก ในการเล่นเกม ผู้เล่นไม่ได้แค่ความสนุกสนานเท่านั้น และไม่ได้เรียนรู้เพียงแค่ศัพท์ใหม่ๆ และแนวคิดหลักเท่านั้น แต่จะได้เรียนรู้ระบบของการคิดด้วย ซึ่งสิ่งนี้เองจะเอื้อประโยชน์ทางวิชาการแก่ผู้เล่น (Squire, forthcoming cited in Squire, et al, 2005) นอกจากนี้ Egenfeldt – Nielsen (2005) ได้พบว่านักเรียนที่เล่นเกมต่างพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานและแนวคิดในเกม รวมถึงสิ่งที่ซ่อนอยู่ในเกม ซึ่งสิ่งนี้เองจะเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้น Prensky (2001) ยังได้กล่าวเสริมอีกว่า เกมคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งบันเทิงที่ดึงดูดใจผู้เล่นอย่างมาก เนื่องจากประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 12 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เกมคือรูปแบบของความสนุกสนาน ซึ่งจะให้ความเพลิดเพลินแก่ผู้เล่น
2. เกมคือรูปแบบของการเล่น ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นเกิดความกระตือรือร้นและเอาจริงเอาจัง
3. เกมมีกติกา ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นมีลักษณะการคิดที่มีแบบแผน
4. เกมมีเป้าหมาย ซึ่งก่อให้เกิดแรงจูงใจให้กับผู้เล่นเกม
5. เกมเป็นลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นได้มีการปฏิบัติ
6. เกมมีผลลัพธ์และผลป้อนกลับ ทำให้ผู้เล่นได้เกิดการเรียนรู้
7. เกมสามารถที่จะปรับใช้งานได้ในลักษณะต่างๆ ซึ่งช่วยลดอุปสรรคในการใช้งาน
8. เกมมีสถานการณ์ของความเป็นผู้ชนะ ทำให้ผู้เล่นเกิดความพึงพอใจส่วนตัว
9. เกมมีการต่อสู้ แข่งขันกับฝ่ายตรงกันข้าม ทำให้เกิดความท้าทาย และทำให้ผู้เล่นหลั่งสารอะดรีนาลีนขณะเล่นเกม
10. เกมจะมีแก้ปัญหา ทำให้ผู้เล่นเกิดประกายในการสร้างสรรค์งาน
11. เกมมีปฏิสัมพันธ์ ทำให้ผู้เล่นมีสังคมร่วมกับผู้อื่น
12. เกมมีการแสดงและเป็นเรื่องราว ทำให้ผู้เล่นมีอารมณ์ร่วมไปกับเกมด้วย

การนำเกมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น Prensky (2001) ได้ให้ความเห็นว่าเมื่อนำเอาเกมคอมพิวเตอร์ที่ดึงดูดความสนใจมารวมกับเรื่องของการเรียนที่มีแต่เนื้อหาไม่มีความน่าสนใจแต่ทำให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ เนื่องด้วยเหตุผลดังนี้

1. การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมกับความจำเป็นและรูปแบบการเรียนของผู้เรียนในปัจจุบันและในอนาคต
2. การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์เป็นการกระตุ้นผู้เรียนเพราะมีความสนุกสนาน ในการเรียน

3. การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์มีประโยชน์อย่างมาก สามารถปรับให้เข้ากับทุกสาขาทุกวิชา รวมถึงข้อมูลและทักษะการเรียนเมื่อใช้อย่างถูกต้องก็จะทำให้ได้ผลอย่างสูงสุด

การนำเกมคอมพิวเตอร์มาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้และสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังพบว่ามีการนำเกมมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเด็กประถมศึกษา (Singh et al, 2008; Shiratuddin and Zaibon, 2011) ซึ่งธรรมชาติและความต้องการของเด็กประถมศึกษา (อายุ 6 – 12 ปี) มีลักษณะดังนี้ (วัลนิกา ฉลากบาง, 2535) เด็กจะเรียนรู้จากการการลงมือปฏิบัติ มีความอยากรู้อยากเห็นชอบสำรวจสิ่งต่างๆรอบตัว ช่างซัก ช่างถาม เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มีความสนใจระยะสั้น ไม่ชอบอยู่นิ่ง ชอบมีกิจกรรมหลายๆอย่าง เรียนรู้จากการเล่น การเล่นถือเป็นกิจกรรมตามธรรมชาติของเด็กที่ทำให้เด็กมีความสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้ ชอบการแข่งขัน การแข่งขันจะกระตุ้นความสนใจ ชอบแสดงตนหรือแสดงความสามารถ ทั้งนี้เพราะเด็กต้องการการยอมรับ ต้องการความสำเร็จและฐานะในสังคม ความต้องการนี้ผลักดันให้เด็กทำกิจกรรมหลายอย่าง พยายามที่จะทำดี หรือทำงานยากๆให้สำเร็จมากขึ้น

จากธรรมชาติและความต้องการดังกล่าวของเด็กประถมศึกษา จะเห็นได้ว่าลักษณะของการเรียนรู้ด้วยเกมดิจิทัลมีความเหมาะสมกับธรรมชาติและความต้องการของเด็กประถมศึกษา ดังนี้ เด็กจะได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มีกิจกรรมหลายๆอย่าง เด็กได้เรียนรู้จากการเล่น การเล่นถือเป็นกิจกรรมตามธรรมชาติของเด็กที่ทำให้เด็กมีความสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้ มีการแข่งขันกระตุ้นความสนใจ ทั้งนี้เพราะเด็กต้องการการยอมรับ

ในปัจจุบันนักการศึกษาพยายามพัฒนาเกมเพื่อให้ผู้เล่นได้เกิดการเรียนรู้ (Gee, 2003) และนำเกมมาใช้ในการสอนแนวคิดหลักโดยใช้ประสบการณ์ของผู้เล่น ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของความรู้ที่มีประโยชน์ เช่น แนวคิดในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่างๆ (Bransford, Brown, & Cocking, 2000 , Gee, 2003 , Squire, 2003 cited in Squire, Giovanetto, Devane, and Durga, 2005) การศึกษาวิจัยเรื่องการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา White (2000) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เกมคอมพิวเตอร์ในการเรียนฟิสิกส์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า เกมคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนเพิ่มความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Kim, Park, and Baek (2009) ที่นำเกมมาใช้ในการแก้ปัญหาสังคมให้กับผู้เรียน ซึ่งพบว่า ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสังคม ทำให้ผู้เรียนสามารถรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของ Gee (2003) ที่ว่าเกมดิจิทัลมีศักยภาพในการพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถคิดหาหนทางแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี ทั้งหมดนี้พอสรุปได้ว่า การใช้เกมดิจิทัลในการเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้

การแก้ปัญหามีความสำคัญในการดำเนินชีวิต Britz และ Richard (1993) อธิบายว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถพื้นฐานที่จะเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของเด็ก เนื่องจากเป็นความสามารถที่เด็กต้องใช้ในการแสวงหาความรู้ อันนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยความเข้าใจและ มีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Welker (2006) กล่าวว่าการคิดแก้ปัญหาและการตัดสินใจมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การรู้จักคิดแก้ปัญหาสามารถทำให้ผู้เรียนพึ่งพาตนเองได้เมื่อเติบโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหามีความสำคัญต่อคนทุกคน เพราะเป็นความสามารถที่จำเป็นต้องใช้ตลอดชีวิตในการแก้ไขและฟันฝ่าอุปสรรคที่ผ่านเข้ามา ทั้งในด้านการเรียน การแสวงหาความรู้ รวมไปถึงการทำงานและการดำเนินชีวิตด้านอื่นๆด้วย กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้และเข้าใจ สามารถคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น เพื่อจะนำกระบวนการนี้ไปในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป เพราะการฝึกแก้ปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด

Mayer และ Wittrock (1996) จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้ความชัดเจนของปัญหาเป็นเกณฑ์ จำแนกประเภทของปัญหาเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ปัญหาที่ชัดเจน (well-define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ชัดเจน เช่นปัญหาแก้สมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ปัญหาที่ไม่ชัดเจน (ill- define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ไม่ชัดเจน เช่น ให้เขียนบทความเกี่ยวกับวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจเป็นต้น

นอกจากนี้ปัญหายังสามารถจำแนกได้โดยใช้ความรู้ของผู้แก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ มี 2 ประเภท (Mayer และ Wittrock, 1996) ได้แก่

1. ปัญหาที่พบเห็นเป็นประจำ (routine problem) เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ผู้แก้เคยแก้สำเร็จมาแล้ว เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้การคิดแบบนำความคิดเดิมมาแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน (nonroutine problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยแก้มาก่อน เช่น ปัญหาในชีวิตประจำวัน เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้วิธีคิดแบบสร้างขึ้นมาใหม่

ส่วนพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549) ได้จำแนกประเภทของปัญหาเป็น 2 ประเภท โดยใช้เกณฑ์สภาพของปัญหาเป็นเกณฑ์ มีดังนี้

1. ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีคำตอบคำตอบเดียว

2. ปัญหาทั่วไป เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาด้านการเงิน ปัญหาชีวิต ปัญหาด้านการเรียน เป็นต้น

จากประเภทของปัญหาดังกล่าว การแก้ปัญหาจึงจะต้องอาศัยกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมของบุคคลสิ่งเหล่านี้ จะใช้ในการทำความเข้าใจกับปัญหา ตลอดจนคิดหาทางแก้ปัญหา โดยมีกระบวนการ 4 ขั้น ดังนี้ (Weir, 1974; Guildford, 1967; Treffinger, Isaksen และ Dorvel, 2000)

1. กำหนดประเด็นปัญหา คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรอง ทบทวน และวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อทำการค้นหาปัญหา และทำความเข้าใจปัญหา

2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาต้นตอของปัญหา รวมถึงแยกแยะและหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา

3. เสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ แล้วทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจมีวิธีเดียวหรือหลายวิธีก็ได้

4. ประเมินวิธีแก้ปัญหาที่คิดขึ้น คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรองเพื่อกำหนดเกณฑ์ประเมินวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำไปใช้ในการอธิบายผลที่คาดว่าเกิดขึ้น เมื่อนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไปใช้

จากสภาพการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่เป็นไปอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านแนวคิดและเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์ต้องดำเนินชีวิตในสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ต้องเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นมากมายและหาทางแก้ปัญหาอยู่ทุกวัน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างฉลาดและรวดเร็วจะทำให้บุคคลนั้นๆ ประสบความสำเร็จในการมีชีวิตอยู่ในสังคมได้ดี ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของคนในโลกแห่งการแข่งขันยุคปัจจุบัน แต่จากผลการประชุมวิชาการระดับชาติ ที่จัดขึ้นโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สถาบันคีนันแห่งเอเชีย และ สสวท. เพื่อ “การยกระดับคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ปี 2555” ที่จัดขึ้นระหว่างวันที่ 26 - 27 ส.ค. โดยมีครูจากทั่วประเทศเข้าร่วมประชุม ซึ่งได้ร่วมกันวิเคราะห์ผลคะแนนสอบ PISA ของเด็กไทยว่าคะแนนต่ำเพราะขาดการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ซึ่งจากการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาโดย IMD ในปี 2554 ซึ่งพบว่า ไทยอยู่ในอันดับที่ 51 จาก 57 ประเทศทั่วโลก จากเดิมที่เคยอยู่ในอันดับ 46 เมื่อปี 2550 นอกจากนี้คะแนนการสอบประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ Program for Internationa lStudent Assessment (PISA) ด้านวิทยาศาสตร์ และด้านคณิตศาสตร์ ประเทศไทยยังคงอยู่ในอันดับรั้งท้ายต่อเนื่อง ในขณะที่ประเทศอื่นในเอเชียยังอยู่ในอันดับต้นๆ ข้อสรุปปัญหาดังกล่าวจากมุมมองของนักการศึกษาอย่าง ดร.ฮอง ซอง ซัง ที่ปรึกษาด้านนโยบาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวง ศึกษาธิการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาธารณรัฐเกาหลีใต้ มองว่า ผลการประเมินจาก PISA สามารถสะท้อนคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยถึงกระบวนการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ยังล้าหลัง เนื่องจากการประเมินผลของ PISA เน้นการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ดังนั้น การเรียนการสอนของไทยที่ล้าหลังจึงไม่สร้างการเรียนรู้ให้เด็กเกิดกระบวนการคิด (กรุงเทพธุรกิจออนไลน์, 2555)

การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาจึงถือเป็นเป้าหมายสำคัญ ของการจัดการศึกษา เพราะถือว่าการแก้ปัญหาเป็นความสามารถทางการคิดที่เกิดจากการที่บุคคลได้รับประสบการณ์และฝึกฝนจนเกิดทักษะ และเป็นทักษะที่จำเป็นต้องใช้อยู่ตลอดชีวิต แต่การที่บุคคลใดจะเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาได้นั้นจะต้องได้รับการฝึกฝนให้รู้จักการคิดแก้ปัญหาและมีประสบการณ์ในการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ และประสบการณ์เหล่านั้นส่วนหนึ่งได้มาจากการฝึกฝนในสถานศึกษา (Russell,1956; Tegano, Sawyers and Moran, 1989 อ้างถึงใน นุตอนงค์ ทัดบัวขำ, 2540) แนวทางการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ก็ได้ให้ความสำคัญในเรื่องนี้ พิจารณาจาก หมวด 4 มาตราที่ 22 และ 24 ที่เน้นการเรียนการสอนที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด สนับสนุนให้จัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543) การจัดการศึกษาจึงต้องมีการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้พัฒนาคนได้เต็มศักยภาพของความเป็นมนุษย์ ให้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น อยู่ร่วมกันเป็น ให้กระบวนการเรียนรู้สัมพันธ์กับวิถีชีวิตจริง (ประเวศ วะสี, 2544)

วิชาวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน การงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

จากข้อมูลดังกล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหานับเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการการเรียนการสอนในปัจจุบัน โดยเฉพาะการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ที่ควรจะสนับสนุนและปลูกฝังให้เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียน เพราะการคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นคุณลักษณะสำคัญที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในสภาพสังคมปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนนับเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มความสามารถในการคิดแก้ปัญหาให้ผู้เรียนได้ แต่จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวเกมการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่ายังไม่พบข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวกับองค์ประกอบและขั้นตอนในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบแก้ปัญหา เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษา ตอนปลาย ที่เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในหลักสูตรระดับประถมศึกษา การออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นการพัฒนากระบวนการคิดระดับสูงให้แก่ผู้เรียนต่อไป

คำถามการวิจัย

1. ครูมีความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ในโรงเรียนประถมศึกษาอย่างไร

2. การสร้างเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตอนปลาย ควรประกอบไปด้วยองค์ประกอบอะไรบ้าง

3. เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาควรเป็นอย่างไร

4. นักเรียนที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการแก้ไขปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียนหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

3. เพื่อพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถ ในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดกับทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษา การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและได้กำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการวิจัย

คำอธิบายกรอบแนวคิด

ในการวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีกรอบแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ แนวคิดด้านการออกแบบการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แนวคิดด้านกระบวนการคิดแก้ปัญหา แนวคิดด้านการเรียนรู้ด้วยเกมดิจิทัล ซึ่งมีรายละเอียดของกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

1. การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาโครงสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง (Delisle, 1997; Barrows, 1996; Bridges, 1992; Jonassen, 2000; Arends, 2001) ซึ่งองค์ประกอบของการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา ผู้เรียน ผู้สอน/ผู้อำนวยความสะดวก ทรัพยากรการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อม การประเมินผล และกระบวนการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นเตรียมการ ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ และขั้นประเมินผล

2. การคิดแก้ปัญหา เป็นกระบวนการกำจัดอุปสรรคหรือสภาพปัญหานั้นให้หมดไป โดยผ่านกระบวนการทางปัญญากับการบูรณาการกับความรู้หรือประสบการณ์เดิมในตัวบุคคลอย่างมีกระบวนการหรือขั้นตอน (Guilford and Hoepfner, 1971; Guildford, 1967; Weir, 1974; Dewey, 1976; Bruner, 1986; Treffinger, Isaksen และ Dorvel, 2000) ประกอบด้วย

2.1 กำหนดประเด็นปัญหา คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรอง ทบทวน และวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อทำการค้นหาปัญหา และทำความเข้าใจปัญหา

2.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาต้นตอของปัญหา รวมถึงแยกแยะและหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา

2.3 เสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ แล้วทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจมีวิธีเดียวหรือหลายวิธีก็ได้

2.4 ประเมินผลการแก้ปัญหาที่คิดขึ้น คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรองเพื่อกำหนดเกณฑ์ประเมินวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำไปใช้ในการอธิบายผลที่คาดว่าเกิดขึ้น เมื่อนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไปใช้

3. การเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game-based Learning) หมายถึง การเรียนรู้โดยนำเกมคอมพิวเตอร์ทั้งในระบบออนไลน์และออฟไลน์มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และฝึกทักษะต่างๆไปพร้อมกับความสนุกสนาน ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญในเกม ได้แก่ 1) เป้าหมาย 2) กฎกติกา 3) การแข่งขัน 4) ความท้าทาย 5) จินตนาการ 6) ความสนุกสนาน

เพลิดเพลิน 7) ข้อมูลป้อนกลับ 8) ผลลัพธ์ 9) ปฏิสัมพันธ์ 10) เรื่องราว 11) ความอยากรู้อยากเห็น 12) จินตนาการ 13) ความรู้สึกที่ได้ควบคุม (Alessi and Trollip, 2001; Prensky ,2001; Malone, 1981)

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในข้อสงสัยหรือข้อสมมติฐานต่างๆ ได้แก่ 1)ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3)ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 4) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 5) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6) ทักษะการทดลอง และ 7) ทักษะการตีความหมายข้อมูล (วรรณิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เตชคุปต์, 2542)

5. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแก้ไขปัญหาที่ผ่านเข้ามาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ผ่านกระบวนการทางสติปัญญาในการพิจารณาปัญหา หาสาเหตุของปัญหา เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการสรุปผล ที่บูรณาการกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม วัดได้จากคะแนนความสามารถ 4 ประการ ได้แก่

5.1 ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากการพิจารณาเรื่องราวของสถานการณ์ที่กำหนด และระบุได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

5.2 ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์สภาพปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

5.3 ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา

5.4 ความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยของ White (2000) เกี่ยวกับการใช้เกมคอมพิวเตอร์ในการเรียนฟิสิกส์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และงานวิจัยของ อานนท์ เอื้ออุมากุล (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเกมดิจิทัลมาใช้ในการฟิสิกส์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เกมดิจิทัลการศึกษาสามารถช่วยผู้เรียนเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ จากผลการวิจัยข้างต้น ได้ใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานของการวิจัยดังต่อไปนี้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของกาวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ

   ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

   ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์

2. ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยมีตัวอย่างที่ใช้ในดำเนินการวิจัย ดังนี้

3. ตัวอย่างในวิจัยได้แก่

3.1 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 120 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน เพื่อใช้ในการสำรวจสภาพปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม จำนวน 100 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา จำนวน 100 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 100 คน รวมจำนวน 300 คน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์

3.3 นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ (Piaget's Cognitive Theory) นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปี่ที่ 6 ช่วงวัยที่เริ่มเข้าใจการใช้เหตุผลและการทดลองได้อย่างเป็นระบบ และเรียนรู้เกี่ยวกับนามธรรมได้ สามารถคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยสามารถตั้งสมมติฐานและแก้ปัญหา การคิดเชิงตรรกศาสตร์ค่อนข้างสมบูรณ์ เป็นช่วงวัยที่เกิดโครงสร้างทางสติปัญญาที่สมบูรณ์ (ประสาท อิศรปรีดา, 2521) นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จึงมีความเหมาะเหมาะสมในการนำมาเป็นตัวอย่างในการทดลองเกมดิจิทัลการศึกษาแบบแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างในการวิจัยจำนวน 60 คน เพื่อใช้ในการศึกษาผลการใช้เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนประถมศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาโครงสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมการ สามารถแบ่งได้เป็น 1.1) เตรียมปัญหา 1.2) เตรียมผู้สอน/ผู้อำนวยความสะดวก ในที่นี้คือเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก 1.3) เตรียมผู้เรียน 1.4) เตรียมทรัพยากรการเรียนรู้ 2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้เป็น 2.1) เสนอสถานการณ์ของปัญหา 2.2) กำหนดกรอบการศึกษา 2.3) หาปัญหา สาเหตุของปัญหา 2.4) ตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา 2.5) ประเมินผลการแก้ปัญหา 3) ขั้นประเมินผล สามารถแบ่งได้เป็น 3.1) ประเมินผลระหว่างเรียน 3.2) ประเมินผลสรุป

2. เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา หมายถึง รูปแบบของเกมที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีการแสดงสื่อหลายรูปแบบ ได้แก่ ข้อความ เสียง รูปภาพ รวมถึงภาพเคลื่อนไหว ซึ่งผู้เล่นจะได้รับบทบาทสมมติเป็นตัวละครตัวหนึ่งในเกม สามารถบังคับตัวละครไปในทิศทางที่ต้องการ และเล่นตามกฎกติกาที่เกมกำหนดผ่านการป้อนคำสั่งและเลือกเงื่อนไขที่เกมกำหนดมา โดยสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในเกมที่ท้าทาย สนุกสนานเพลิดเพลิน เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียน โดยมีลักษณะสำคัญของเกมดิจิทัลการศึกษา สามารถตรึงความสนใจของผู้เรียนให้ทำกิจกรรมในเกมได้นานที่สุด ได้แก่ เป้าหมาย กฎ กติกา การแข่งขัน ความท้าทาย จินตนาการ ความสนุกสนานเพลิดเพลิน ข้อมูลป้อนกลับ ผลลัพธ์ การปฏิสัมพันธ์ เรื่องราว ความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และความรู้สึกที่ได้ควบคุม

3. เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง เกมในระบบออฟไลน์ ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น มีรูปแบบของเกมที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีการแสดงสื่อหลายรูปแบบ ได้แก่ ข้อความ เสียง รูปภาพ รวมถึงภาพเคลื่อนไหว ซึ่งผู้เล่นจะได้รับบทบาทสมมติเป็นตัวละครตัวหนึ่งในเกม สามารถบังคับตัวละครไปในทิศทางที่ต้องการ และเล่นตามกฎกติกาที่เกมกำหนดผ่านการป้อนคำสั่งและเลือกเงื่อนไขที่เกมกำหนดมา โดยมีภารกิจสำคัญคือผู้เรียนจะต้องสืบสอบและค้นหาข้อมูลเพื่อพิชิตภารกิจต่างๆด้วยการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่างที่เกมกำหนด ซึ่งมีขั้นตอนในเกม ดังนี้

1) เตรียมความพร้อมผู้เรียน ด้วยการแจ้งกฎ กติกา และลงทะเบียนการเล่น
2) ทบทวนความรู้เดิมและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
3) เกริ่นนำเข้าสู่สถานการณ์การปัญหา
4) กำหนดกรอบการศึกษาให้กับผู้เรียน

5) ผู้เรียนพิจารณาปัญหา สืบสอบและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการระบุปัญหา

6) ผู้เรียนพิจารณาปัญหา สืบสอบและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ระบุสาเหตุของปัญหา และระบุวิธีการแก้ปัญหา

7) ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

8) เกมสรุปและประเมินผลผู้เรียน

4. การแก้ปัญหา หมายถึง การวิเคราะห์สถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในคิดหาวิธีแก้ปัญหา จากสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดให้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดด้วยแบบสอบการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดได้จากคะแนนความสามารถ 4 ประการ ได้แก่

5.1 ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากการพิจารณาเรื่องราวของสถานการณ์ที่กำหนด และระบุได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

5.2 ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์สภาพปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

5.3 ความสามารถในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาหมายถึง ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา

5.4 ความสามารถในประเมินผลของการแก้ปัญหาที่คิดขึ้น หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นแนวทางในผลิตและการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

3. รูปแบบเกมที่พัฒนาขึ้นสามารถเพิ่มศักยภาพของนักเรียนประถมศึกษาในการแก้ปัญหาด้านอื่นๆต่อไปในอนาคต

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ

1. การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)
    - 1.1 ความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 1.2 หลักการของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 1.3 ลักษณะการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 1.4 ขั้นตอนและกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 1.5 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 1.6 ลักษณะของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 1.7 ประเภทของหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    - 1.8 ประโยชน์ของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. การคิดแก้ปัญหา (Problem-Solving)
    - 2.1 ความสำคัญของการคิดแก้ปัญหา
    - 2.2 ความหมายของปัญหา
    - 2.3 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา
    - 2.4 ประเภทของปัญหา
    - 2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา
    - 2.6 กระบวนการคิดแก้ปัญหา
    - 2.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
    - 2.8 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาที่ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน
3. การเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game-Based Learning)
    - 3.1 แนวคิดในการนำเกมดิจิทัลมาใช้ในด้านการศึกษา
    - 3.2 ความหมายของการเรียนด้วยเกมดิจิทัล
    - 3.3 คุณค่าและความสำคัญของการเรียนด้วยเกมดิจิทัล
    - 3.5 หลักการและวัตถุประสงค์ของการเรียนด้วยเกมดิจิทัล
    - 3.5 รูปแบบเกมดิจิทัล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6 องค์ประกอบที่สำคัญของเกมดิจิทัล

3.7 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนด้วยเกมดิจิทัล

3.8 การวางแผนและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนด้วยเกมดิจิทัล

3.9 การออกแบบการเรียนรู้ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3.10 ลักษณะของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3.11 ผลลัพธ์ของการนำเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการเรียนการสอน

3.12 เกณฑ์การประเมินผลเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

4. ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

4.1 ความหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

4.2 วัตถุประสงค์สำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

4.3 ประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

4.4 ข้อตกลงเบื้องต้นและการทดสอบ

4.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

1. การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนแบบแก้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่เป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดเริ่มของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งปัญหาเหล่านี้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน (ill-structured) ไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยง่ายและมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ซึ่งผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา หรือฝึกประบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะ กระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ (Barrows and Tamblyn, 1980; Wood, 1994, Finkle and Torp, 1995; Linda, 1997; Arends, 1998; ทิศนา แขมมณี, 2544)

1.2 หลักการของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์ (2531) ได้กล่าวถึง หลักการของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ดีนั้นจะเหมาะสมกับการเรียนรู้ 2 ประเภท คือ การเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center) และการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Learning) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center)

การเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเป็นทฤษฎีของ Carl R. Rogers ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาคลินิก ได้เปรียบเทียบการเรียนรู้ของนักเรียนนักศึกษากับการเรียนรู้ของผู้ป่วยทางจิต ที่ต้องอาศัยแรงจูงใจ เพื่อให้เกิดความเข้าใจปัญหาของตัวเองด้วยตัวเองเสียก่อนจึงจะสามารถรักษาอาการป่วยทางจิตบางประเภทได้ การเรียนรู้ก็เช่นกันนักศึกษาจะเกิดการเรียนรู้และความจำได้ยาวนานขึ้นก็ต่อเมื่อนักศึกษามีโอกาสได้เรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง มีการทำความเข้าใจในเรื่องที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียน

2. การเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Learning)

การเรียนรู้แบบเอกัตภาพหรือการเรียนรู้รายบุคคลเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะเรียนแบบตัวต่อตัวกับอาจารย์ผู้สอน วิธีการนี้เป็นวิธีการสอนแบบดั้งเดิม โดยที่ครูหนึ่งคนจะสอนศิษย์เพียงหนึ่งคนเท่านั้น ซึ่งเป็นการสอนได้ผลดีที่สุด ผู้เรียนกับผู้สอนจะมีความผูกพันและให้ความเคารพนับถือกันมาก ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างเต็มที่ปราศจากความกังวล แต่ปัจจุบันไม่สามารถจัดการเรียนการสอนเช่นนี้ได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงใช้สื่อการสอนเช่น คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนรายบุคคล ซึ่งได้ผลดีมากแต่อาจทำให้ผู้เรียนมีโอกาสสื่อสารกับบุคลอื่นค่อนข้างน้อย เนื่องจากขาดปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น

การจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นอาศัยหลักการ 3 หลักการ คือ การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างไม่ใช่กระบวนการรับ เมตาคอกนิชันเป็นองค์ประกอบของทักษะที่จำเป็นในการเรียนและรูปแบบการเรียนที่เป็นไปตามสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมซึ่งเกิดจากการกระตุ้นด้วยปัญหาทำให้ผู้เรียนเกิดการค้นหาคำตอบและเกิดความรู้ใหม่เกิดขึ้น เป็นการเรียนรู้จากการค้นพบโดยมีครูเป็นผู้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเท่านั้น Gijselaers (1996 อ้างถึงในอาภรณ์ แสงรัศมี, 2543)

1.3 ลักษณะการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Arends (1998) กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ใช้คำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้น (Driving question or problem) การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะใช้คำถามหรือปัญหาซึ่งหมายถึงทั้งในด้านบุคคลและสังคมนำเสนอแก่ผู้เรียน โดยเน้นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและหลีกเลี่ยงคำตอบง่ายๆ หรือคำตอบที่มีการแก้ปัญหาอยู่แล้ว

2. เน้นการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างสาขาวิชา (Interdisciplinary focus) บทเรียนในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้นเป็นวิชาใดวิชาหนึ่ง แต่สถานการณ์ปัญหาที่แท้จริงภายใต้การสืบเสาะต้องการให้ผู้เรียนค้นหาในหลายๆ วิชามาประกอบกัน

3. มีการสืบเสาะอย่างแท้จริง (Authentic investigation) การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องสืบเสาะอย่างแท้จริง ผู้เรียนต้องวิเคราะห์และระบุปัญหา ตั้งสมมติฐานทำนายล่วงหน้า รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ปฏิบัติการทดลอง (หากเหมาะสม) สร้างข้อวินิจฉัยและสรุปผล ซึ่งวิธีการสืบเสาะที่ใช้ขึ้นกับลักษณะธรรมชาติของปัญหาที่ศึกษา

4. การสร้างผลผลิตที่เป็นผลลัพธ์และการจัดนิทรรศการ (Production of artifacts and exhibits) การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานต้องการให้ผู้เรียนสร้างผลลัพธ์ในรูปแบบผลผลิตและการจัดนิทรรศการ ซึ่งอธิบายและแสดงการแก้ปัญหาของผู้เรียน อาจเป็นในรูปของรายงาน แบบจำลอง วีดิทัศน์ หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

5. การเรียนแบบเรียนรู้ร่วมกัน (Collaboration) การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นลักษณะการเรียนรู้ที่ผู้เรียนทำงานและเรียนรู้ร่วมกันในลักษณะเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย ซึ่งจะสร้างแรงกระตุ้นสำหรับสนับสนุนการทำงานที่มีความซับซ้อน และสนับสนุนโอกาสในการร่วมกันไต่ถามและสนทนาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดและทักษะด้านสังคม

นอกจากนี้ Bridges (1992) ยังได้จำแนกการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่นำไปใช้ในห้องเรียนออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบเน้นปัญหา (problem-stimulated PBL) และแบบเน้นผู้เรียน (Student - Centered PBL)

1. การเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักที่เน้นปัญหา (Problem-stimulated PBL)

รูปแบบนี้จะใช้บทบาทของปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะแนะนำและเรียนรู้ความรู้ใหม่ การเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักที่เน้นปัญหานี้ให้ความสำคัญกับเป้าหมายหลัก 3 ประการ คือ 1) การพัฒนาทักษะเฉพาะเจาะจง (Domain-specific skills) 2) การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา (Problem-solving skills) และ3) การพัฒนาความรู้เฉพาะเจาะจง (Domain-specific knowledge) โดยประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

1) ผู้เรียนได้รับทรัพยากรการเรียนรู้ ดังนี้

- ปัญหา
- วัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนคาดหวังว่าจะได้นับขณะปฏิบัติการแก้ปัญหา
- รายการอ้างอิงของทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวกับวัตถุประสงค์พื้นฐาน
- คำถามที่เน้นมโนทัศน์ที่สำคัญและการประยุกต์ใช้ฐานความรู้

2) ผู้เรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้โครงการประสบความสำเร็จ สามารถแก้ปัญหา และทำให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้

3) ผู้เรียนแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ต่างๆ กันในกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นบทบาทผู้นำ ผู้ช่วยเหลือ ผู้บันทึก และสมาชิกกลุ่ม

4) จัดสรรเวลาที่ชัดเจนในแต่ละช่วงของโครงการ

5) จัดตารางกิจกรรมการปฏิบัติงานของทีมและวางแผนให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด

6) ความสามารถของผู้เรียนถูกวัดโดยผู้สอน เพื่อนร่วมชั้น และตัวผู้เรียนเอง โดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต และวิธีการประเมินอื่นๆ

กระบวนการทั้งหมด ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนแก่กลุ่ม และให้คำแนะนำ รวมทั้งกำหนดทิศทางถ้ากลุ่มร้องขอหรือเกิดปัญหาอุปสรรคในการทำงาน

2. การเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นผู้เรียน (Student - Centered PBL)

รูปแบบนี้คล้ายกับรูปแบบแรกในบางลักษณะ เช่น มีเป้าหมายเหมือนกัน แต่มีสิ่งที่มากกว่าคือ ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Fostering life-long learning skills) กลุ่มแพทย์เป็นผู้ที่ต้องการการพัฒนาทำงานอยู่ตลอดเวลา ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงเป็นส่วนที่สำคัญในการปฏิบัติงาน เพราะฉะนั้นโรงเรียนแพทย์จึงนิยมใช้รูปแบบนี้ในการเรียนการสอน โดยประกอบด้วยกระบวนการที่คล้ายกับรูปแบบแรกดังต่อไปนี้

1) ผู้เรียนได้รับสถานการณ์ของปัญหา

2) ผู้เรียนทำการฝึกปฏิบัติการแก้ปัญหาในรูปแบบกลุ่ม

3) ผู้เรียนถูกประเมินผลโดยวิธีการที่หลากหลายโดยผู้สอน เพื่อนร่วมชั้น และผู้เรียนเอง

แม้กระบวนการดังกล่าวจะมีความใกล้เคียงกับรูปแบบแรก แต่สิ่งที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนคือในกระบวนการแต่ละขั้นตอนนั้นจะถูกขับเคลื่อนโดยเป้าหมายของการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยภาระความรับผิดชอบของผู้เรียนมีดังนี้

1) ผู้เรียนระบุปัญหาการเรียนรู้ที่พวกเขาต้องการค้นหา

2) ผู้เรียนกำหนดเนื้อหาที่ต้องการศึกษา

3) ผู้เรียนกำหนดและค้นหาแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะที่สำคัญของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้โดยจะเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจนช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และการประเมินผลจะดูจากความสามารถจริงในการปฏิบัติ (authentic assessment)

1.4 ขั้นตอนและกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต้องใช้ความสามารถในหลายๆด้านประกอบกันเป็นลำดับขั้นตอน ทั้งนี้เป็นเพราะผลจากการคิดในแต่ละขั้นนั้นมีความจำเป็นต้องนำไปใช้ต่อในขั้นตอนต่อๆไป ขั้นตอนและกระบวนการเรียนการสอนแก้ปัญหามีผู้เสนอไว้หลายท่านดังนี้

Barrows and Tamblyn (1980) ได้สรุปกระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหาเป็นอันดับแรก
2. แก้ปัญหาด้วยเหตุผลโดยรวบรวมแนวคิดและความรู้เดิมเกี่ยวกับปัญหานั้นอย่างมีทักษะ
3. ค้นหาประเด็นการเรียนรู้ด้วยกระบวนการปฏิสัมพันธ์
4. ศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง
5. นำความรู้ที่ได้มาใหม่มาใช้ในการแก้ปัญหา
6. สรุปและประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

Duch (1995) สรุปว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนดังนี้

1. นำเสนอด้วยปัญหา ปัญหาอาจจะมาจากกรณีตัวอย่าง เทปโทรทัศน์ รายงานการค้นคว้า ให้ผู้เรียนในกลุ่มรวบรวมแนวคิดและความรู้เดิมเกี่ยวกับปัญหานั้น

2. สร้างประเด็นการเรียนในระหว่างการอภิปรายภายในกลุ่ม ประเด็นการเรียนเป็นการระบุว่า สิ่งใดที่พวกเขารู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ คำถามอะไรที่ควรไปหาความรู้มาเพิ่มเติม

3. จัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียนและให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล

4. สรุปความรู้ที่ได้เรียนหลังจากการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม โดยความรู้ใหม่ที่ได้รวบรวมมาจะถูกนำมาสรุปและผสมผสานกับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อนำไปแก้ปัญหาและสรุปความรู้ที่ได้เป็นความรู้ใหม่ ผู้เรียนอาจจะต้องระบุประเด็นปัญหาใหม่และหาข้อมูลเพิ่มเติมจนกว่าจะหาข้อมูลครบถ้วนต่อการแก้ปัญหา

Arends (1998) เสนอขั้นตอนกระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักดังนี้

1. นำเสนอปัญหาให้แก่ผู้เรียน
2. กำหนดกรอบการศึกษา
3. รวบรวมข้อมูล
4. พัฒนาและนำเสนอผลงาน
5. ประเมินผลการแก้ปัญหา

ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์ (2537) กล่าวว่า กระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มต้น จากปัญหาซึ่งผู้เรียนจะใช้เป็นหลักในการแก้ปัญหาจนกระทั่งเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำความกระจ่างกับถ้อยคำ แนวคิด และเทอมต่างๆ (Clarify Terms and concepts) ในขั้นตอนแรก กลุ่มผู้เรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจกับปัญหาที่ได้รับเสียก่อน หากมีคำข้อความหรือแนวคิดตอนใดที่ยังไม่เข้าใจจะต้องพยายามหาคำอธิบายให้ชัดเจนโดยอาจจะอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกภายในกลุ่ม หรือจากเอกสารตำราอื่นๆที่มีคำอธิบายอยู่

2. ระบุประเด็นปัญหา (Define the Problem) เป็นการให้คำอธิบายของปัญหาทั้งหมด โดยกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาที่ถูกต้องสอดคล้องกันโดยอย่างน้อยที่สุดจะต้องเข้าใจว่ามีเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใดถูกกล่าวถึงหรืออธิบายอยู่ในปัญหานั้นบ้าง

3. วิเคราะห์ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Analyze the Problem and Formulate Hypothesis) การวิเคราะห์ปัญหาจะได้มาซึ่งความคิดและข้อสนับสนุนเกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหา ทั้งนี้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งความคิดอย่างมีเหตุผล ในการสรุปรวบรวมความคิดเห็น ความรู้ และแนวความคิดของสมาชิกภายในกลุ่ม เกี่ยวกับกระบวนการและกลไกที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา นั่นคือพยายามสร้างสมมติฐานอันสมเหตุสมผลสำหรับปัญหานั้นๆ

4. จัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน (Identify the Priority of Hypothesis) จากสมมติฐานที่ต่างๆ ที่ได้มานั้น กลุ่มจะต้องนำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญอีกครั้งโดยอาศัยข้อสนับสนุนจากข้อมูลความจริงและความรู้จากสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อพิจารณาหาข้อยุติ สำหรับสมมติฐานที่ปฏิเสธได้และคัดเลือกสมมติฐานที่ต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

5. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Formulate Learning Objectives) เมื่อกลุ่มอภิปรายและตัดสินว่าข้อมูลอะไรที่จำเป็นและยังขาดอยู่ ซึ่งทำให้ไม่สามารถตอบคำถามหรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้นได้ กลุ่มจะช่วยกันกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อไปค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมในการทดสอบสมมติฐานที่คัดเลือกไว้

6. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม (Collect Additional Information outside the Groups) จากวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมี

หน้าที่รับผิดชอบในการไปศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั้งจากตำราเอกสารทางวิชาการและผู้เชี่ยวชาญต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการทำงานจะทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

7. สังเคราะห์และทดสอบข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา (Synthesize and Test the Newly Acquired Information) กระบวนการของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะสมบูรณ์ได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามา เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่วางไว้ โดยสมาชิกของกลุ่มแต่ละคนจะนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเสนอต่อสมาชิกอื่นในกลุ่ม เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มาเพียงพอต่อการพิสูจน์สมมติฐานหรือไม่ ดังนั้นกลุ่มอาจจะพบว่ามีข้อมูลบางส่วนไม่สมบูรณ์ จำเป็นจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมอีก

8. สรุปหลักการ และแนวคิดจากการแก้ปัญหา (Identify Generalizations and Principles Derived from Studying this Problem) กระบวนการจะสิ้นสุดเมื่อกลุ่มสามารถหาข้อมูลครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อสมมติฐานทั้งหมดได้ และสามารถสรุปได้ถึงหลักการต่างๆที่ได้จากการศึกษาปัญหานี้ รวมทั้งเห็นแนวทางในการนำความรู้และหลักการนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอน	Barrows and Tamblyn (1980)	Duch (1995)	Arends (1998)	ทองจันทร์ หงส์ลดา รมภ์ (2537)	ผู้วิจัย
นำเสนอด้วยปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓
ทำความเข้าใจกับปัญหา	✓			✓	
กำหนดกรอบการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
จัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียน				✓	
วิเคราะห์ปัญหา				✓	
รวบรวมข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓
นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา	✓		✓	✓	✓
สรุปและประเมินผลการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอนที่สำคัญๆ ดังนี้ 1) การนำเสนอปัญหา 2) กำหนดกรอบการศึกษา 3) รวบรวมข้อมูล 4) นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา และ5) สรุปและประเมินผลการแก้ปัญหา

1.5 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการปรับเปลี่ยนบทบาทในการเรียนการสอนแบบเดิม ทั้งผู้สอนและผู้เรียน ดังนี้

บทบาทผู้สอน

เฉลิม วราวิทย์ (2531) ได้สรุปบทบาทที่สำคัญของผู้สอนไว้ว่า เป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดและชี้แนะการอภิปรายระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ไปในแนวทางที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และให้ข้อมูลหรือเนื้อหาทางวิชาการที่เหมาะสม แนะแนวทางด้วยวิธีการตรงหรืออ้อมเพื่อให้นักเรียนรู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและหาวิธีการประเมินผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ สอดคล้องกับสารภี ลีประเสริฐและคณะ (2534 อ้างถึงใน อาภรณ์ แสงรัศมี, 2543) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนว่ามีบทบาทที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. กระตุ้นความคิดผู้เรียน
2. ช่วยให้การประชุมกลุ่มของผู้เรียนมีบรรยากาศของการอภิปรายและไม่ออกนอกประเด็น
3. ให้ข้อมูลข่าวสารหรือความรู้ที่เป็นประโยชน์แก่กลุ่ม แต่จะให้เฉพาะกรณีที่จำเป็นและไม่บอกทั้งหมด เป็นการบอกเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดต่อหรือมีความคิดที่กว้างขวางขึ้น

นอกจากนี้ Duch (1995) ยังได้กล่าวเพิ่มเติมว่า ผู้สอนจะต้องให้แนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ และแนะนำผู้เรียน โดยไม่ใช่การบรรยายโดยตรงหรือให้คำตอบง่ายๆ ดังนั้นบทบาทของผู้สอนจึงมีลักษณะเป็นผู้ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา กระตุ้นความคิดของผู้เรียน แนะนำและจัดเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนจัดระบบการเรียนและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

บทบาทผู้เรียน

Barrows and Tamblyn (1980) กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของผู้เรียนไว้ว่า ผู้เรียนเป็นผู้กระทำโดยตรง ไม่ใช่ผู้รับ ผู้เรียนไม่ใช่ผู้ฟัง สังเกต เขียนและจดจำ แต่เป็นการถามเพื่อปฏิบัติ คิดเข้ามามีส่วนร่วม แสดงความคิดเห็นอย่างเปิดเผยและเรียนด้วยความพยายาม นอกจากนี้ สุปรียา วงษ์ตระหง่าน (2546) ยังกล่าวถึง ลักษณะของผู้เรียนในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะ 5 ประการ ดังนี้

1. Competence มีความรู้ความสามารถ
2. Communication มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น
3. Concern มีความตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งต่างๆ
4. Courage มีความกล้าตัดสินใจ
5. Creativity มีความคิดสร้างสรรค์

นอกจากนี้ The problem based learning (PBL) process as implemented in the faculty of health sciences ยังได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของผู้เรียนในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ต้องเป็นผู้ปฏิบัติจัดการเวลาที่ดี
2. ต้องเข้าร่วมกระบวนการกลุ่ม
3. ต้องเป็นผู้มีปฏิสัมพันธ์อย่างเต็มที่และอิสระกับสมาชิกภายในกลุ่มและติวเตอร์
4. ต้องเอาใจใส่เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มทุกอย่างอย่างกระตือรือร้นและมีภาวะผู้นำ
5. ต้องเอาใจใส่การแก้ปัญหา โดย

5.1 พบปะและเข้าร่วมการประชุมหรือกิจกรรมกลุ่มทุกครั้งอย่างกระตือรือร้นทั้งในด้านการฟัง การสนับสนุนการอภิปราย และการถาม-ตอบคำถาม

5.2 พิจารณา แยกแยะคำอธิบายใหม่ๆ สร้างการเชื่อมโยงของความคิด หลักการและกระบวนการ

5.3 หมั่นพิจารณา และแก้ไขหัวข้อการเรียน และนำผลสำเร็จของแต่ละคนและของกลุ่มมาวิเคราะห์และหาข้อสรุป

5.4 แสดงบทบาทเป็นผู้แก้ปัญหา ผู้ช่วยเหลือในกระบวนการ ผู้เชื่อมโยงกับแหล่งความรู้

5.5 กระตือรือร้นในการค้นหา แยกแยะ และปรึกษาบุคคลที่เป็นแหล่งการเรียนรวมถึงประเมินความสามารถของตนเองและติวเตอร์

ดังนั้นผู้เรียนจึงมีบทบาทในการตัดสินใจในสิ่งที่จะเรียนและวิธีในการเรียน ในลักษณะเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น เข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนทุกขั้นตอน และทำการแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างแท้จริง

1.6 ลักษณะของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัญหาเป็นลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งก่อให้เกิดบริบทในการเรียนและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้

Arends (1998) อธิบายถึงลักษณะปัญหาที่ดีว่ามี 5 ประการ ดังนี้

1. ปัญหาควรจะมีลักษณะเป็นความจริงซึ่งหมายความว่า ปัญหาควรนำผู้เรียนไปสู่ประสบการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงมากกว่าเนื้อหาในหลักสูตร

2. ปัญหาควรมีความไม่แน่นอน สร้างความสับสน ไม่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว มีทางเลือกในการแก้ปัญหาหลายๆทาง ซึ่งแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อด้อยในตัวของมันเอง ซึ่งต้องการการอภิปรายกันภายในกลุ่ม

3. ปัญหาจะต้องมีความหมายกับผู้เรียน และเหมาะกับระดับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

4. ปัญหาควรมีความครอบคลุมจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ ภายในเวลา สถานที่ และแหล่งทรัพยากรที่เหมาะสม

5. ปัญหาที่ดีควรก่อประโยชน์สำหรับความพยายามของกลุ่ม

Duch (1996) กล่าวว่า ลักษณะปัญหาที่ดีจะต้องกระตุ้นและเร้าความสนใจผู้เรียน ซึ่งปัญหาที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่ดีจะต้องกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในครั้งแรกและกระตุ้นพวกเขาในการสืบเสาะ ไต่ถาม เพื่อความเข้าใจลึกซึ้งในเรื่องของความคิดที่ถูกนำมาเสนอ ซึ่งจะสัมพันธ์กับเนื้อหาในโลกความเป็นจริง ดังนั้นผู้เรียนจึงได้ประโยชน์จากการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ดีต้องการให้ผู้เรียนตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง ข้อมูลตรรกศาสตร์ความมีเหตุผล ผู้เรียนอาจจะต้องอ้างเหตุผลสนับสนุนในการตัดสินใจทั้งหมด และให้เหตุผลในหลักการที่ได้เรียนรู้ ปัญหาควรจะทำให้ผู้เรียนระบุถึงสมมติฐาน ข้อมูลที่ต้องมี หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาควรเป็นอย่างไร

3. ปัญหาที่ดีควรมีความยาวและความซับซ้อนของปัญหาที่จะต้องแก้ปัญหาโดยอาศัยการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียนภายในกลุ่ม การทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ลักษณะปัญหาที่ดีควรมีลักษณะให้ผู้เรียนภายในกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นได้ ซึ่งปัญหาจะต้องมีลักษณะเป็นแบบเปิด ไม่จำกัดว่าจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว มีความเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้เรียนมาก่อนหน้านั้น เน้นการใช้ประโยชน์ของกระบวนการกลุ่มในการรวบรวมความรู้ความคิดของผู้อื่นมากกว่าการทำงานเพียงคนเดียว

5. ปัญหาจะต้องมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชา มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่ และเชื่อมต่อความรู้ใหม่กับความคิดในบทเรียนอื่นๆ

ลักษณะปัญหาที่ดีควรท้าทายผู้เรียนในการคิดวิพากษ์ระดับสูง ซึ่งบ่อยครั้งที่ผู้เรียนมองการเรียนรู้ว่าเป็นการท่องจำข้อเท็จจริง ถ้อยคำ และคำนิยามเพื่อตอบคำถาม ผู้เรียนหลายคนขาดความสามารถ หรือแรงกระตุ้นเพื่อนำข้อเท็จจริงไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้นของเนื้อหาวิชา ดังนั้นเราจะหาคำถามที่ดีได้จากไหน ผู้ที่ใช้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียน จะต้องเขียนขึ้นมาเอง บางคนใช้วีดิทัศน์ เรื่องราว นวนิยาย บทความในหนังสือพิมพ์ และรายงานการวิจัยเป็นพื้นฐานสำหรับปัญหา ส่วนใหญ่ผู้สอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานจะใช้ปัญหาในหนังสือเรียนแล้วนำมาเขียนใหม่เป็นปัญหาปลายเปิด ปัญหาที่มีอยู่ในโลกความเป็นจริง

นอกจากนี้ Duch (1996) ยังได้แบ่งระดับของสถานการณ์ปัญหาตามระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของ Bloom ไว้ 3 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 เป็นปัญหาท้ายบทเรียน ต้องการแต่ระดับความรู้ ความจำ และความเข้าใจเท่านั้น โดยมีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ผู้เรียนตั้งขึ้น ในระดับนี้ผู้เรียนจะจดจำคำศัพท์ คำนิยาม และหลักการ สามารถอธิบาย ตีความ และขยายความในเรื่องนั้นๆได้

ระดับที่ 2 เป็นการเพิ่มเนื้อหาของระดับที่ 1 ทำให้ผู้เรียนตัดสินใจในการแก้ปัญหาและการนำไปใช้ ซึ่งในระดับนี้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง มาใช้ในแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

ระดับที่ 3 เป็นระดับของการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล ซึ่งสถานการณ์ปัญหาจะสัมพันธ์กับโลกความเป็นจริง ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาข้อความรู้ ประเมินค่า ตัดสินใจภายใต้ข้อมูลที่ได้รับมา โดยมีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบซึ่งขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ผู้เรียนตั้งขึ้น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นควรเป็นปัญหาจริงมากกว่าเป็นปัญหาในหลักสูตรหรือแบบเรียน เป็นปัญหาที่มีความสมเหตุสมผล มีลักษณะปัญหาเป็นแบบเปิดที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าคำตอบเพียงคำตอบเดียว ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เกิดการอภิปรายเกี่ยวกับปัญหานั้นและพยายามศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา

1.7 ประเภทของหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัจจุบันหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 2 ประเภทที่ใช้ คือ หลักสูตรที่ให้มีการสืบค้นในลักษณะเปิดกว้างและหลักสูตรที่ให้แนวทางการสืบค้นไว้ชัดเจน (Swanson, Case and Vleuten, 1991 อ้างถึงใน พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ Basanti Majumdar, 2544)

หลักสูตรที่มีการสืบค้นในลักษณะเปิดกว้างจะมุ่งที่กระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนรับผิดชอบเองว่า ตนเองต้องการเรียนรู้อะไร เมื่อไร และอย่างไร การเรียนรู้เกิดขึ้นตามหลักการกว้างๆ ผู้เรียนจะได้รับคำชี้แนะเล็กน้อย ซึ่งจะนำไปสู่โอกาสการค้นหา สืบเสาะข้อมูลความรู้ได้อย่างมากมายและตลอดชีวิต การประเมินการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้มุ่งที่กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองแรงกระตุ้น ความพยายาม การแก้ปัญหา และเจตคติ ดังนั้นการประเมินผลลัพธ์ของการเรียนรู้ก็จะใช้การมองที่ปัญหาและการแก้ปัญหา ข้อสอบแบบเลือกตอบจะไม่เหมาะสมเพราะจะชี้นำให้ผู้เรียนใช้ความจำ จึงจำเป็นต้องทำให้ผู้เรียนรู้จักตัดสินใจด้วยตนเองในการเลือกสาระเพื่อเรียนรู้พร้อมกับการเลือกวิธีการเรียนรู้ด้วยวิธีประเมินเชิงกระบวนการ ดังนี้

1. การประเมินโดยครู เพื่อน และตนเอง
2. การค้นหาบทความอ่าน การบันทึกการปฏิบัติประจำวัน หรือสรุปกิจกรรมการเรียนรู้
3. การทำแบบฝึกหัด

ส่วนหลักสูตรที่มีแนวการสืบค้นไว้แน่ชัดนั้นจะกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจนในแต่ละปัญหา วัตถุประสงค์เหล่านี้จัดขึ้นโดยผู้สอน คือ ผู้ซึ่งจะจัดกลุ่มอภิปรายและกลุ่มการเรียนรู้ต่อไป หลักสูตรเช่นนี้ได้จัดการไว้อย่างมีรูปแบบชัดเจนมาก ซึ่งได้ลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ไว้แล้วอย่างระมัดระวังโดยผู้เรียนอาจรู้หรือไม่รู้ตัวก็ได้ การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้จะมีปัญหาน้อย เนื่องจากใช้วัตถุประสงค์เดียวกันในการพัฒนาปัญหา และสร้างแบบวัด เทคนิคการวัดจะมุ่งที่กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเป็นลำดับขั้น มีวิธีประเมินผลลัพธ์ ดังนี้

1. การเขียนสถานการณ์จำลอง
2. การตอบข้อสอบบรรยายในส่วนของการบูรณาการแนวคิด
3. การทำข้อสอบเลือกตอบที่ใช้ถามการนำความรู้ไปใช้
4. การตอบคำถามสั้น

จะเห็นได้ว่าวิธีปฏิบัติทั้ง 2 อย่างที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวิธีตรงกันข้ามกัน ซึ่งเครื่องมือที่จะใช้เพื่อประเมินผลก็จะแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามไม่ว่าผู้สอนจะเลือกใช้วิธีการใดควรจะต้องจัดขึ้นในทิศทางที่ผู้เรียนได้ประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้

1.8 ประโยชน์ของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Walton and Matthews (1989) และ Wilkerson and Feletti (1989) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวได้ดีขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในเรื่องข้อมูลข่าวสารในโลกปัจจุบัน
2. เสริมสร้างความสามารถในการใช้ทรัพยากรของผู้เรียนได้ดีขึ้น
3. ส่งเสริมการสะสมการเรียนรู้และการคงรักษาข้อมูลไว้ได้ดีขึ้น
4. เมื่อใช้ในการแก้ปัญหาของสหสาขาวิชา ทำให้สนับสนุนความร่วมมือมากกว่าการแข่งขัน
5. ช่วยให้เกิดการตัดสินใจแบบองค์รวมหรือแบบสหสาขาวิชาสำหรับปัญหาสุขภาพที่สำคัญ

นอกจากนี้ Barrows and Tamblyn 1980) กล่าวว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีข้อดีซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นการบูรณาการและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การได้เผชิญกับปัญหาเป็นโอกาสที่ได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจ

3. พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียนโดยการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียน รู้วิธีการแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ รวบรวมความรู้และนำมาสรุปเป็นความรู้ใหม่เป็นลักษณะของการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย มีวิธีการแสวงหาความรู้และไตร่ตรองทรัพยากรการเรียนซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความหมายสำคัญช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง

4. พัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม การเรียนเป็นกลุ่มย่อยทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น ทำให้มีความรู้กว้างขวางมากขึ้นซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะทางสังคม

5. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ทดลองด้วยความรู้สึกที่เป็นอิสระและได้แสดงความคิดเห็นซึ่งเป็นการยืนยันการสร้างสิ่งแวดล้อมที่เปิดโอกาสการเรียนรู้ ผู้เรียนเต็มใจที่จะใช้พละกำลังเพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณค่า จะเห็นได้ว่าเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระที่จะแสดงออกโดยไม่ต้องเกรงกลัวอะไร ทำให้สามารถค้นหาความรู้ใหม่ได้และมีความสนุกในการทำงานกับผู้ทบทวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาจะทำให้ผู้เรียนได้รับความอิสระ ที่จะเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า วิธีการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะใฝ่หาความรู้เพื่อแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาดังกล่าว โดยที่ผู้เรียนจะตัดสินใจแสวงหาความรู้ในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ และทำงานร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ ภายในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นการบูรณาการ ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม และช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน

Chulalongkorn University

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประเด็นที่พบจากงานวิจัยคือ

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะสามารถแก้ปัญหาที่เผชิญในอนาคตได้ดี และมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น (Cagwin, 1997)

2. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 (อาภรณ์ แสงรัศมี, 2543; ฉัตรลดา สุนทรนนท์, 2549)

3. ผู้เรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนการทำแบบวัดลักษณะการคิดสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Yang, 2002)

4. การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในการฝึกอบรม พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกอบรมมีสมรรถภาพในการเรียนเพิ่มขึ้นก่อนการฝึกอบรม (ยุวดี ฤาชา, 2533)

5. ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (ทองสุข คำธนะ, 2538; ชูศักดิ์ พุกกะพันธ์, 2541)

6. ผู้เรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนโดยประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงสูงขึ้น (ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล, 2545)

7. ผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียบบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีคะแนนความคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ปณิตา วรรณพิรุณ, 2551)

2. การคิดแก้ปัญหา (Problem - Solving)

2.1 ความสำคัญของการคิดแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหามีความสำคัญ พิชิต สนั่นเอื้อ (2542) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดแก้ปัญหาว่า ชีวิตของคนทุกคนล้วนเผชิญกับปัญหาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัญหาทำให้คนเกิดความทุกข์และความไม่เข้าใจ การคิดแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยทำให้ปัญหาต่างๆหมดไป นำไปสู่การดำเนินชีวิตอย่างเป็นสุข Britz และ Richard (1993) อธิบายว่าการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถพื้นฐานที่จะเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของเด็ก เนื่องจากเป็นความสามารถที่เด็กต้องใช้ในการแสวงหาความรู้ อันนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยความเข้าใจและ มีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Welker (2006) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาและการตัดสิน ใจมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การรู้จักคิดแก้ปัญหาสามารถทำให้ผู้เรียนพึ่งพาตนเองได้ เมื่อเติบโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต จากที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่าการคิดแก้ปัญหามีความสำคัญต่อคน ทุกคน เพราะเป็นความสามารถที่จำเป็นต้องใช้ตลอดชีวิตในการแก้ไขและฟันฝ่าอุปสรรคที่ผ่านเข้ามา ทั้งในด้านการเรียน การแสวงหาความรู้ รวมไปถึงการทำงานและการดำเนินชีวิตด้านอื่นๆด้วยกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้และเข้าใจ สามารถคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น เพื่อจะนำกระบวนการนี้ไปในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป เพราะการฝึกแก้ปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด

2.2 ความหมายของปัญหา

Mayer และ Heidgerken (1962) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่าหมายถึง เหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการดำเนินงานที่มาขัดขวางไม่ให้งานบรรลุเป้าหมาย ในขณะที่ Krulik และ Rudnick (1993) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่าหมายถึง สภาพการณ์ที่แต่ละบุคคลหรือแต่ละกลุ่มต้องเผชิญหน้าและยังหาคำตอบไม่ได้ ซึ่งต่อมาพจนานุกรมของ Webster (1994) ให้ความหมายของปัญหาว่าหมายถึง คำถาม เรื่องราว สถานการณ์หรือบุคคลที่ทำให้เกิดความสงสัย สับสน หรือยุ่งยาก เพื่อนำไปสู่การแก้ไขหรือการอภิปราย และพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) ให้ความหมายของปัญหาว่าหมายถึง ข้อสงสัย ข้อขัดแย้ง คำถาม ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข จากความหมายของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ปัญหาคือสิ่งต่างๆที่ทำให้เกิดความสงสัย เกิดความขัดแย้งหรือเป็นอุปสรรคต่อการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

2.3 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหา มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้ Gagne (1985) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการแล้วใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ในขณะที่ Koballa และคณะ (1990) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองที่มีความซับซ้อนโดยอาศัยความรู้พื้นฐาน ความคิดรวบยอดและทักษะทั้งหลายที่เกี่ยวข้องมาใช้ร่วมกันในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ Sternberg & Ben-Zeev (2001) ยังกล่าวเสริมอีกว่า การคิดแก้ปัญหาว่าเป็นการพยายามหาทางเลือกที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย จากความหมายของการคิดแก้ปัญหาที่กล่าวเอาไว้ข้างต้น พอสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญาและทักษะต่างๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการแก้ไขปัญหา ทำให้อุปสรรคหรือสภาพปัญหานั้นหมดไป

2.4 ประเภทของปัญหา

ปัญหาสามารถจำแนกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของปัญหาได้ ดังนี้

Mayer และ Wittrock (1996) ได้จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้ความชัดเจนของปัญหาเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาที่ชัดเจน (well-define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ชัดเจน เช่น ปัญหาสมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ปัญหาที่ไม่ชัดเจน (ill- define problem) เป็นปัญหาที่มีจุดมุ่งหมาย เงื่อนไขและชุดของการปฏิบัติการที่ไม่ชัดเจน เช่น การเขียนบทความเกี่ยวกับวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ เป็นต้น

นอกจากนี้ Mayer และ Wittrock (1996) ได้จำแนกประเภทของปัญหาโดยใช้ความรู้ของผู้แก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาที่พบเห็นเป็นประจำ (routine problem) เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ผู้แก้เคยแก้สำเร็จมาแล้ว เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้การคิดแบบนำความคิดเดิมมาแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน (nonroutine problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยแก้มาก่อน เช่น ปัญหาในชีวิตประจำวัน เมื่อเผชิญกับปัญหานี้ผู้แก้ปัญหาจะใช้วิธีคิดแบบสร้างขึ้นมาใหม่

อรรถกร เหล่าศิริหงษ์ทอง (2538) จำแนกปัญหาโดยใช้วิธีการที่ปัญหาเข้ามาสู่ตัวเราเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ปัญหาประจำวัน เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้เสมอในชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาจากเครื่องมือในการทำงานขัดข้อง เป็นต้น

2. ปัญหาที่ได้รับมอบหมายให้แก้ไข เป็นปัญหาที่เกิดจากการได้รับมอบหมายจากบุคคลใดบุคคลหนึ่งให้แก้ไขปัญหานั้น

3. ปัญหาที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหา

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2542) แบ่งปัญหาเป็น 2 ประเภทโดยใช้ความเกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นเกณฑ์ ได้แก่

1. ปัญหาส่วนตัว (personal problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนโดยตรง

2. ปัญหาสังคม (social problem) เป็นปัญหาที่ห่างไกลตัวผู้เรียน

นอกจากนี้พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549) ได้จำแนกประเภทของปัญหาเป็น 2 ประเภท โดยใช้สภาพของปัญหาเป็นเกณฑ์ มีดังนี้

1. ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีคำตอบคำตอบเดียว

2. ปัญหาทั่วไป เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่นปัญหาด้านการเงิน ปัญหาชีวิต ปัญหาด้านการเรียน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า ปัญหานั้นสามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา ซึ่งอาจใช้เกณฑ์สภาพของปัญหา ความชัดเจนของปัญหา ความรู้ของผู้แก้ปัญหา วิธีการที่ปัญหาเข้ามาสู่ตัวผู้แก้ปัญหา หรือความเกี่ยวข้องกับปัญหา

Chulalongkorn University

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา

กระบวนการคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ ดังนี้ (ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544)

ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford

Guilford ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา โดยได้อธิบายว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยสามมิติ (Three Dimensional Model) ได้แก่

1. มิติด้านเนื้อหา (Contents) ประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นรูปภาพเนื้อหาที่เป็นเสียง เนื้อหาที่เป็นสัญลักษณ์ เนื้อหาที่เป็นภาษา และเนื้อหาที่เป็นพฤติกรรม

2. มิติด้านปฏิบัติการ (Operations) ประกอบด้วย การรับรู้และการเข้าใจ การจำ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประเมินค่า

3. มิติด้านผลผลิต ประกอบด้วย หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การปรับเปลี่ยน และการประยุกต์

จากโครงสร้างทางสติปัญญา Guilford ยังได้ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผลและการแก้ปัญหา โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งพบว่าความคิดสร้างสรรค์คือการคิดหลายแบบหลายทาง ซึ่งสามารถแก้ปัญหาอันนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกๆใหม่ๆได้ด้วย สำหรับรูปแบบการคิดแก้ปัญหาโดยทั่วไป Guilford อธิบายว่า เป็นกระบวนการของความสามารถทางสมองด้านการจำ การรู้และความเข้าใจ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประเมินค่า ความสามารถทั้ง 5 ด้านนี้จะผสมผสานกัน เมื่อบุคคลได้รับปัญหาจากสิ่งแวดล้อม บุคคลจะทำความรู้จักกับสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของปัญหาและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยการแปลงรูปให้เข้ากับความรู้ที่มีอยู่ในส่วนของความจำ ซึ่งบางครั้งอาจจะมีการแก้ไขข้อมูลก่อน จากนั้นจะประเมินกลั่นกรองเพื่อแยกแยะประเภทของข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาและหาทางออกของปัญหา ซึ่งปัญหาหนึ่งๆอาจจะมีทางออกหลายทาง โดยที่กระบวนการแก้ปัญหานั้นอาจจะใช้การคิดแบบเอกนัยและอเนกนัยสลับกันตามลักษณะของปัญหาว่าต้องการคำตอบแบบใด

ทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยากลุ่ม Gustalt (Gustalt Theory)

แนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่ม Gustalt กล่าวว่า มนุษย์จะมองเห็นสิ่งต่างๆในลักษณะที่เป็นส่วนรวมก่อน หลังจากนั้นจึงจะแยกเป็นส่วนย่อยๆนั่นคือการเรียนรู้เกิดจากการนำประสบการณ์ที่กระจัดกระจายให้มาอยู่รวมกัน และจึงพิจารณาเป็นส่วนย่อย

ในด้านการแก้ปัญหานักจิตวิทยากลุ่ม Gustalt มีแนวคิดว่า เมื่อมนุษย์เผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและรับรู้ปัญหาทั้งหมดมนุษย์จะจัดรูปแบบสิ่งที่รับรู้ใหม่นั้น ในขณะที่กำลังหาทางแก้ปัญหานั้น หากสามารถค้นพบแนวทางแก้ปัญหาซึ่งเกิดจากการไตร่ตรองแล้วและเกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดหรือที่เรียกว่าการหยั่งเห็น (Insight) ซึ่งจะทำให้เข้าใจว่าปัญหานั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและควรแก้ปัญหาตรงจุดใด

การเรียนรู้ตามแนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่ม Gustalt สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การรับรู้ (Perception) การรับรู้อาจจะเกิดขึ้นจากการมีประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน หากต้องการให้เกิดการรับรู้ในสิ่งเดียวกันต้องมีการกำหนดองค์ประกอบขึ้นมา 2 ส่วน คือ

1.1 Figure เป็นสิ่งที่เราเห็น หรือรับรู้ หรือสิ่งที่ต้องการให้สนใจ

1.2 Ground เป็นพื้นที่ซึ่งอยู่ข้างหลังของรูป (Figure) หรือเป็นส่วนประกอบที่แวดล้อมและอยู่ในการเรียนรู้

2. การหยั่งเห็น (Insight) เป็นการแก้ปัญหาอย่างทันทีทันใด การหยั่งเห็นยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ผู้ที่หยั่งเห็นได้ดีมักจะเกิดจากการที่ผู้นั้นเคยประสบปัญหาและมีประสบการณ์เดิมใกล้เคียงกับปัญหานั้นๆมาก่อน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหยั่งเห็น คือ

1) การหยั่งเห็นจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อผู้นั้นสามารถจัดสัดส่วนของประสบการณ์ให้เป็นระเบียบและสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้น

2) ประสบการณ์เดิม เมื่อผู้นั้นเคยประสบปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้คราวต่อไปเมื่อเกิดปัญหาซึ่งมีลักษณะเดิมหรือใกล้เคียงกับปัญหาเดิมอีก ผู้นั้นจะสามารถนำวิธีการเดิมมาใช้ได้ทันทีไม่ต้องเสียเวลาคิดพิจารณาใหม่

3) เมื่อผู้นั้นสามารถแก้ปัญหาในครั้งก่อนได้ก็อาจนำวิธีการแก้ปัญหามาดัดแปลงเพื่อใช้กับปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่ได้

ทฤษฎีประมวลผลข้อมูล (Information Processing Theory)

Klausmeier ได้อธิบายเรื่องการเรียนรู้ของมนุษย์โดยการเปรียบเทียบการทำงานของคอมพิวเตอร์กับการทำงานของสมอง ซึ่งมีการทำงานเป็นขั้นตอนดังนี้ การรับข้อมูล (input) โดยผ่านทางอุปกรณ์หรือเครื่องรับข้อมูล การเข้ารหัส (encoding) โดยอาศัยชุดคำสั่งหรือซอฟแวร์ (software) และมีการส่งข้อมูลออกมา (output) ผ่านทางอุปกรณ์ กระบวนการประมวลผลข้อมูลเริ่มต้นจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งการบันทึกนี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการ คือ การรู้จัก (Recognition) และความสนใจ (Attention) ของบุคคลที่รับสิ่งเร้า บุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนรู้จักหรือมีความสนใจ โดยสิ่งเร้านั้นจะได้รับการบันทึกลงในความจำระยะสั้น (Short–term memory) ซึ่งจะคงอยู่ในระยะเวลาที่จำกัดมาก แต่ละบุคคลมีความสามารถในการจำระยะสั้นที่จำกัด ในการทำงานที่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลไว้ใช้ชั่วคราว ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคต่างๆในการช่วยจำ เช่น การจัดกลุ่มคำ หรือการท่องซ้ำๆกันหลายครั้ง จึงจะสามารถช่วยให้จดจำสิ่งนั้นไว้ใช้งานได้ต่อไป เมื่อบุคคลต้องการเก็บข้อมูลที่เข้ามาไว้ใช้ในภายหลัง ข้อมูลนี้จำเป็นจะต้องได้รับการประมวลและเปลี่ยนรูป โดยการเข้ารหัสเพื่อนำไป

เก็บไว้ในความจำระยะยาว (Long–term memory) ซึ่งอาจจะต้องใช้เทคนิคต่างๆเข้ามาช่วย เช่น การทำความเข้าใจในข้อมูลนั้นหรือการทำข้อมูลให้มีความหมายกับตนเอง โดยการสัมพันธ์สิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งเก่าที่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งเรียกว่าเป็นกระบวนการขยายความคิด (Elaborative operations process) เมื่อข้อมูลได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลนั้นจะสามารถเรียกข้อมูลต่างๆออกมาใช้ได้โดยต้องถอดรหัสข้อมูลความจำระยะยาว และส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนองซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหวหรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อมต่างๆของมนุษย์กระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูลจะได้รับการบริหารควบคุมอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งหากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์แล้วคือโปรแกรมสั่งงานหรือซอฟแวร์ (software) นั่นเอง การบริหารควบคุมการประมวลผลข้อมูลของสมองคือการที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตนและสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้เรียกว่าการควบคุมการรู้คิด หรือ Metacognition ซึ่งหมายถึงการตระหนักรู้ (Awareness) เกี่ยวกับความรู้ความสามารถของตนและใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานด้วยกลวิธีต่างๆอันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ กระบวนการประมวลผลข้อมูลของสมองนั้น องค์ประกอบที่สำคัญของการรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการก็คือ แรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งหวังต่างๆรวมทั้งเทคนิคและกลวิธีต่างๆที่บุคคลใช้ในการบริหารควบคุมตนเอง ซึ่งการบริหารควบคุมการประมวลผลข้อมูล มีประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้นและสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ได้ในทุกโอกาส

ทฤษฎีสามเกลียวแห่งเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ (the triarchic theory of human intelligence)

Sternberg ได้เสนอสามเกลียวแห่งเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ (the triarchic theory of human intelligence) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบของเชาวน์ปัญญาออกเป็น 3 ส่วน โดยสามารถอธิบายได้ด้วย 3 ทฤษฎีย่อย ดังนี้

1. ทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคม (contextual sub theory) กล่าวถึงความสามารถด้านสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล รวมทั้งการปฏิบัติและการกระทำที่แสดงถึงความเฉลียวฉลาดของสติปัญญาในบริบทของสังคม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (adaptation) ความสามารถในการปรับแต่งสิ่งแวดล้อม (shaping) ให้เหมาะสมกับทักษะความสามารถและค่านิยมของตน และการเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยประโยชน์สูงสุด (selection) มากกว่าที่จะทำตามเคยชิน

2. ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ (Experiential sub theory) กล่าวถึงผลของประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถทางปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถทางการเรียนรู้

ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านวิทยาศาสตร์หรือศิลปศาสตร์ และความคล่องแคล่วในการประมวลผลข้อมูลที่มี รวมทั้งความสามารถในการเชื่อมโยงทักษะทั้งสองอย่างเพื่อเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

3. ทฤษฎีย่อยด้านองค์ประกอบทางความสามารถ (componential sub theory) กล่าวถึง ความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดหรือความสามารถในการเรียนรู้สื่อใหม่ ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

3.1 องค์ประกอบด้านการคิดขั้นสูง (Meta component) เป็นกระบวนการคิดสั่งการ ซึ่งประกอบด้วยการประมวลความรู้ คิดแก้ปัญหา วางแผนติดตาม และประเมินผลเพื่อให้งานดำเนินไปได้อย่างถูกต้อง

3.2 องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ (Performance component) เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติตามการตัดสินใจสั่งการ องค์ประกอบด้านการคิดขั้นสูงและองค์ประกอบด้านการปฏิบัติเป็นกระบวนการที่ควบคุมไปด้วยกัน เพราะการคิดอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา เนื่องจาก ไม่มีการปฏิบัติ ส่วนการปฏิบัติอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอจะต้องอาศัยองค์ประกอบทางการคิดที่เหมาะสม องค์ประกอบด้านการปฏิบัติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านการคิดย่อยๆ ได้แก่ การเข้ารหัส การรวมและการเปรียบเทียบ การตอบสนอง และการพัฒนาสติปัญญาในการแก้ปัญหา

3.3 องค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ (Knowledge – acquisition component) เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของสติปัญญา จึงต้องอาศัยกระบวนการคัดเลือก การเลือกข้อมูลเข้ารหัส การเลือกวิธีการประมวลข้อมูลเข้ารหัส การเลือกวิธาการประมวลข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดภาพรวมที่ยอมรับได้ หรือการเลือกวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้ใหม่ที่เหมาะสมไว้ในระบบความจำ

อนุกรมวิธานของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom ฉบับปรับปรุงใหม่

อนุกรมวิธานของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom ประกอบด้วยความรู้ (knowledge) ความเข้าใจ (comprehension) การประยุกต์ใช้ (application) การวิเคราะห์ (analysis) การสังเคราะห์ (synthesis) และการประเมิน (evaluation) อย่างไรก็ดีความเปลี่ยนแปลงของสังคมและผลกระทบของโลกาภิวัตน์ได้ทำให้มนุษย์ปรับเปลี่ยนแนวคิดและมุมมองต่อสิ่งต่างๆ การสร้างองค์ความรู้ใหม่และการแลกเปลี่ยนความรู้ของนักวิชาการเกิดขึ้นตลอดเวลา Andersonและ Krathwohl (2001 อ้างถึงใน คมกริบ ธีรานุรักษ์, 2552) จึงได้ศึกษาการปรับปรุงแก้ไขอนุกรมวิธานของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom โดยกล่าวถึงวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom จากเดิม 1 มิติเพิ่มเป็น 2 มิติ คือ กระบวนการพุทธิปัญญา และความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. มิติกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive Process Dimension) มี 6 ระดับ ดังนี้

1.1 จำ (Remembering) สามารถดึงเอาความรู้ที่เกี่ยวข้องออกมาได้จากความจำระยะยาวประกอบด้วยการจดจำได้ คือการจดจำวันที่และเหตุการณ์สำคัญ สัญลักษณ์หรือสูตรต่างๆได้ และการรำลึกได้ คือระลึกได้เมื่อต้องทำ

1.2 เข้าใจ (Understanding) สามารถสร้างความหมายจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปรวมทั้งในแง่การพูด การเขียน และการสื่อสารด้วยภาพ ประกอบด้วยการยกตัวอย่างได้ การจำแนกประเภทได้ การสรุปความได้ การสรุปอ้างอิงได้ สามารถเปรียบเทียบได้ และการอธิบายได้

1.3 ประยุกต์ (Applying) การดำเนินงานในสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.4 วิเคราะห์ (Analyzing) สามารถแจกแจงแยกส่วนองค์ประกอบออกเป็นส่วนย่อยและตรวจสอบได้ว่าแต่ละส่วนเกี่ยวข้องกันอย่างไร และมีความเกี่ยวข้องกับภาพรวมอย่างไร ประกอบด้วย การจำแนกแยกแยะ การจัดระบบ และการให้เหตุผล

1.5 ประเมินค่า (Evaluating) การตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐาน ประกอบด้วย การตรวจสอบ และการวิพากษ์ การใช้วิจารณญาณ

1.6 การสร้างสรรค์ (Create) การนำหน่วยต่างๆหรือองค์ประกอบย่อยเข้ามาบรูณาการเพื่อให้เป็นภาพรวมที่เชื่อมต่อกันอย่างมีตรรกะ ซึ่งประกอบด้วย การก่อกำเนิด การวางแผน และการผลิต ประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ

จะเห็นได้ว่าอนุกรมวิธานของวัตถุประสงค์ทางการศึกษา Bloom ได้มีการปรับเปลี่ยนจากการใช้คำนามเป็นคำกิริยาในการแบ่งระดับของกระบวนการทางพุทธิปัญญา

2. มิติความรู้ (Knowledge Dimension) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ความรู้เชิงข้อเท็จจริง ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงวิธีดำเนินการ และความรู้พุทธิปัญญาเชิงอภิมาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความรู้เชิงข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) คือความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆที่จะต้องทราบในวิชา แยกเป็นความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ เช่น คำศัพท์เทคนิค สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น และความรู้เกี่ยวกับรายละเอียดจำเพาะและองค์ประกอบส่วนต่างๆ เช่น องค์ประกอบแต่ละส่วนหรือแหล่งความรู้แต่ละแหล่งมีลักษณะอย่างไร แหล่งความรู้อยู่ที่ใด ประเด็นความรู้นี้ต้องไปสอบถามจากใคร ใครเชื่อถือได้

2.2 ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) คือความรู้ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบพื้นฐานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบใหญ่หรือของเครื่องมือภายในโครงสร้างใหญ่ที่ทำให้เกิดหน้าที่ร่วมกัน เช่น ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท จัดหมวดหมู่ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและการสรุปอ้างอิง ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

2.3 ความรู้เชิงวิธีดำเนินการ (Procedural Knowledge) คือ ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการทำงานแต่ละเรื่องว่าจะทำอย่างไรวิธีการแก้ไขปัญหาและระเบียบวิธีการแสวงหาความรู้

ได้แก่ ความรู้เรื่องทักษะเฉพาะและสูตรในการแก้ปัญหา ความรู้เทคนิคและระเบียบวิธีเฉพาะในเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง ความรู้เรื่องเกณฑ์สำหรับกำหนดว่าเมื่อใดจะใช้วิธีการดำเนินการที่เหมาะสมกับสถานการณ์

2.4 ความรู้พุทธิปัญญาเชิงอภิมาน (Metacognitive Knowledge) หรือเรียกอีกนัยหนึ่งได้ว่าเป็นความตระหนักเกี่ยวกับระดับปัญญาของตนเองว่า ตนเองรู้อะไร ไม่รู้อะไร ประกอบด้วย ความรู้เชิงกลยุทธ์ ความรู้เกี่ยวกับงานด้านพุทธิปัญญา และการรู้ตน

ทฤษฎีอภิปัญญา (Metacognition Theory)

Cross และ Paris กล่าวว่า ทฤษฎีอภิปัญญามีความหมายครอบคลุมกิจกรรมทางปัญญา 2 ประเด็น คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา (knowledge about cognition) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1.1 ความรู้เชิงปัจจัย (declarative knowledge) เป็นความรู้ถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลงาน เช่น รู้ว่าการสรุปบทเรียนเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้จดจำได้ดีขึ้น

1.2 ความรู้เชิงกระบวนการ (procedural knowledge) หมายถึง ความรู้ถึงการประยุกต์ใช้ทักษะกลวิธีต่างๆ หรือรู้ว่าจะทำอย่างไร เช่น รู้ว่าการสรุปเนื้อหาทำอย่างไร เป็นต้น แต่ความรู้ทั้ง 2 ประเภท ดังกล่าวยังไม่เพียงพอที่จะเป็นหลักประกันว่า ผู้เรียนจะใช้กลวิธีต่างๆได้อย่างเหมาะสม ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ที่จำเป็นอีกประการหนึ่งคือ ความรู้ว่าเมื่อไรและเหตุใดจึงควรใช้กลวิธีเหล่านั้น ซึ่งเรียกว่า ความรู้ในเชิงเงื่อนไข

1.3 ความรู้ในเชิงเงื่อนไข (conditional knowledge) ความรู้ประเภทนี้จะช่วยบอกผู้เรียนเกี่ยวกับคุณค่าและสถานการณ์ที่เหมาะสมกับกลวิธีต่างๆ ซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ว่าเมื่อไรควรใช้กลวิธีนั้น เพื่อจะสามารถบูรณาการสิ่งที่ตนรู้เกี่ยวกับข้อเรียกร้องของงานเข้ากับผลได้ผลเสียของกลวิธีนั้นๆ และเป้าหมายสุดท้ายที่ตั้งไว้ ความรู้ในเชิงเงื่อนไขนี้ยังช่วยเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับเหตุผลของการใช้กลวิธีใดวิธีหนึ่ง

2. การจัดการกับความคิดของตนเอง (Self-management of one’s thinking) ซึ่งครอบคลุมทักษะต่างๆ ได้แก่

2.1 การประเมินสภาพการณ์เบื้องต้น (evaluation) หมายถึง การวิเคราะห์คุณลักษณะของงาน และความสามารถส่วนบุคคลซึ่งจะส่งผลต่อการทำกิจกรรม

2.2 การวางแผน (planning) หมายถึงการเลือกกลวิธีเฉพาะอย่างเพื่อทำให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.3 การกำกับตนเอง (regulation) หมายถึงการควบคุม กำกับ และกำหนดทิศทางของตนในระหว่างที่กำลังทำกิจกรรมทางพุทธิปัญญาอยู่เพื่อที่จะสามารถบรรลุเป้าหมายได้

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในงานการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับความชำนาญในการแก้ปัญหา ซึ่งจากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ 3 ประการ คือ (Rohwer and Thomas, 1989 ; Mayer, 1996)

1. ความรู้ ได้แก่ ความรู้เฉพาะด้านและความรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
2. กลวิธีในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ
3. ความสามารถในการวางแผนตรวจสอบความพยายามในการแก้ปัญหา

2.6 กระบวนการคิดแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

Guilford and Hoepfner (1971) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหาว่า มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นขั้นการพิจารณาหาสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) เป็นขั้นการหาวิธีแก้ปัญหาซึ่งตรงสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) เป็นขั้นตอนในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาผลลัพธ์ว่าตรงกับที่ต้องการหรือไม่ ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ถูกต้องก็ต้องหาวิธีการอื่นในการแก้ไขปัญหานั้นจนกว่าจะประสบผลสำเร็จ
5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ (Reapplication) เป็นขั้นตอนการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ประสบผลสำเร็จไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาครั้งต่อไป

Guildford (1967) ได้สรุปกระบวนการคิดแก้ปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมการ หมายถึง การตั้งปัญหาหรือค้นพบปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์
2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การพิจารณาดูว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุของปัญหา
3. การเสนอแนวทางแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบผล หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีวิธีการเสนอปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

Weir (1974) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดปัญหา หมายถึง การบอกหรืออธิบายสภาพปัญหาจากสถานการณ์
2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การระบุสาเหตุของปัญหาโดยการแยกแยะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของปัญหาได้
3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การบอกวิธีที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้แก้ปัญหาที่มาจากวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
4. การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา หมายถึง การบอกหรืออธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานั้น

Dewey (1976) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการกำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of problem)
2. ขั้นตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา (Setting up of Hypothesis)
3. ขั้นทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering Data)
4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of data)
5. ขั้นสรุปผล (Conclusion)

Bruner (1986 อ้างถึงในดวงกมล ตั้งกิจเจริญพร, 2548) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกของความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้า นอกจากนั้นประสบการณ์การรับรู้ต่างๆก็เป็นปัจจัยสำคัญในการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการคิดแก้ปัญหามีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem Isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหา (Search for Crucial) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmation Check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะการจัดประเภทปัญหาหรือแยกเนื้อหาปัญหา
4. ขั้นการตัดสินใจ (Decision Making) ตัดสินใจสิ่งที่สอดคล้องและเหมาะสมซึ่งเป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติ

Sternberg (1999 อ้างถึงใน ปิยะธิดา ขจรชัยกุล, 2547) กล่าวว่าการแก้ปัญหาโดยใช้องค์ประกอบการคิดขั้นสูงมีขั้นตอนย่อยๆเป็น 7 ขั้น ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Problem identification) เป็นการกำหนดขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้รู้สาเหตุของปัญหาที่แท้จริง

Chulalongkorn University

2. การจำกัดความปัญหา (Definition of Problem) การให้คำจำกัดความของปัญหาจะช่วยไม่ให้ปัญหานั้นเกิดความคลาดเคลื่อนไปจากความจริง เพราะหากไม่มีการให้คำจำกัดความปัญหาหรือให้คำจำกัดความคลาดเคลื่อน จะทำให้ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาลดลง

3. การสร้างกลวิธีในการแก้ปัญหา (Constructing a strategy for problem solving) เป็นขั้นตอนในการวางแผนและวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่ซับซ้อนให้เห็นเป็นขั้นตอนชัดเจนยิ่งขึ้น หรือสังเคราะห์องค์ประกอบต่างๆที่มีความสัมพันธ์กันแล้วนำมาเชื่อมโยงกัน ตัวอย่างในขั้นนี้ เช่น การคิดอเนกนัย และการคิดเอกนัย

4. การจัดข้อมูลที่เกี่ยวกับปัญหา (Organizing information about a problem) เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาให้บรรลุความสำเร็จ หรือแม้แต่การสร้างภาพในใจ (representation) จะช่วยให้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. การจัดสรรทรัพยากร (Allocation of resources) การแก้ปัญหาแต่ละเรื่องต้องใช้ทรัพยากรต่างๆในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น บางปัญหาต้องใช้เครื่องมือหลายชนิดและต้องอาศัยเวลา ในขณะที่บางปัญหาใช้ทรัพยากรเพียงเล็กน้อยแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ ความเชี่ยวชาญหรือความชำนาญเฉพาะบุคคลด้วย

6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา (Monitoring problem solving) การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาอยู่เสมอนี้จะช่วยให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ทันที

7. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluation problem solving) จะช่วยทบทวนและประเมินความสำเร็จในงาน ซึ่งบางครั้งจะช่วยให้เกิดกลวิธีใหม่ๆที่จะนำไปปรับปรุงการแก้ปัญหาในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Edward และ Monika (1995 อ้างถึงใน จีรนันท์ วงษ์มาก, 2553) ได้เสนอขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. อุปนัยวิเคราะห์ข้อมูล (Induction) เป็นวิธีการหาความรู้ โดยการสรุปจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ หลังจากนั้นจึงตั้งสมมติฐาน

2. นิรนัยข้อมูลเพื่อศึกษาวิธีการแก้ปัญหา (Deduction) เป็นวิธีการหาความรู้ใหม่นำมาสรุปเป็นข้อเท็จจริง เพื่อสรุปจากส่วนใหญ่ไปหาส่วนย่อย

3. ทดสอบหาทางเลือกหลายๆทางในการแก้ไขปัญหา (Test alternate solutions)

4. ลงมือปฏิบัติเพื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Implement best solutions)

Treffinger, Isaksen และDorvel (2000) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาว่าประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา (Understanding the Challenge) เป็นขั้นตอนในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ รวบรวมข้อมูล หาความสัมพันธ์ของปัญหาและสิ่งที่ต้องการหาและพิจารณา

2. ถึงความรู้ที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา

3. ขั้นสร้างแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Generating Ideas) เป็นขั้นตอนในการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาในหลากหลายวิธี

4. ขั้นเตรียมการเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ (Preparing for Action) ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาต่างที่ได้นำเสนอไว้ โดยอธิบายแต่ละวิธีการว่าดำเนินการอย่างไร จากนั้นประเมินเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะต้องมีเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น

5. ขั้นลงมือปฏิบัติตามวิธีการ (Planning Your Approach) ขั้นตอนนี้เป็นการนำเสนอวิธีการที่ได้เลือกไว้สู่การลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมและประเมินการคิดของตนเองหรือการคิดอภิมาน (Metacognition) มีการกำกับตนเองขณะคิดแก้ปัญหา

พวงแก้ว ปุณยกนก (2531) กล่าวว่าทักษะการแก้ปัญหาสามารถวัดได้จากกระบวนการในการแก้ปัญหาขั้นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการกำหนดปัญหาหรือความสามารถในการตั้งสมมติฐาน
2. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล
3. ความสามารถในการปรับปรุงสมมติฐาน
4. ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือการทดสอบสมมติฐาน
5. ความสามารถในการสรุปข้อเฉลยของปัญหา

นอกจากนี้ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้ประมวลเทคนิคที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1.1 ฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์เป้าหมาย ผู้เรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ คำและข้อความสำคัญ รวมถึงเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้

1.2 ฝึกให้ผู้เรียนเลือกใช้กลวิธีต่างๆในการแก้ปัญหา เป็นการเสนอกลวิธีต่างๆสำหรับการแก้ปัญหา แล้วตัดสินใจเลือกกลวิธีที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งกลวิธีต่างๆ ได้แก่ กลวิธีเดาและตรวจสอบ กลวิธีวาดภาพ กลวิธีสร้างตาราง เป็นการจัดระบบของข้อมูลจากปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อแจกแจงคำตอบที่เป็นไปได้หาคำตอบที่ต้องการหรือแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้จนได้คำตอบที่

ต้องการ กลวิธีการสร้างรายการ กลวิธีเขียนแผนภาพ กลวิธีใช้การให้เหตุผล กลวิธีค้นหาแบบแผน กลวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม กลวิธีทำย้อนกลับ

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้ เป็นการนำกลวิธีที่ได้เลือกไว้มาลำดับเป็นขั้นตอนย่อยๆอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สะดวกต่อการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.4 ประมาณคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้ เป็นการคาดคะเนคำตอบให้ได้ใกล้เคียงกับคำตอบของโจทย์ปัญหามากที่สุด โดยวิเคราะห์จากเงื่อนไข หรือข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

2. การฝึกให้ผู้เรียนสามารถกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเองได้ ประกอบด้วยขั้นย่อยๆ ดังนี้

2.1 การกำหนดเป้าหมายไว้ในใจ

2.2 กำกับวิธีต่างๆให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้

3. การฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนการปฏิบัติ

จากการศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่ากระบวนการคิดแก้ปัญหาจะต้องอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมของบุคคลสิ่งเหล่านี้จะใช้ในการทำความเข้าใจ กับปัญหา ตลอดจนคิดหาทางแก้ปัญหา นั่นจึงสรุปได้ว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจะต้องอาศัยกระบวนการ 4 ขั้นคือ

1. กำหนดประเด็นปัญหา คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรอง ทบทวน และวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อทำการค้นหาปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา

2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาต้นตอของปัญหา รวมถึงแยกแยะและหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา

3. เสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ แล้วทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจมีวิธีเดียวหรือหลายวิธีก็ได้

4. ประเมินวิธีแก้ปัญหาที่คิดขึ้น คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรองเพื่อกำหนดเกณฑ์ประเมินวิธีการแก้ปัญหาแล้วนำไปใช้ในการอธิบายผลที่คาดว่าเกิดขึ้น เมื่อนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไปใช้

2.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

แม้ว่าการคิดแก้ปัญหาในแต่ละบุคคลจะมีลักษณะเฉพาะตน แต่ก็ยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล วุฒิภาวะทางสมอง สภาพการณ์แวดล้อม กิจกรรมความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้นๆ มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาดังนี้

Asubel (1968) กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา ได้แก่

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชาและความเคยชินเกี่ยวกับเรื่องนั้น
2. การคิดที่ไวต่อปัญหา ได้แก่ รูปแบบการคิด ความรอบรู้ในขั้นตอนของการแก้ปัญหา
3. คุณลักษณะทางบุคลิกภาพ ได้แก่ ความมั่นคงในอารมณ์ แรงขับ ความวิตกกังวล

Morgan (1978) เสนอองค์ประกอบที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาดีจะแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจในการแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่พร้อม สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ทันที

Perkin (1993) กล่าวว่า องค์ประกอบของการแก้ ปัญหา คือ สติปัญญาของมนุษย์ ผู้ที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเพราะความ สามารถทางสมอง และกลยุทธ์ทางปัญญาของผู้นั้น กล่าวคือสติปัญญาประกอบด้วยความสามารถที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิดประกอบกับการมีกลยุทธ์หรือเทคนิคของการใช้ปัญญา และการมีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถเขียนเป็นสมการคือ Intelligence = Power + Tactics + Content โดยการพัฒนากลยุทธ์ด้วยการพัฒนาความคิดให้มีความสามารถในการจำได้ดี และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ แต่ได้จากการสอนเทคนิคต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่ต้องส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดกลยุทธ์ทางปัญญา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียกคืนข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาออกมา

Charies & Lester (1982) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา ได้แก่

1. ประสบการณ์เดิมหรือประสบการณ์ส่วนตัว
2. ความรู้สึก เช่น ความสนใจ ความพยายาม การกระตุ้น ความกดดัน ความวิตกกังวล ความอดทน
3. สติปัญญาและความคิด เช่น ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถในการให้เหตุผล ทักษะการคิดคำนวณ

จำเนียร ช่วงโชติ (2521) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการ คือ ลักษณะของปัญหาและผู้แก้ปัญหา

1. ลักษณะของปัญหาที่มีผลต่อการแก้ปัญหา ได้แก่

1.1 จำนวนทางเลือกในการแก้ปัญหา

1.2 การแนะนำของผู้เสนอปัญหา

1.3 การเรียงลำดับปัญหา

1.4 ความคล้ายคลึงของปัญหาและคำตอบ

2. ลักษณะของผู้แก้ปัญหาที่มีผลต่อการแก้ปัญหา ได้แก่

2.1 ความสามารถทั่วไป เช่น ความสามารถในการคิด การตัดสินใจ เป็นต้น

2.2 วัย ซึ่งผู้ใหญ่สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าเด็ก

2.3 เพศ ซึ่งในบางปัญหา เพศชายและเพศหญิงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกัน

2.4 แรงจูงใจ ความต้องการที่จะแก้ปัญหา

2.5 บุคลิกภาพ ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา

ชูชีพ อ่อนโคกสูง (2522) กล่าวว่าการแก้ปัญหามีองค์ประกอบ คือ

1. ตัวผู้เรียน ได้แก่ ระดับเชาว์ปัญญา ลักษณะอารมณ์ อายุ แรงจูงใจ ตลอดจนประสบการณ์ของผู้เรียน

2. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา ถ้าปัญหาเป็นที่น่าสนใจมักจะทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนหรือแก้ปัญหา ถ้ามีคำแนะนำจากผู้สอนหรือผู้อื่น สำหรับปัญหาที่ยากๆก็มักจะมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา หรือปัญหาที่ต่อเนื่องคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยเรียนรู้มาแล้วก็ย่อมง่าย ที่จะแก้ปัญหานั้น

3. การแก้ปัญหาเป็นหมู่ คือ การให้หลายๆคนมีโอกาสร่วมกันแก้ปัญหาเดียวกัน ให้มีการอภิปรายและถกเถียงกัน

Grossnickle and Brueckner (1959 อ้างถึงใน ศิวพร เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา, 2529) กล่าวถึง องค์ประกอบในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาจะต้องมีความเกี่ยวข้องกับตัวเด็ก

2. เป็นปัญหาที่สามารถทำการแก้ไขได้

3. ปัญหานั้นอยู่ในขอบเขตที่ชัดเจนที่เด็กแต่ละคนสามารถเข้าใจกันได้

4. เด็กจะเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

5. เด็กได้รับการแนะนำจากครูในการวางแผนการแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการประเมินผล

6. นำวิธีการต่างๆมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

7. เด็กจะนำกระบวนการแก้ปัญหาที่วางแผนไว้แล้วมาใช้ในสถานการณ์ที่เป็นต้นกำเนิดของปัญหาที่เกิดขึ้น

8. สรุปการแก้ปัญหา

จรรยา สุวรรณทัต (2529) กล่าวถึง องค์ประกอบต่างๆที่มีความสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ระดับสติปัญญา องค์ประกอบทางพันธุกรรม บุคคลที่มีปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับสูง

2. อารมณ์และแรงจูงใจของผู้เรียน เช่น ความสนุกสนานเพลิดเพลิน หรือแรงจูงใจที่จะเรียนรู้แก้ปัญหาด้วยตัวเอง หรือการสอนและคำแนะนำของครูที่คอยชี้แนะแนวทาง อาจจะช่วยกระตุ้นและจูงใจให้บุคคลกระทำการแก้ปัญหาต่อไปได้โดยไม่ติดขัด

3. องค์ประกอบด้วยสภาวะแวดล้อม เช่น การอบรมเลี้ยงดูและการฝึกฝนที่ถูกต้องได้รับการสนับสนุนให้ใช้เหตุผลและฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองมาตั้งแต่เยาว์วัย จะช่วยให้ผู้นั้นได้ใช้ความสามารถในตนเองอย่างเต็มที่

4. โอกาสและประสบการณ์การเรียนรู้เด็กที่มีโอกาสหรือได้รับโอกาสในการใช้ความสามารถของตนในการแก้ปัญหาและตัดสินใจมาตั้งแต่เล็กๆ โดยเริ่มจากครอบครัวต่อเนื่องมายังสถานศึกษา ก็เป็นที่น่าเชื่อว่าเด็กคนนั้นจะเติบโตมีทักษะและความสามารถในการรู้คิดและลงมือกระทำต่อการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจเรื่องต่างๆได้

5. สังคมและสื่อมวลชน เช่น การโฆษณาอาจมีผลทำให้การตัดสินใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเองมาแต่เยาว์วัย

กันยา สุวรรณแสง (2534) กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาดังนี้

1. ตัวผู้เรียน ได้แก่ เชาว์ปัญญา ลักษณะทางอารมณ์ อายุ แรงจูงใจของผู้เรียน ประสบการณ์บางอย่างที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาให้ง่ายยิ่งขึ้น หรือขัดขวางการแก้ปัญหา

2. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา เช่น เคยเรียนรู้ปัญหานั้นมาแล้ว เป็นปัญหาที่ต่อเนื่อง ปัญหามีความคล้ายคลึงกับที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ปัญหามีลักษณะท้าทายน่าสนใจ

3. การแก้ปัญหาเป็นหมู่ จะส่งผลดีเมื่อสมาชิกในกลุ่ม มีจุดหมายที่ช่วยกันแก้ปัญหาให้สำเร็จ

นอกจากนี้ Baroody & Coslick (1998) ได้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive factor) คือ ความความรู้ความเข้าใจและยุทธวิธีในการใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective factor) คือแรงขับที่ช่วยในการแก้ปัญหา เช่น ความสนใจ ความเชื่อมั่น ความพยายาม ความตั้งใจ

3. องค์ประกอบด้านเมตาคอกนิชั่น (Metacognition factor) คือ การกำกับตนเองหรือการตรวจสอบตนเอง เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ตนเองว่าต้องการอะไรในการแก้ปัญหาและจะมีการติดตามและควบคุมอย่างไร

สรุปได้ว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจะสามารถแบ่งออก 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. ตัวผู้เรียน ได้แก่ เชาว์ปัญญา ลักษณะทางอารมณ์ ความรู้สึก อายุ แรงจูงใจ ความสามารถ วัย เพศ ประสบการณ์เดิม ความวิตกกังวล และบุคลิกภาพ

2. สิ่งแวดล้อม ได้แก่ สถานการณ์ที่เป็นปัญหา จำนวนทางเลือกในการแก้ปัญหา ความคล้ายคลึงของปัญหา สังคมและสื่อมวลชน

2.8 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาที่ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน

Jonassen (2000) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการแก้ปัญหาที่ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนไว้ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

1. รูปแบบของปัญหา (Problem Variations) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1.1 โครงสร้าง (Structure)

Jonassen (2000) ได้จำแนกโครงสร้างของปัญหาเป็น 2 รูปแบบ คือปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน (well-structured) และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (ill-structured) ซึ่งปัญหาที่มักพบในโรงเรียน หรือมหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ในตอนท้ายของหนังสือเรียนหรือแบบฝึกหัดต่างๆ คือปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน (well-structured) ซึ่งการแก้ปัญหานั้นจะต้องใช้แนวคิด กฎ และหลักการต่างจากการเรียนมาใช้ในการแก้ไขปัญหา แต่ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (ill-structured) จะเป็นปัญหาที่มักพบทั่วๆไปในชีวิตประจำวัน เป็นรูปแบบปัญหาที่ไม่ได้เตรียมการ และไม่สามารถคาดเดาได้ การแก้ปัญหาปัญหาชนิดนี้ต้องอาศัยการบูรณาการเนื้อหา เช่น ปัญหามลพิษ การแก้ไขอาจจะต้องประยุกต์หลักการทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ทางการเมือง และจิตวิทยาเข้าด้วยกัน การออกแบบการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงโครงสร้างของปัญหาด้วย เพราะแต่ละชนิดของปัญหาจะทำให้เกิดทักษะที่แตกต่างกัน

1.2 ความซับซ้อน (complexity)

ความซับซ้อนของปัญหาจะถูกกำหนดโดยจำนวนของประเด็น ฟังก์ชัน หรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากที่สุด คือ ปัญหาแบบไดนามิก ซึ่งเป็นปัญหาที่เป็นสภาพแวดล้อมในการทำงานทำงานและปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเวลา ความยากของปัญหามักจะเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่โยงใยของปัญหา การแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนมากนั้นต้องอาศัยความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ความเข้าใจในการการแก้ปัญหานั้น โดยทั่วไปปัญหาที่

มีโครงสร้างชัดเจน (well-structured) มักจะเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนไม่มากนัก ส่วนปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (ill-structured) มักจะมีความซับซ้อนของปัญหามากกว่า

2. การเป็นตัวแทนของปัญหา (Problem Representations)

ปัญหาต่างๆล้วนมีความแตกต่างกันในแง่ของวิธีการที่ถูกแสดงให้เห็นและการถูกรับรู้โดยผู้แก้ปัญหา ตัวแทนของปัญหาอาจจะอยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ โดยการจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้แก้ไข ซึ่งผู้ออกแบบการเรียนรู้ต้องตัดสินใจว่าจะนำเสนอปัญหาอย่างไรให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด โดยนักออกแบบการเรียนการสอนจะต้องสร้างพื้นที่ปัญหาให้กับผู้เรียนด้วยการให้ข้อมูล การตั้งคำถาม หรือตัวช่วยในการแก้ปัญหาแก่ผู้เรียน สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงในการสร้างตัวแทนของปัญหา คือ ความถูกต้องของการเป็นตัวแทนของปัญหา ซึ่งปัญหาที่สร้างนั้นต้องมีความเหมือนและใกล้เคียงที่สุดในบริบทของปัญหาที่แท้จริง

3. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences)

Jansson and Smith (1991) ได้จำแนกปัจจัยในการแก้ปัญหาไว้ 2 ลักษณะคือ ปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก ปัจจัยภายใน คือ ลักษณะของผู้แก้ปัญหา ส่วนปัจจัยภายนอก คือ ชนิดของปัญหาและตัวแทนของปัญหา ในแต่ละบุคคลจะมีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันด้วย ความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีผลต่อการแก้ปัญหานี้ ได้แก่

3.1 ความคุ้นเคย (Familiarity)

ความสามารถในการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด ก็ต่อเมื่อผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับปัญหานั้น ประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ เมื่อผู้เรียนได้พบกับปัญหาที่มีลักษณะที่เคยพบมาแล้ว ก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้นกว่าปัญหาที่ไม่เคยพบเห็น

Chulalongkorn University

3.2 ขอบเขตและโครงสร้างของความรู้ (Domain and Structural Knowledge)

ทักษะในการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อผู้แก้ปัญหามีความรู้มาก ความรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามขอบเขตของความรู้ควรจะเป็นความรู้แบบผสมผสาน ไม่ใช้ความรู้เพียงเรื่องหนึ่งเรื่องใดเพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหา การผสมผสานของความรู้จะอธิบายถึงโครงสร้างของความรู้ได้ดีที่สุด โครงสร้างของความรู้จึงเป็นความสัมพันธ์ของความรู้ต่างๆ ขอบเขตของความรู้และทักษะต่างๆจึงสำคัญมากในกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าความคุ้ยเคย

3.3 การควบคุมความรู้ (Cognitive Controls)

แต่ละคนจะมีความแตกต่างในรูปแบบของการคิดและการควบคุม ซึ่งจะทำให้เกิดกระบวนการคิดและการให้เหตุผลที่แตกต่างกัน การควบคุมความรู้ เช่น ความรู้สึกเป็นอิสระ

ความซับซ้อนทางปัญญา ความยืดหยุ่นทางปัญญา จะมีความสัมพันธ์กับกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีบางงานวิจัยที่สนับสนุนความเชื่อนี้ ยกตัวอย่างเช่น ความรู้สึกเป็นอิสระจะทำให้แก้ปัญหาได้ดีกว่าความรู้สึกไม่เป็นอิสระ เพราะจะเกิดขึ้นจากความสามารถและความสนใจ และผู้เรียนที่มีความยืดหยุ่นทางปัญญา และมีความซับซ้อนทางปัญญาสูงจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีความรู้ปานกลาง เพราะจะสามารถมองหาทางเลือกต่างๆและสามารถวิเคราะห์สิ่งต่างๆได้มากกว่า

3.4 เมตาคอกนิชัน (Metacognition)

Falvell (1979) ได้อธิบายเมตาคอกนิชันไว้ว่า เป็นความตระหนักรู้ คือ ความสามารถด้านการประเมินค่าความแตกต่างของงาน การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ การรู้จักใช้ข้อมูลต่างๆเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และการประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ ในการแก้ปัญหานั้นเมตาคอกนิชันจะได้รับความสนใจมากในการวิจัย เพราะเป็นแรงผลักดันในการแก้ปัญหาพร้อมกับความเชื่อและทัศนคติ การพัฒนาเมตาคอกนิชันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นด้วย เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักตรวจสอบ และเมินค่าและรู้จักใช้ข้อมูลต่างๆที่มีได้มากขึ้น ซึ่งจำเป็นอย่างมากกับการแก้ปัญหาในลักษณะของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (ill-structured)

3.5 ความเชื่อทางด้านทฤษฎีของความรู้

การแก้ปัญหาประเภทปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (ill-structured) จะต้องแก้โดยใช้ความคิดและมุมมองที่หลากหลาย ความสามารถในการกระทำเช่นนี้จะต้องอาศัยความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และวิธีการพัฒนาปัญหาที่มีความซับซ้อนและเป็นปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างชัดเจน ถ้าผู้เรียนยังขาดการพัฒนาจำเป็นมากที่จะต้องใช้ความเชื่อด้านทฤษฎีของความรู้

3.6 อารมณ์และแรงจูงใจ (Affective and Conative)

การแก้ปัญหาเกิดจากการใช้กระบวนการของความรู้และสิ่งจำเป็นอื่นๆ นอกจากนั้นยังจำเป็นต้องมีอารมณ์และแรงจูงใจเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย องค์ประกอบของอารมณ์ ได้แก่ ทัศนคติ และความเชื่อเกี่ยวกับปัญหา ของเขตของปัญหา และความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีทัศนคติและความเชื่อเกี่ยวกับปัญหาที่ดีก็ย่อมจะแก้ปัญหาได้ดีด้วย องค์ประกอบของแรงจูงใจ ได้แก่ การมีส่วนร่วมโดยเจตนา ความพยายาม การคงอยู่ของงาน และการเลือก ซึ่งมีผลต่อผู้เรียนซึ่งทำให้เกิดความพยายามในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าผู้เรียนไม่มีความเชื่อในความสามารถในการปัญหาของตนเองแล้ว ก็ทำให้ประสบความสำเร็จได้ยาก ดังนั้นอารมณ์และแรงจูงใจนับเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประบวนการคิดแก้ปัญหา มีประเด็นที่พบจากงานวิจัยคือ

1. นักเรียนที่เรียนโดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มีความสามารถด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อความสามารถด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา (สมหวัง ชัยดามล, 2528 อ้างถึงใน นาถวดี นันทาภินัย, 2546)

2. นักเรียนที่มีการเรียนรู้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่มีการเรียนรู้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมภายหลังการเรียน (ขวัญเรือน พุทธรัตน์, 2546)

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบใช้ปัญหาเป็นหลักจะมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดประสบการณ์ (สุภาพร สายสวาท, 2548)

4. ผู้เรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวของทอแรนซ์จะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นกว่าก่อนทดลอง (สุกัญญา ยุติธรรมนนท์, 2539)

5. นักเรียนที่ได้รับการฝึกกระบวนการแก้ปัญหา จะมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาสูงขึ้น (กมลทิพย์ ต่อติด, 2544)

3. การเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game-Based Learning)

3.1 แนวคิดในการนำเกมดิจิทัลมาใช้ในด้านการศึกษา

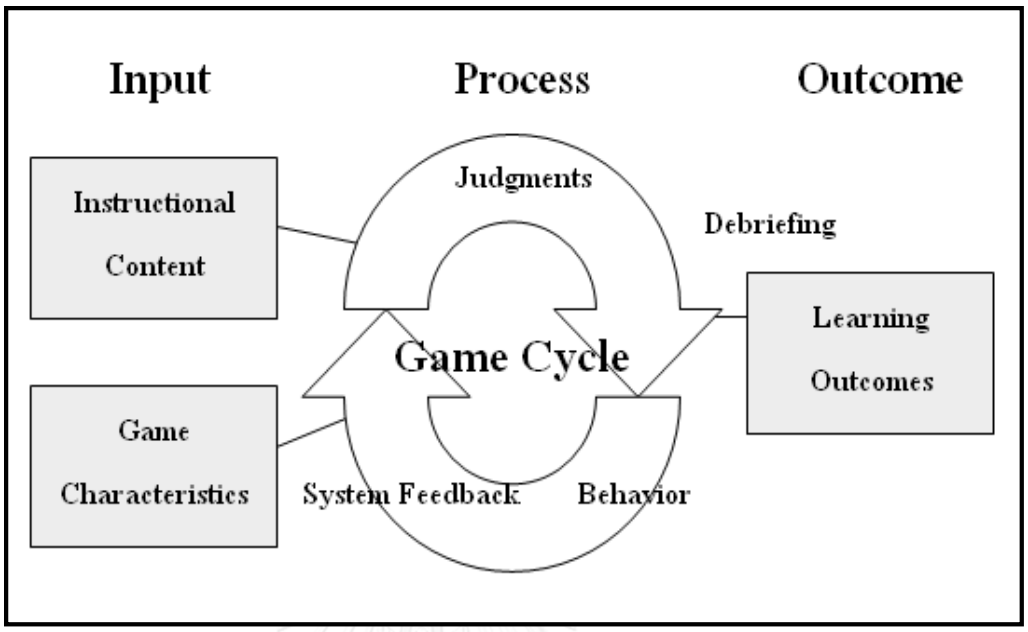
แนวคิดการนำเกมดิจิทัลมาใช้ในด้านการศึกษาเกิดขึ้นเมื่อช่วยปลายศตวรรษที่ 20 ซึ่งขณะนั้นครูส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการสอนด้วยการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน คือ การบรรยายให้ความรู้โดยตรง วิธีการสอนนี้ส่งผลต่อคุณภาพการสอนอย่างมาก ทำให้นักเรียนขาดประสิทธิผลและทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายกับการเรียน Albert (1988 cited in Prensky, 2001) กล่าวว่าการสอนด้วยการถ่ายทอดความรู้โดยตรงจากครู ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จกับการเรียนได้เพียงร้อยละ 20 - 25 เท่านั้น เช่นเดียวกับ Papert (1998) ที่ให้ความเห็นเอาไว้ว่าการที่เด็กรู้สึกไม่อยากเรียนนั้น มิได้เป็นเพราะงานที่ครูมอบหมายให้ แต่เป็นเพราะวิธีสอนของครูไม่สามารถกระตุ้นให้รู้สึกอยากเรียน อีกทั้งจากการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า เด็กวัยนี้รักการเล่นสนุกมากกว่าการฟังบรรยายหลายๆชั่วโมงในชั้นเรียน (Acredolo, 2007) จากข้อความข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการถ่ายทอดความรู้โดยตรง ไม่สอดคล้องกับลักษณะของเด็กประถมศึกษา และเป็นการแยกโลกแห่งความสนุกสนานและโลกแห่งการเรียนรู้ออกจากกัน

จากปัญหาด้านการเรียนการสอนนี้ทำให้เกิดแนวคิดที่จะรวมเอาโลกแห่งความสนุกสนานและโลกแห่งการเรียนรู้เข้ามาไว้ด้วยกัน ด้วยการนำเกมการละเล่นซึ่งเป็นพื้นฐานของเกมดิจิทัลมาใช้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนทัศนคติที่ว่า การเรียนที่เป็นภาระงานที่ยากลำบากกลายเป็นเรื่องสนุก สิ่งนี้จึงนับว่าเป็นก้าวแรกของการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอน (Prensky, 2001)

3.2 ความหมายของการเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game-Based Learning)

Ellington et al. (1982) ได้ให้ความหมายของเกมเพื่อการศึกษาว่า เป็นเกมที่จะถูกออกแบบสำหรับการศึกษาทุกระดับ ทุกเนื้อหาวิชา และสามารถใช้ได้กับเด็กทุกวัย รูปแบบของเกมมีตั้งแต่ระดับพื้นฐาน จนถึงระดับที่ซับซ้อนสำหรับผู้ใหญ่ เมื่อมีการพัฒนาเกมเพื่อนำมาใช้ในห้องเรียนจะต้องให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่างๆ เช่น ธรรมชาติและบทบาทของเกมเพื่อการศึกษา เกณฑ์ในการให้คะแนน และวิธีการที่จะได้เป็นผู้ชนะ สิ่งสำคัญคือผู้ออกแบบเกมจะต้องพัฒนาให้มีในเกม คือ ความสนุกสนานเพลิดเพลิน ในขณะที่ Alessi (1989) ให้ความหมายของเกมว่า เป็นเครื่องมืออีกอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน การเล่นเกมมีส่วนคล้ายกับการแสดงบทบาทสมมติ โดยมีการสร้างสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้และทักษะการแสดงบทบาทสมมติจะสอนโดยเลียนแบบความจริง แต่เกมอาจเลียนแบบความจริงหรือไม่ก็ได้ แต่เกมจะให้ความสนุกสนานและท้าทายมากกว่า นอกจากนี้ Evans 1979 cited in Gredler (1992) ยังได้กล่าวเสริมอีกว่า เกมคือการแข่งขันที่มีการเล่นเป็นทีมหรือคนเดียวอย่างมีปฏิสัมพันธ์กันภายใต้เงื่อนไขของ กฎ กติกา เพื่อให้ได้มาซึ่งเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งต่อมา Bunt - Kokhuis, Hansson และ Toska (2005) ได้ขยายคำจำกัดของ Evans ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่า เกมดิจิทัลว่าเป็นเกมที่ผู้เล่นสามารถเล่นกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบออนไลน์หรืออฟไลน์ โดยการใช้แผ่นซีดีรอมหรืออาจจะเล่นโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับโทรทัศน์และมีอุปกรณ์ควบคุมการเล่นด้วยมือถือหรืออาจเล่นโดยใช้โทรศัพท์มือถือก็ได้ เช่นเดียวกับ Beth (2006) ให้ความหมายว่า เป็นโปรแกรมหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์เชิงปฏิสัมพันธ์ประเภทเกมที่ผู้เล่นซึ่งอาจจะมีเพียง 1 คนหรือมากกว่านั้น ใช้อุปกรณ์ดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือเป็นอุปกรณ์ในการเล่น และสร้างประสบการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความบันเทิงหรืออาจใช้เพื่อการเรียนการสอนก็ได้ ซึ่งมีกติกา การแข่งขัน รวมถึงจุดมุ่งหมายที่ผู้เล่นจะต้องฝ่าฟันไปถึง และ Lavoie (2007) ได้ให้ความหมายเพิ่มเติมว่า เป็นเกมที่มีการแข่งขันระหว่างผู้เล่นด้วยกัน โดยมีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ตัดสินผลการแข่งขัน และผู้เล่นสามารถกำหนดผู้ร่วมทีมแข่งขันได้ จากความหมายของเกมดิจิทัลที่กล่าวเอาไว้ข้างต้นนี้ พอสรุปได้ว่า “เกมจึงเป็นสื่อการเรียนการสอนหนึ่ง ที่ช่วยให้การสอนเกิดประสิทธิภาพ ทั้งยังสร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เรียนไปพร้อมๆกับการให้ความรู้ในระหว่างการเล่น โดยจะเป็นเกมที่

สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเล่นผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆได้ โดยภายในเกมจะมี กฎ กติกา และเป้าหมายให้ผู้เล่นได้ท้าทายได้รับความบันเทิงและเกิดการเรียนรู้”



รูปภาพที่ 2 รูปแบบการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน (Garris et al, 2002)

3.3 คุณค่าและความสำคัญของการเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game - Based Learning)

ในปัจจุบันนักการศึกษาพยายามพัฒนาเกมเพื่อให้ผู้เล่นได้เกิดการเรียนรู้ (Gee, 2003) และนำเกมมาใช้ในการสอนแนวคิดหลักโดยใช้ประสบการณ์ของผู้เล่น ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของความรู้ที่มีประโยชน์ เช่น แนวคิดในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่างๆ (Bransford, Brown, & Cocking, 1999 , Gee, 2003 , Squire, 2003 cited in Squire, Giovanetto, Devane, and Durga, 2005) นอกจากนี้ยังนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดในหลายๆรูปแบบ (Gee, 2004) จากการเล่นเกม 40 ชั่วโมง ผู้เล่นไม่ได้เรียนรู้เพียงแค่ศัพท์ใหม่ๆและแนวคิดหลักเท่านั้น แต่จะได้เรียนรู้ระบบของการคิดด้วยซึ่งสิ่งนี้เองจะเอื้อประโยชน์ทางวิชาการแก่ผู้เล่น (Squire, forthcoming cited in Squire, et al, 2005) Egenfeldt – Nielsen (2005) พบว่านักเรียนที่เล่นเกมต่างพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานและแนวคิดในเกมรวมถึงสิ่งที่ซ่อนอยู่ในเกม ซึ่งสิ่งนี้เองจะเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้น

เกมที่มีประสิทธิภาพนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าเป็นเกมอะไร แต่ขึ้นอยู่กับการแสดงออกของเกมและผู้เล่นเรียนรู้อะไรจากเกม ความสงสัยที่เกิดขึ้นในขณะเล่นเกม จะเป็นตัวเร่งสำคัญที่จะทำให้ผู้

เล่นเข้าถึงองค์ความรู้ เกมจึงเป็นสิ่งหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และการเพิ่มทักษะต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาทักษะทางด้านการใช้สติปัญญา เหตุผล ปรับปรุงทักษะทางด้านร่างกายให้กับผู้เล่น และการสร้างกระบวนการและรูปแบบในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น เกมที่มีประสิทธิภาพบางส่วนจะเกิดเนื่องจากการเรียนรู้ในส่วนของเนื้อหาและสภาพแวดล้อมต่างๆภายในเกม ซึ่งโดยปกติสิ่งที่เรียนรู้มักจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสภาพแวดล้อม ดังนั้นการเรียนรู้จึงไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่สิ่งที่เกมแสดงออกมาให้เห็น แต่ยังรวมไปถึงการนำเนื้อหาในเกมมาประยุกต์และมีการฝึกฝน ส่วนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในส่วนของเนื้อหาจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากเนื้อหาในเกม นอกจากนี้การเล่นเกมยังเป็นการสร้างการเข้าถึงสังคมเบื้องต้น และเป็นการเรียนรู้ถึงกลไกสามัญของวัฒนธรรมของมนุษย์รวมถึงสัตว์ในสายพันธุ์ต่างๆ (Richard, 2006)

เกมจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ Betz (1995) พบว่าการเล่นและการเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันอย่างมาก การนำเกมคอมพิวเตอร์มาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนด้านการรับภาพ การทดลอง การคิดอย่างสร้างสรรค์ และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การนำเกมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น Prensky (2001) ได้ให้ความเห็นว่า เมื่อนำเอาเกมคอมพิวเตอร์ที่ดึงดูดความสนใจมารวมกับเรื่องของธุรกิจที่มีแต่เนื้อหาไม่มีความน่าสนใจ จะก่อให้เกิดวิธีการเรียนรู้เรื่องธุรกิจผ่านทางคอมพิวเตอร์ที่น่าสนใจได้ ซึ่งเหตุผลที่ทำให้การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์นี้ประสบความสำเร็จนั้นต้องประกอบด้วย

1. การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมกับความจำเป็นและรูปแบบการเรียนของผู้เรียน

2. การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์ช่วยการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนเพราะเกิดความสนุกสนานในการเรียน

3. การเรียนด้วยเกมคอมพิวเตอร์สามารถปรับให้เข้ากับทุกสาขา ทุกวิชา รวมถึงข้อมูลและทักษะการเรียน ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

นอกจากนี้ Prensky (2001) ยังได้กล่าวเสริมอีกว่า เกมคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งบันเทิงที่ดึงดูดใจผู้เล่นอย่างมาก เนื่องจากประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 12 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เกมคือรูปแบบของความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และความพอใจแก่ผู้เล่น
2. เกมคือรูปแบบของการเล่น ที่ทำให้ผู้เล่นเกิดความกระตือรือร้นและเอาจริงเอาจัง
3. เกมมีกติกา ทำให้ผู้เล่นมีลักษณะการคิดที่มีแบบแผน
4. เกมมีเป้าหมาย ซึ่งก่อให้เกิดแรงจูงใจให้กับผู้เล่นเกม
5. เกมมีลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์อยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เล่นได้ฝึกปฏิบัติ
6. เกมมีผลลัพธ์และผลป้อนกลับ ทำให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้

7. เกมสามารถที่จะปรับใช้งานได้ในลักษณะต่างๆ

8. เกมมีสถานการณ์ของความเป็นผู้ชนะ

9. เกมมีการต่อสู้ แข่งขันกับฝ่ายตรงกันข้าม ทำให้เกิดความท้าทายขณะเล่นเกม

10. เกมจะมีแก้ปัญหา ทำให้ผู้เล่นเกิดความคิดในการสร้างสรรค์งาน

11. เกมมีปฏิสัมพันธ์ ทำให้ผู้เล่นมีสังคมร่วมกับผู้อื่น

12. เกมมีการแสดงและเป็นเรื่องราว ทำให้ผู้เล่นมีอารมณ์ร่วมไปกับเกม

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบประโยชน์ของการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐานกับชนิดของการเรียนชนิดอื่น (Prensky,2001)

ชนิดของการเรียน / ประโยชน์	หนังสือ	วิดีโอ	ห้องเรียน	การทดลอง	บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์	การเลียนแบบ	การเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน
ความสนุกและการดึงดูดใจ	ต่ำ	กลาง	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง
ประสบการณ์การเรียน	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง
ผลป้อนกลับทันที	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง
การวิเคราะห์แนวลึก	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	ต่ำ	กลาง	ต่ำ	สูง
การเข้าถึงข้อมูล	สูง	กลาง	กลาง	ต่ำ	สูง	สูง	สูง
สื่อความหมาย	สูง	สูง	กลาง	สูง	สูง	สูง	สูง
ปลอดภัย	สูง	สูง	สูง	ต่ำ	สูง	สูง	สูง
การเรียนรู้ด้วยตนเอง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	ต่ำ	กลาง	สูง
การคิดไตร่ตรอง	กลาง	ต่ำ	กลาง	กลาง	กลาง	กลาง	สูง
การจูงใจในการเรียน	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบประโยชน์ของการเรียนโดยใช้เกมเป็นฐานกับชนิดของการเรียนชนิดอื่น (Prensky,2001) (ต่อ)

ชนิดของการเรียน / ประโยชน์	หนังสือ	วิดีโอ	ห้องเรียน	การทดลอง	บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์	การเลียนแบบ	การเรียนโดยใช้เกมเป็นฐาน
ความพอใจในตนเอง	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง
ความราบรื่นในการเรียน	ต่ำ	กลาง	กลาง	กลาง	ต่ำ	กลาง	สูง
เรียนรู้จากการปฏิบัติ	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	สูง	สูง
ความเพลิดเพลิน	ต่ำ	กลาง	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง
การไปสู่เป้าหมาย	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	สูง
ความพึงพอใจ	ต่ำ	กลาง	กลาง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
การรับรู้	ต่ำ	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	สูง	สูง	สูง
อิสระในการควบคุม	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 หลักการและวัตถุประสงค์ของการเรียนด้วยเกมดิจิทัล

Prensky (2001) กล่าวถึงหลักการของการเรียนด้วยเกมดิจิทัลไว้ว่า การเรียนด้วยเกมดิจิทัลนั้นต้องเน้นที่ความสนุกเป็นสำคัญ เพราะสิ่งนี้จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนใจเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน จนกระทั่งสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนได้ตามที่ครูต้องการ นั่นคือ ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ได้รับความรู้ พัฒนากระบวนการคิด และมีทัศนคติที่ดีกับการเรียน

3.5 รูปแบบเกมดิจิทัล (Digital Game)

เกมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีมากมายหลายประเภท บางเกมผู้เล่นจะได้สนุกสนานกับการเล่นแล้วยังมีโอกาสได้ศึกษา ฝึกปัญญา เสริมทักษะและความถนัดได้อีก เพราะเกมเหล่านั้นมีการสอดแทรกความรู้ต่างๆ เข้าไป เช่น เกมต่อภาพ เกมค่ายกลที่ใช้ความรู้ทางตรรกศาสตร์เข้าแก้ปัญหา เกมที่เสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์หรือศัพท์ภาษาอังกฤษและมีเกมที่เกี่ยวกับการกีฬา เช่น กอล์ฟ เทนนิส ฟุตบอล ฯลฯ จะมีการจำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับความจริง ทำให้ได้ฝึกเล่นกีฬาไปในตัว เกมเหล่านี้แม้ว่าจะช่วยเสริมทักษะไม่มีพิษไม่มีภัย แต่ไม่เป็นที่นิยมมากนัก

เนื้อหาที่มีความเหมาะสมสำหรับบทเรียนในลักษณะของเกมคอมพิวเตอร์ ได้แก่เนื้อหาที่มีลักษณะ ดังนี้

1. เนื้อหาประกอบด้วยกิจกรรมการเรียน ซึ่งตามปกติต้องการเวลามาก
2. เนื้อหาประกอบด้วยกิจกรรมการเรียน ซึ่งตามปกติอาจส่งผลให้เกิดอันตราย
3. เนื้อหาประกอบด้วยกิจกรรมการเรียน ซึ่งปกติมีค่าใช้จ่ายสูง
4. เนื้อหาที่มีความน่าเบื่อ

โดยทั่วไปแล้วรูปแบบของเกมดิจิทัลที่นิยม สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้ (Alessi and Trollip, 2001)

1. เกมผจญภัย (Adventure Game) มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผู้เล่นเกมรู้จักการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลค้นหาคำตอบและการทดสอบสมมติฐาน เพราะผู้เล่นเกมในขณะนั้นจะมีข้อมูลเกี่ยวกับ วิธีการและรายละเอียดน้อยมาก ในขณะที่ต้องมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ต้องแข่งกับเวลาหรือต้องต่อสู้กับอุปสรรคต่างๆ แต่ละด่านจนกระทั่งได้ชัยชนะในตอนจบเป็นการชิงไหวพริบและทักษะด้านปัญญามาก

2. เกมที่เล่นด้วยจับเวลา (Arcade-type Game) เกมที่แข่งกับเวลาและตนเอง ซึ่งจะใช้เวลาและคะแนนเป็นตัวเร้าและเสริมแรงอยู่เสมอ นอกจากนี้ยังมีการแข่งขันกับเวลาและคำตอบของแต่ละคน

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

4. เกมการพนัน (Gambling Game) เป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเด็กให้เกิดความเข้าใจเรื่องราว โดยใช้เงินเป็นแรงจูงใจ ซึ่งในตอนท้ายของเกมจะดูว่าใครเป็นผู้มีเงินมากที่สุด

5. เกมต่อสู้ (Combat Game) เป็นเกมที่มีการต่อสู้กัน และเกมที่ค่อนข้างใช้ความรุนแรง มีการแข่งขันสูงทั้งกับโปรแกรมและกับตัวผู้เล่น

6. เกมตรรกะ (Logic Game) เป็นเกมที่ผู้เล่นจะต้องใช้ตรรกะในการแก้ปัญหา

7. เกมฝึกทักษะ (Psychomotor Game) เป็นเกมที่รวมการฝึกทักษะ กับความสามารถทางความคิดเข้าด้วยกัน ผู้เรียนเป็นผู้คิดค้นวิธีการที่ต้องการเอาชนะฝ่ายตรงข้าม โดยไม่มีคำแนะนำ

8. เกมบทบาทสมมติ (Role-Playing Game) เป็นเกมที่ผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียน และจะต้องแก้สถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่

9. เกมตอบปัญหา (TV Quiz Game) เป็นเกมการตอบคำถามทั่วไป

10. เกมคำศัพท์ (Word Game) เป็นเกมเกี่ยวกับการสอนคำศัพท์ในภาษาต่างๆ

11. เกมแม่แบบ (Template Game) เป็นเกมที่ประยุกต์รวมลักษณะและวิธีการเล่นของทุกๆเกมที่กล่าวมาข้างต้น

Prensky (2001) ได้นำเสนอรูปแบบเกมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รูปแบบเกมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน

ลักษณะเนื้อหา	ตัวอย่าง	กิจกรรมการเรียน	รูปแบบเกม
ข้อเท็จจริง	- กฎหมาย - นโยบาย - รายละเอียดผลิตภัณฑ์	- การถามคำถาม - การท่องจำ - แสดงความคิดเห็นร่วมกัน - ทำแบบฝึกหัด	- game show competitions - flash card type games - action - sports games
ทักษะ	- การสัมภาษณ์ - การสอน - การขาย - การทำงานของเครื่องจักร - การจัดการโครงการ	- การเลียนแบบ - การให้ผลป้อนกลับ - การฝึกสอน - การฝึกหัดอย่างต่อเนื่อง - การใช้ความท้าทาย	- Persistent state games - Role-play games - Adventure games - Detective games

ตารางที่ 3 รูปแบบเกมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน (ต่อ)

ลักษณะเนื้อหา	ตัวอย่าง	กิจกรรมการเรียน	รูปแบบเกม
การตัดสินใจ	การตัดสินใจในการจัดการ, การตัดสินใจเลือกเวลา, จริยธรรม, การจ้างงาน	- การทบทวนเหตุการณ์ - การถามคำถาม - การสร้างตัวเลือก (แบบฝึกหัด) - การให้ผลป้อนกลับ - การฝึกสอน	- Role play games - Detective games - Multiplayer interaction - Adventure games - Strategy games
พฤติกรรม	การควบคุมดูแล, การกำกับตนเอง, การยกตัวอย่าง	- การเลียนแบบ - การให้ผลป้อนกลับ - การฝึกสอน - การปฏิบัติ	- Role playing games
ทฤษฎี	หลักการตลาด, วิธีการเรียนรู้ของมนุษย์	- การใช้เหตุผล - การทดลอง - ซักถาม	- Open ended simulation games - Building games - Constructing games - Reality testing games
การหาเหตุผล	กลยุทธ์และวิธีการคิด, การวิเคราะห์คุณภาพ	- ถามปัญหา - ยกตัวอย่าง	- Puzzles
กระบวนการ	การตรวจสอบบัญชี, กลยุทธ์การสร้างสรรค์	- วิเคราะห์ระบบ - แบบฝึกหัด	- Strategy games - Adventure games - Simulation games
ขั้นตอน	การประกอบชิ้นส่วน, พนักงานจ่าย-ถอนเงินในธนาคาร, ขั้นตอนทางกฎหมาย	- การเลียนแบบ - แบบฝึกหัด	- Timed games - Reflex games

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3 รูปแบบเกมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน (ต่อ)

ลักษณะเนื้อหา	ตัวอย่าง	กิจกรรมการเรียน	รูปแบบเกม
การสร้างสรรค์งาน	การประดิษฐ์, การออกแบบผลิตภัณฑ์	- การเล่น - การระลึกถึง	- Puzzles - Invention games
ภาษา	ตัวย่อ, ภาษาต่างประเทศ, ผู้ชำนาญด้านภาษา	- การเลียนแบบ - การปฏิบัติบ่อยๆ	- Role playing games - Reflex games - Flash card games
ระบบ	การดูแลสุขภาพ ,การตลาด	- ทำความเข้าใจทฤษฎี - การเล่นไมโครเวิลด์	- Simulation games
การสังเกต	อารมณ์, กำลังใจ, ประสิทธิภาพ, ปัญหา	- การเฝ้าสังเกต - การให้ผลป้อนกลับ	- Concentration games - Adventure games
การสื่อสาร	การใช้ภาษา	- การเลียนแบบ - แบบฝึกหัด	- Role playing games - Reflex games

3.6 องค์ประกอบที่สำคัญของเกมดิจิทัล

ในการออกแบบเกมเพื่อการเรียนการสอนนั้น ผู้สร้างจึงจะต้องคำนึงถึงลักษณะสำคัญๆ ของเกม ได้แก่ เป้าหมาย กฎกติกา การแข่งขัน ความท้าทาย จินตนาการ ความปลอดภัย และความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Alessi and Trollip, 2001) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เป้าหมาย (Goals) เกมทุกๆเกมจะต้องมีการตั้งเป้าหมายให้ผู้เรียนไปให้ถึงเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียน โดยเป้าหมายนี้จะต้องเป็นเป้าหมายที่ไม่ยากจนเกินไป

กฎ กติกา (Rules) กฎ กติกาเป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับหรือข้อจำกัดต่างๆของสิ่งที่ผู้เรียนสามารถกระทำได้ภายในบทเรียน ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น

การแข่งขัน (Competition) เกมจะต้องมีการแข่งขันซึ่งก่อให้เกิดความท้าทายแก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะเป็นการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้ามกับตนเอง หรือแข่งกับเวลา หรือการแข่งขันกับปัจจัยหลายๆ ด้าน

ความท้าทาย (Challenge) เกมจะต้องท้าทายผู้เรียน ซึ่งความท้าทายนั้น ได้แก่ ความพยายามที่จะไปสู่เป้าหมาย ในบางบทเรียนประเภทเกมควรจะมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียน

จินตนาการ (Fantasy) เกมมักจะใช้จินตนาการเป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เรียน ระดับของการใช้จินตนาการในบทเรียนอาจแตกต่างกันไป ตั้งแต่ระดับที่ใกล้เคียงกับความจริงไปจนถึงระดับที่เต็มไปด้วยความเพ้อฝัน

ความปลอดภัย (Safety) เกมการจำลองต้องยึดหลักความปลอดภัยของผู้เรียน กล่าวคือ การจำลองสถานการณ์เพื่อความปลอดภัย ซึ่งในความเป็นจริงสถานการณ์นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้เรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้ ตัวอย่างเช่น สถานการณ์ในการรบ เป็นต้น

ความสนุกสนานเพลิดเพลิน (Entertainment) แม้ว่าวัตถุประสงค์หลักของบทเรียนประเภทเกม คือการให้ความรู้และทักษะแก่ผู้เรียน แต่ความสนุกสนานเพลิดเพลินถือว่าเป็นลักษณะสำคัญซึ่งสำคัญที่สุดประการหนึ่ง เพราะความสนุกสนานเพลิดเพลินเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการเรียนรู้

นอกจากนี้ Prensky (2001) ได้กล่าวว่า เกมดิจิทัลที่สนุกและดึงดูดใจผู้เล่น ควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

เป้าหมาย (Goals) เป้าหมายถือเป็นสิ่งสำคัญของเกมดิจิทัลทุกเกม เกมดิจิทัลที่สนุกต้องมีเป้าหมายของเกมที่ผู้เล่นสามารถไปถึงได้ มีความน่าสนใจ สามารถดึงดูดให้ผู้เล่นอยากเล่นต่อไปโดยไม่รู้สึกเบื่อ เป้าหมายของเกมยังนำไปสู่การกำหนดกติกาของเกมด้วย เช่น ถ้าผู้เล่นต้องการสะสมคะแนนให้ได้ 50 คะแนน อาจจะกำหนดกติกาว่า ผู้เล่นที่แก้ปริศนาได้ภายในเวลา 3 นาทีได้รับ 25 คะแนน และถ้าทำได้เร็วกว่าที่กำหนดก็จะได้รับคะแนนเพิ่มมากขึ้น

กติกา (Rules) กติกาเป็นองค์ประกอบที่เป็นผลมาจากการกำหนดเป้าหมาย และมีความสำคัญต่อการเล่นเกม เพราะเป็นสิ่งที่สร้างข้อจำกัดและทำให้ผู้เล่นต้องปฏิบัติตาม อีกทั้งยังทำให้การเล่นเป็นไปอย่างยุติธรรมและสร้างความตื่นเต้นให้กับผู้เล่น

ผลที่เกิดขึ้นและการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Outcomes and Feedback) การแสดงผลและให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของเกมดิจิทัล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เล่นสามารถมุ่งไปสู่เป้าหมายได้มากน้อยเพียงใด การให้ข้อมูลป้อนกลับนี้ควรทำทันทีหลังจากที่ผู้เล่นได้ลงมือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดไปแล้ว โดยทำได้หลายวิธี เช่น การให้คะแนน การให้ข้อความ การให้ของรางวัล ฯลฯ การให้ข้อมูลป้อนกลับนี้ นอกจากช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากการคิดหาวิธีการแก้อุปสรรคต่างๆแล้ว ยังช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเล่นของตนอีกด้วย

ความท้าทายและการแข่งขัน (Challenge and Competition) สิ่งนี้สามารถสร้างขึ้นด้วยการกำหนดปัญหาในเกมที่ต้องการให้ผู้เล่นแก้ไข ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นเกิดความรู้สึกตื่นเต้นไปกับสถานการณ์นั้นๆอีกด้วย

ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) การเล่นเกมด้วยความสนุกเกิดขึ้นได้เมื่อมีผู้เล่นหลายคน จำนวนผู้เล่นทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่นด้วยกันจนเกิดเป็นกลุ่มสังคมขึ้น ซึ่งในกลุ่มสังคมในที่นี้ไม่จำเป็นต้องมีการพบปะเผชิญหน้ากัน อาจเป็นการพูดตอบโต้กันผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ก็ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกมออนไลน์มีเมนูที่เรียกว่า “Chat” เพื่อให้ผู้เล่นซึ่งไม่รู้จักกันได้พูดคุยกัน และเกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกันได้

เรื่องราว (Story) เรื่องราวที่สร้างขึ้นในเกมดิจิทัล มักรวมจินตนาการแฟนตาซี (Fantasy) เข้าไปด้วย เช่น การเดินในอวกาศ การย้อนเวลา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ช่วยให้เกมสนุกยิ่งขึ้น

การเรียนด้วยเกมดิจิทัลต้องให้ความสำคัญกับทั้งองค์ประกอบด้านการให้ผู้เรียนรู้สึกสนใจ อยากมีส่วนร่วมในการเรียน (Engagement) และด้านทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน การให้ความสำคัญกับองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งมากกว่าอีกองค์ประกอบหนึ่งนั้น ส่งผลให้การเรียนด้วยเกมดิจิทัลไม่ประสบความสำเร็จ ถ้าครูให้ความสำคัญกับองค์ประกอบด้านการให้ผู้เรียนสนใจ อยากเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนมากเกินไป ผลที่เกิดขึ้นคือผู้เรียนได้รับความสนุกสนานอย่างเดียวจนแทบไม่ได้รับความรู้เท่าที่ควร ในทางตรงกันข้ามถ้าครูให้ความสำคัญกับองค์ประกอบด้านการเรียนรู้มากเกินไป ทำให้สูญเสียบรรยากาศในการเรียนและความเพลิดเพลิน ซึ่งไม่ต่างกับการให้ผู้เรียนอ่านตำรา เพียงแต่เปลี่ยนเอาหน้ากระดาษในหนังสือแทนที่ด้วยหน้าจอคอมพิวเตอร์

จากลักษณะสำคัญที่เป็นองค์ประกอบสำคัญภายในเกมที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว Squire (2004) ได้กล่าวถึงปัจจัย 3 ประการที่ต้องระมัดระวังในการสร้างเกม ได้แก่

1. นักเรียนมีความต้องการหรือมีความอยากที่จะเล่นเกม ควรปฏิเสธการช่วยเหลือในรูปแบบของตัวช่วยในการเรียนรู้

2. เกมคอมพิวเตอร์มักจะมีรูปแบบของการจบเกมในหลายรูปแบบซึ่งมากกว่าเกมในรูปแบบอื่นๆ หรือมากกว่าการสอนภายในโรงเรียน

3. ความล้มเหลวจากการเล่นเกม ในผู้เล่นที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ต่ำ เวลาเล่นเกมที่ยากและซับซ้อนอาจจะโทษตัวเองว่าไม่ฉลาดพอได้

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

1) ความท้าทาย (Challenge) ความท้าทายจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเกมนั้นมีเป้าหมายที่ชัดเจน ในขณะเดียวกันการมีผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเคารพในตนเอง โดยจะกล่าวถึงทั้ง 3 รายละเอียดดังนี้

1.1) เป้าหมาย (Goals) บรรยากาศในการเรียนจากบทเรียนประเภทเกม จะต้องมีความท้าทายซึ่งความท้าทายจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีเป้าหมายในการเรียน เพราะการมีเป้าหมายถือเป็นบรรยากาศที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน ซึ่งเป้าหมายนั้นจะต้องเป็นเป้าหมายที่มีความหมายต่อผู้เรียน เกมส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ เป้าหมายที่แน่นอนตายตัว และเป้าหมายที่ไม่ตายตัว บทเรียนประเภทเกมส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายที่แน่นอน เช่น การตอบคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาให้ถูกต้องเพื่อช่วยให้ตัวนำเรื่องปลอดภัย หรือการคำนวณการซื้อขายให้ถูกต้องเพื่อให้มีกำไร เป็นต้น อย่างไรก็ดีบทเรียนบางส่วนที่มีเป้าหมายที่ไม่ตายตัว ได้แก่ เป้าหมายที่เป็นผลงานที่เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ซึ่งมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป เช่น เกมเกี่ยวกับการวาดภาพ หรือเกมเกี่ยวกับการแต่งเรื่อง เป็นต้น

1.2) ผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน บทเรียนประเภทเกม ควรที่จะนำเสนอผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัว ซึ่งผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัวนี้เกิดได้จาก 4 วิธี ได้แก่

1.2.1) ความแตกต่างของระดับความยากง่าย ซึ่งผู้เรียนควรที่จะมีโอกาสควบคุมระดับความท้าทายได้ตามความสามารถของตน

1.2.2) ความหลากหลายของเป้าหมายในบทเรียนหนึ่งบทเรียนควรจะมีเป้าหมายหลายระดับซึ่งอาจอยู่ในรูปของเป้าหมายเดิมแต่มีความยากง่ายแตกต่างกันหรือเป้าหมายระดับสูงขึ้นไปคือการทำเป้าหมายเดิมแต่ให้ไปถึงได้ยากยิ่งขึ้น เช่น ใช้เวลาน้อยลงหรือใช้จำนวนครั้งน้อยลง เป็นต้น

1.2.3) การไม่เปิดเผยข้อมูลความรู้ทั้งหมด โดยการเก็บเนื้อหาความรู้บางส่วนไว้เลือกที่จะเปิดเผยให้ผู้เรียนทราบแต่เพียงบางส่วน เพื่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและส่งผลให้เกิดความรู้สึกไม่แน่นอน

1.2.4) การสุ่มตัวอย่าง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้

1.3) ความเคารพในตนเอง ผู้เรียนทุกคนต้องการความสำเร็จ ความสำเร็จจะทำให้ผู้เรียนมีความเคารพในตนเอง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้เกิดจากการออกแบบให้บทเรียนมีการจัดหาเป้าหมายที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน นอกจากนี้ยังควรจัดหาผลป้อนกลับที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมุ่งมั่นที่จะไปถึงเป้าหมาย

2) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) Malone (1981) ยังอธิบายถึงความอยากรู้อยากเห็นไว้ว่า บรรยากาศการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นได้นั้นจะต้องเป็นบรรยากาศการ

Chulalongkorn University

เรียนรู้ที่แปลกใหม่และสร้างความประหลาดใจให้แก่ผู้เรียน ความอยากรู้อยากเห็นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

2.1) ความอยากรู้อยากเห็นทางความรู้สึก (Sensory Curiosity) เป็นความอยากรู้อยากเห็นที่เริ่มจากการถูกกระตุ้นความรู้สึกผ่านทางโสต (การได้ยิน) และทัศนะ (การเห็น) โดยสิ่งเร้าที่แปลกใหม่และมีความดึงดูดความสนใจ การออกแบบบทเรียนที่มีการนำเสนอที่แปลกใหม่และดึงดูดความสนใจอยู่ตลอดเวลาบนหน้าจอจะช่วยคงความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน

2.2) ความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา (Cognitive Curiosity) ความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา คือ ความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆที่แปลกใหม่ แบบไม่แน่นอน ไม่คาดฝัน และเป็นข้อยกเว้น ซึ่งแตกต่างไปจากกฎเกณฑ์เดิม โดยเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน ไม่แน่นอนเหล่านี้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ

3) จินตนาการ (Fantasy) เกมทุกเกมควรก่อให้เกิดจินตนาการให้ผู้เรียน จินตนาการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนที่น่าสนใจและส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งจินตนาการนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ทางด้านปัญญาและทางด้านอารมณ์

4) ความรู้สึกที่ได้ควบคุม (Control) องค์ประกอบสุดท้ายที่ Malone (1981) ได้กล่าวถึงในทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจในเกมคือ ความรู้สึกที่ได้ควบคุม เป็นการอนุญาตให้ผู้เรียนได้มีส่วนในการควบคุมการเรียนของตนในบทเรียนประเภทเกม ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของเกมหรือเลือกลำดับของเนื้อหาตามความต้องการตามความถนัดและความสามารถของตน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

Sorensen (2002) ได้กล่าวว่าเกมการศึกษาที่ดีจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. เป้าหมาย
2. ความท้าทาย
3. จินตนาการ
4. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน
5. ผลป้อนกลับ
6. ปฏิสัมพันธ์
7. เรื่องราว
8. ความอยากรู้อยากเห็น
9. ความรู้สึกที่ได้ควบคุม

Chulalongkorn University

Tan, Ling และ Ting (2011) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาว่าควรจะประกอบด้วย

1. เป้าหมายในเกม
2. การแข่งขัน
3. ความท้าทาย
4. ผลป้อนกลับ
5. ผลลัพธ์
6. การมีส่วนร่วมในการเรียน
7. ปฏิสัมพันธ์
8. เรื่องราว
9. ความอยากรู้อยากเห็น
10. ความรู้สึกที่ได้ควบคุม

Blunt (2007) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญในเกมว่าควรประกอบด้วย

1. เป้าหมาย
2. กฎกติกา
3. ความท้าทาย
4. การมีส่วนร่วมในการเรียน

นอกจากนี้ Connolly, Stansfield and McLeiian (2006) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในเกมว่าควรประกอบด้วย

1. เป้าหมาย
2. กฎกติกา
3. การแข่งขัน
4. ความท้าทาย
5. จินตนาการ
6. ผลป้อนกลับ
7. ผลลัพธ์
8. การมีส่วนร่วมในการเรียน
9. ปฏิสัมพันธ์
10. เรื่องราว
11. ความอยากรู้อยากเห็น
12. ความรู้สึกที่ได้ควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากเอกสารและงานวิจัยที่มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบของเกม จึงสามารถสรุปองค์ประกอบของเกมได้ในตางรางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลเพื่อการการศึกษา

องค์ประกอบ /แหล่งข้อมูล	Malone (1981)	Prensky (2001)	Alessi and Trollip (2001)	Sorensen (2002)	Tan, Ling and Ting (2011)	Blunt (2007)	Connolly, Stansfield and McLellan (2006)	**ผู้วิจัย**
เป้าหมาย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
กฎกติกา		✓	✓			✓	✓	✓
การแข่งขัน		✓	✓		✓		✓	✓
ความท้าทาย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
จิตนาการ	✓	✓	✓	✓			✓	✓
ความปลอดภัย			✓					✓
ความสนุกสนานเพลิดเพลิน	✓	✓	✓	✓				✓
ผลป้อนกลับ		✓		✓	✓		✓	✓
ผลลัพธ์	✓	✓			✓		✓	✓
การมีส่วนร่วมในการเรียน		✓			✓	✓	✓	✓
ปฏิสัมพันธ์		✓		✓	✓		✓	✓
เรื่องราว		✓		✓	✓		✓	✓
ความอยากรู้อยากเห็น	✓			✓	✓		✓	✓
ความรู้สึกที่ได้ควบคุม	✓			✓	✓		✓	✓

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลเพื่อการการศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาไว้ทั้งหมดเนื่องจากตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบต้องรวบรวมข้อมูลให้ได้มากที่สุดและใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้องค์ประกอบอันเป็นคุณลักษณะของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ต้องการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาในบทที่ 3

3.7 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนด้วยเกมดิจิทัล

Prensky (2001) กล่าวว่า การเรียนด้วยเกมดิจิดอลเป็นการเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction Learning) ทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ การจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ลักษณะเช่นนี้ ต้องอาศัยทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยเฉพาะทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner และทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner ซึ่งกล่าวโดยสรุปดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner

Skinner นักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยม เชื่อว่าสิ่งเสริมแรงเป็นสิ่งเร้าที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างจงใจกระทำ การเสริมแรงนี้แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การเสริมแรงทางบวก เป็นการให้สิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกพอใจแล้วเกิดพฤติกรรมที่ต้องการเพิ่มมากขึ้น เช่น การให้รางวัล คำชมเชย ฯลฯ ในขณะที่การเสริมแรงลบเป็นการให้สิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกไม่พอใจที่สามารถหลีกหนีสิ่งเร้าที่ไม่พอใจได้สำเร็จด้วยการเสริมแรงนั่นเอง ซึ่งได้นำไปประยุกต์ใช้กับการสร้างบทเรียนโปรแกรม ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือ มีการจัดลำดับเนื้อหา และมีข้อความเกี่ยวกับเนื้อหานั้น (สิ่งเร้า) เพื่อให้ผู้เรียนตอบ (เกิดการตอบสนอง) จากนั้นจึงให้ข้อมูลป้อนกลับนี้เองเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเกมดิจิทัลดังที่กล่าวไว้ข้างต้น อีกทั้งการใช้สิ่งเสริมแรงไม่ว่าจะเป็นในรูปของการให้คะแนน ตัวเลขแสดงระดับความสามารถ การได้รับของวิเศษ ฯลฯ ล้วนมีแนวคิดมาจากหลักการเสริมแรงของ Skinner ทั้งสิ้น (Prensky, 2001)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner

Bruner เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันที่สนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนด้วยการค้นพบ โดยความเชื่อว่าผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อมีส่วนร่วมในกระบวนการค้นพบคำตอบ ซึ่งการเรียนรู้เช่นนี้ช่วยให้เด็กเกิดการพัฒนาความสามารถทางสมองและทักษะการแก้ปัญหา อีกทั้งการให้เด็กมีโอกาสสำรวจและสร้างปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อการพัฒนาความคิดของตน ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ 3 ขั้น คือ 1) การเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) เป็นขั้นที่เด็กสร้างปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เรียนรู้จากการสัมผัสจับ

ต้องด้วยตัวเอง 2) การเรียนรู้จากการใช้ภาพ (Iconic Stage) เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาพโดยไม่จำเป็นต้องใช้การสัมผัส และ 3) การเรียนรู้จากการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม ใช้สัญลักษณ์แทนของจริง สามารถจินตนาการภาพของจริงได้ (Mclnerney, 2002)

การเรียนด้วยเกมดิจิทัลได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้เล่นได้ฝึกการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆในเกมด้วยตนเอง โดยมีข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นข้อความ รูปภาพ ฯลฯ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดจนกระทั่งพบวิธีการแก้ไขปัญหาสถานการณ์นั้นๆ

3.8 การวางแผนและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนด้วยเกมดิจิทัล

The Science Education Resource Center แห่งเมืองนอร์ทฟิลด์ มลรัฐมินิโซตา ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยเกมดิจิทัลไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ (Teed, 2006)

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนแต่ละครั้งให้ชัดเจน เช่น ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับ ความสามารถหรือทักษะต่างๆที่ต้องการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 เลือกเกมดิจิทัลให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน และลักษณะกิจกรรมที่ใช้ว่าเป็นกิจกรรมเดี่ยวหรือกิจกรรมกลุ่ม เกมที่เลือกนี้อาจเป็นเกมที่ครูสร้างขึ้นเองหรือใช้เกมที่มีผู้สร้างเอาไว้แล้วก็ได้ ถ้าเป็นเกมที่ครูสร้างขึ้นเอง Prensky (2001) กล่าวว่าเกมที่สร้างขึ้นควรอาศัยทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจของมาโลนในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดรางวัลให้กับนักเรียนหลังเสร็จสิ้นกิจกรรม ถ้าเป็นเกมที่ใช้ระยะเวลาสั้นๆ เช่น จบใน 1 คาบเรียน รางวัลควรเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกภูมิใจกับการบรรลุเป้าหมายในการทำกิจกรรมครั้งนั้น อาจจะเป็นให้คะแนนหรือขนม แต่ถ้าเป็นเกมที่ใช้ระยะเวลาเรียนยาวนาน ควรให้รางวัลซึ่งดึงดูดผู้เรียนให้อยากเล่นต่อไปในครั้งหน้า เช่น รหัสลับที่ใช้เล่นต่อเกมในด่านต่อๆไป

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดกติกาของเกมให้ชัดเจนช่วยให้การตัดสินผลการแข่งขันเป็นไปอย่างยุติธรรม และทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบเกมก่อนนำไปใช้จริง การทดสอบเกมเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเกมดิจิทัลที่ได้นำไปใช้ และนำมาสู่การปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เห็นได้ว่า 5 ขั้นตอนแรก ครูได้รับบทบาทเป็นผู้เตรียมโครงสร้างเนื้อหาให้กับผู้เรียน รวมถึงบทบาทการเป็นผู้สร้างหรือออกแบบเกมดิจิทัลด้วย

ขั้นตอนที่ 6 เป็นการนำเกมไปใช้ในชั้นเรียน เมื่อได้วิเคราะห์จากบทบาทของครูและนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นคือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม ขั้นสะท้อนความคิดและสรุปความรู้

3.9 การออกแบบการเรียนรู้ด้วยเกมดิจิตัลเพื่อการศึกษาแบบแก้ปัญหา

นักการศึกษาพยายามที่จะดึงดูดความสนใจของผู้เรียนโดยการนำเกมมาใช้ในสถานการณ์การเรียนรู้ ซึ่งหลักปรัชญาและการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบเกมการศึกษาจะมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน Squire (2002); Paras and Bizzocchi (2005) และ Shelton (2007) กล่าวว่า มีการเชื่อมโยงระหว่างเป้าหมายการเรียนรู้และการเล่นเกมในการออกแบบเกมการศึกษา ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายการเรียนรู้และปัญหาที่ให้ผู้เรียนได้แก้ไข ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนับว่าเป็นการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ใหม่และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาทักษะของการแก้ปัญหา จึงมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการรออกแบบเกมการศึกษา โดยเกมที่ใช้นั้นจะมีความเป็นตัวแทนของโลกความเป็นจริง และมีกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีการผสมผสานระหว่างการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการออกแบบเกมเพื่อการศึกษา (Walker and Shelton, 2008)

3.10 ลักษณะของเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบแก้ปัญหา

การออกแบบเกมเพื่อการศึกษาแบบแก้ปัญหามีลักษณะเฉพาะดังนี้ (Walker and Shelton, 2008; Kiili, 2007)

1. ปัญหาที่แท้จริง (Authentic Problem) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน Jonassen (2000) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า ปัญหาคือความแตกต่างระหว่างขั้นเริ่มต้นและขั้นแก้ไข การแก้ไขปัญหานั้นจะต้องใช้การสืบสอบ การสำรวจปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีในการแก้ไขปัญหานั้น ซึ่งปัญหานั้นจะต้องถูกออกแบบ ถูกเลือก และถูกจัดลำดับขั้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การนำมาใช้ในเกมควรออกแบบในลักษณะของภารกิจให้ผู้เรียนได้แก้ไขและเรียนรู้จากปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาในเกมและการประยุกต์ผู้เรียนสู่ชีวิตจริง

2. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner Centered) การเรียนโดยเกมดิจิทัลแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนโดยการกำกับตนเอง (Severy & Duffy, 1995 cited in Walker and Shelton, 2008) หรือผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้เรียนจะต้องตรวจสอบปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเองตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

3. ครูเท่ากับผู้อำนวยความสะดวก (Teachers as Facilitators) ในการออกแบบเกมนั้นผู้อำนวยความสะดวกนี้คือ สิ่งแวดล้อมเสมือนในเกมที่จะพาผู้เรียนให้ท่องไปยังโลกแห่งการเรียนรู้ด้วยตนเองตามที่ผู้ครูหรือผู้สอนได้ออกแบบไว้ ซึ่งไม่มีส่วนร่วมในการเล่นเกม

4. การปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเล็ก (Small group interaction) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นแบบฉบับของการปฏิสัมพันธ์กลุ่มเล็ก ซึ่งเป็นการเรียนแบบร่วมมือ การนำมาใช้

ในการออกแบบเกมการศึกษาอาจจะอยู่ในรูปของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเกม โดยเป็นปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเสมือนในเกม

3.11 ผลลัพธ์ของการนำเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหามาใช้ในการเรียนการสอน

การนำเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหามาใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์ในการเรียนการสอนดังนี้ (Walker and Shelton, 2008)

1. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ด้วยการกำกับตนเอง (Effective Self-Directed Learning skill) การเล่นเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายของความรู้ในการแก้ไขปัญหา สามารถเห็นช่องว่างระหว่างความรู้ของตนเอง ทำให้เกิดการเลือกและใฝ่หาแหล่งที่จะมาเติมเต็มความรู้ของพวกเขาระหว่างการเล่นเกม ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยการกำกับตนเอง ทักษะดังกล่าวนี้จะรวมถึงความสามารถในการระบุ เลือก ประเมินแหล่งข้อมูล และพัฒนาความตระหนักรู้

2. ช่วยให้ผู้เกิดการบูรณาการและการสร้างเนื้อหาความรู้ (Integrated and Structured content knowledge) ซึ่งมี 2 ลักษณะที่สำคัญ คือ การบูรณาการความรู้เกิดขึ้นจากธรรมชาติในการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการสร้างเนื้อหาความรู้ซึ่งเป็นหลักสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยจะเกิดขึ้นจากภาระงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนเรียนรู้และลงมือกระทำในการแก้สถานการณ์ในเกม

3. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ไขปัญหาที่เชื่อมต่อกับเนื้อหาความรู้ (Problem-solving skills connected to content knowledge) Barrows (1986) กล่าวว่าทักษะการแก้ไขปัญหา คือ การตั้งสมมติฐาน การสืบสอบข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสังเคราะห์ปัญหาและการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาในเกมได้นั้นผู้เรียนจำเป็นต้องอาศัยทักษะการแก้ไขปัญหารวมถึงการเชื่อมต่อเนื้อหาความรู้ที่ตนเองมี และกำกับตนเองในการตัดสินใจแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถผ่านด่านและบรรลุผลสำเร็จในเกมให้ได้

4. ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ (Increased Motivation for learning) เกมการศึกษาแบบแก้ปัญหาจะช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งสถานการณ์และปัญหาที่ใส่ไว้ในเกมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและสนใจที่จะแก้ปัญหา และทำให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้องค์ความรู้ที่มีมาใช้ในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้ผ่านด่านหรือเล่นเกมต่อไปได้

3.12 เกณฑ์การประเมินผลเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบแก้ปัญหา

Walker and Shelton (2008) ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินผลเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหา โดยพัฒนาจากคุณลักษณะและผลลัพธ์ของการเรียนรู้โดยการปัญหาเป็นฐาน ประกอบกับเนื้อหาของการออกแบบเกมการศึกษา ซึ่งมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหา (Walker and Shelton, 2008)

ลักษณะ	เกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ ปัญหาที่แท้จริง (Authentic Problems)	- ปัญหามีความซับซ้อน - มีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย - ปัญหามีความไม่แน่นอนและมีโครงสร้างที่ไม่ชัดเจน - ปัญหามักจะพบในการปฏิบัติ - สิ่งแวดล้อม มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาได้ ยกเว้น - สิ่งแวดล้อมที่เป็นนามธรรมที่สนับสนุนธรรมชาติที่แท้จริงของงาน - การเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริง
ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner Center)	- ผู้เรียนสร้างวัตถุประสงค์จากสิ่งที่กำหนดให้ - ผู้เรียนค้นหาและแสวงหาแหล่งข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา - ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลตนเองและเพื่อนจากการแก้ปัญหา
สิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวก (Teacher as Facilitators)	- มีรูปแบบการอำนวยความสะดวกและตัวช่วยผู้เรียนด้วยคำถามแบบเมตาคอกนิชันที่ช่วยในแก้ปัญหา - เมื่อเวลาผ่านไปสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกและตัวช่วยจะค่อยๆหายไป เพื่อให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตัวผู้เรียนเอง - สิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกไม่ใช่คำสั่งที่เกิดขึ้นในเกม

ตารางที่ **5** เกณฑ์การประเมินผลเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหา (Walker and Shelton, 2008) (ต่อ)

ลักษณะ	เกณฑ์
การปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเล็ก (Small group interaction)	- ผู้เรียนมีการพบปะกันในกลุ่มขนาดเล็ก(5- 9 คน) - ผู้เรียนตัดสินใจในกลุ่มร่วมกันเพื่อเพิ่มความรู้ที่ขาดหายไป - หลังจากได้รับความรู้ใหม่ผู้เรียนควรมาพบปะกับสมาชิกในกลุ่มอีกครั้งเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และอภิปรายสิ่งที่ได้ค้นพบ - ในส่วนของการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ได้ค้นพบ กลุ่มต้องสะท้อนปัญหาและวิพากษ์วิจารณ์ความรู้ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา
ผลลัพธ์ การเรียนรู้ด้วยการกำกับตนเอง	- ผู้เรียนจะเป็นผู้นำในการระบุเป้าหมายในการเรียนรู้ - ผู้เรียนต้องรับผิดชอบในการแยกแยะช่องว่างระหว่างเป้าหมายการเรียนรู้และพื้นความรู้เดิมของตัวผู้เรียนเอง - ในการเพิ่มเติมช่องว่างในการเรียนรู้ ผู้เรียนจะเกิดการพัฒนาความสามารถในการไตร่ตรอง เลือก และประเมินผลแหล่งข้อมูล
การบูรณาการและการสร้างเนื้อหาความรู้	- ผู้เรียนได้รับความรู้จากการบูรณาการ - ผู้เรียนจะใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนในการแก้ไขปัญหาก่อนที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ - ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากบูรณาการและการสร้างเนื้อหาความรู้ในการแก้ไขปัญหา - ผู้เรียนได้ความรู้ใหม่ผ่านการสะท้อนกลับ การอภิปราย และการวิพากษ์วิจารณ์ร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม

ตารางที่ **5** เกณฑ์การประเมินผลเกมการศึกษาแบบแก้ปัญหา (Walker and Shelton, 2008) (ต่อ)

ลักษณะ	เกณฑ์
ทักษะการแก้ปัญหาที่เชื่อมกับเนื้อหาความรู้	- ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการให้เหตุผลย้อนกลับ - ผู้เรียนถูกนำเสนอด้วยข้อมูลบางส่วนเกี่ยวกับปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข เพื่อนำไปใช้การสืบสอบ - ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ปัญหา และตัดสินใจด้วยตนเอง
เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้	- ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับปัญหา ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะในอนาคต - ผู้เรียนถูกท้าทายด้วยปัญหาที่นำเสนอ และนำเข้าสู่ความสนใจโดยการเพิ่มความสามารถในการแก้ไขปัญหา

จากเอกสารข้างต้นช่วยให้สามารถสรุปหลักเกณฑ์ในการประเมินผลของเกม คือ ด้านคุณลักษณะและด้านผลลัพธ์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกมเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนมากขึ้น และจากการศึกษางานวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเกมเพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่เป็นวัยอยากรู้อยากลอง ชอบความท้าทาย ชอบการแข่งขันต่างๆ เป็นวัยที่เริ่มจะสร้างจินตนาการให้กับตนเอง และเป็นวัยที่ชอบความสนุกสนานเพลิดเพลิน ด้วยการออกแบบเกมที่คำนึงถึงองค์ประกอบเป้าหมาย กฎกติกา การแข่งขัน ความท้าทาย จินตนาการ ความปลอดภัย ความสนุกสนานเพลิดเพลิน ความอยากรู้อยากเห็น และความรู้สึกที่ได้ควบคุมไว้ในเกม เพื่อให้เกมนี้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่กลุ่มตัวอย่างดังกล่าว

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนมีประเด็นที่พบจากงานวิจัยคือ

1. กลุ่มผู้เรียนที่ใช้เกมประกอบการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้เกมประกอบการสอน (Wynroth, 1970 ; Weusi – Puryear (1975 cited in Randel et al, 1994) ; Randel, 1992 ; Watkins (1986 cited in Randel, 1992) ; ศิริพร หัตถา, 2538)

2. การแก้ปัญหาเด็กที่ไม่ชอบและเบื่อคณิตศาสตร์เกมคณิตศาสตร์ที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์และแก้ปัญหาเด็กที่ไม่ชอบคณิตศาสตร์ ต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ

8 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) เกมคอมพิวเตอร์ก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย 2) เป้าหมาย 3) ความสำเร็จ 4) ความท้าทาย 5) การรับรู้ในสิ่งที่กระทำ 6) มีส่วนร่วม 7) ดึงดูดความสนใจ 8) ผู้เล่นได้รับการกระตุ้น (Sedighian and Sedighian, 1996; Klawe, 1994)

3. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์มีความรู้เพิ่มขึ้นก่อนการทดลอง (น้ำค้าง แสงสว่าง, 2542)

4. ผู้เรียนที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมไม่อยู่นิ่งระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมที่มีการควบคุมบทเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกันแต่มีระยะเวลาในการเรียนแตกต่างกัน (เนตร หงษ์ไกรเลิศ, 2545)

5. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนแบบผู้เรียนกับผู้สอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนแบบผู้เรียนกับเนื้อหา (บุญชู บุญลิขิตศิริ, 2548)

6. ผู้เรียนที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมไม่อยู่นิ่งระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2ที่เรียนโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีการใช้รูปแบบการเสริมแรงทางบวกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า ผู้เรียนมากกว่า 50% ขึ้นไปไม่มีพฤติกรรม อาการบิดตัวไปมายุกยิก ไม่อยู่เฉย, วอกแวกง่าย, ไม่รอฟังคำสั่งในเกม, และเล่นเกมโดยไม่คิดไตร่ตรองขาดความยับยั้งชั่งใจ และผู้เรียนมากกว่า 80% ขึ้นไปไม่มีพฤติกรรม อาการระเบิดอารมณ์โกรธเมื่อเสียคะแนนหรือทำผิด และมีพฤติกรรมการเล่นเกมอย่างตั้งใจ และผู้เรียนทั้งหมดไม่มีพฤติกรรม อาการลุกขึ้นเดินเมื่อเบื่อ หยุดเล่นเกมชั่วขณะปรากฏให้เห็นขณะเล่นเกม และมีพฤติกรรมการเล่นเกมอย่างสนุกสนาน และเล่นเกมจนจบโดยไม่ยอมหยุดพัก (ปิยนันท์ ปานนิ่ม, 2549)

7. กลุ่มผู้เรียนที่ใช้เกมประกอบการสอนมีทักษะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น (Micheal, 1997; White, 2000; Lynam, 2005; ศิริวรรณ ฤกษนันท์, 2549; อานนท์ เอื้ออุมากุล, 2549)

จากงานวิจัยที่กล่าวมาทำให้พบว่า การนำเกมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและนำมาใช้แก้ปัญหาทางการเรียนของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เกมคอมพิวเตอร์จึงเป็นสื่อบันเทิงที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เพราะนำเอาลักษณะเด่นของเกมคือการแข่งขัน มีเป้าหมาย และลักษณะเด่นของคอมพิวเตอร์ คือสามารถที่จะบันทึกข้อมูล นำเสนอข้อมูล และทำงานได้ทันทีมารวมไว้ด้วยกัน ผู้เล่นจึงมีความรู้สึกสนุกสนาน ตื่นเต้น ท้าทาย เพราะสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ที่กำลังเล่นอยู่ กล่าวได้ว่า เกมคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่นกับตัวเครื่องได้ โดยที่เกมคอมพิวเตอร์จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ใน

บรรยากาศที่ท้าทาย สนุกสนาน และเพลิดเพลิน ซึ่งการที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้นั้นส่วนหนึ่งก็มาจากข้อมูลที่แทรกอยู่ในเกม (Alessi, 1989) จึงกล่าวได้ว่า เกมเป็นสื่อการเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการปัญหาได้ดี โดยมีปัจจัยสำคัญคือองค์ประกอบและคุณลักษณะของเกม

4. ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบ

4.1 ความหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบไว้ดังนี้ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มหรือจำแนกตัวแปรที่ใช้กันทั่วไป คือ เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เป็นเทคนิคที่แบ่งกลุ่มตัวแปรออกเป็นกลุ่มๆ หรือรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน หรือใน Factor หรือปัจจัยเดียวกัน โดยตัวแปรที่อยู่ใน Factor เดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันมาก ความสัมพันธ์อาจจะอยู่ในทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เป็นบวก) หรืออยู่ในทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เป็นลบ) แต่ตัวแปรที่อยู่ต่าง Factor กันจะไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือมีความสัมพันธ์กันน้อย ในเทคนิคนี้จะใช้ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (Correlation) วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนั้นตัวแปรที่ใช้เทคนิค Factor Analysis ได้ควรเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ (Interval หรือ Ratio Scale) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ นักวิจัยต้องการศึกษาคุณลักษณะภายในตัวบุคคลที่เป็นตัวแปรแฝง ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงและต้องศึกษาคุณลักษณะดังกล่าวนั้นจากพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคล โดยการวัดหรือการสังเกตพฤติกรรมเหล่านั้นแทนคุณลักษณะที่ต้องการศึกษา ในทางปฏิบัตินักวิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลได้เป็นตัวแปรสังเกตได้หลายตัว และใช้วิเคราะห์องค์ประกอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้องค์ประกอบอันเป็นคุณลักษณะของบุคคลที่นักวิจัยต้องการศึกษา วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ช่วยให้นักวิจัยสร้างองค์ประกอบจากตัวแปรหลาย ๆ ตัวแปร โดยรวมกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน และแต่ละองค์ประกอบ คือตัวแปรแฝงอันเป็นคุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการศึกษา (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

การวิเคราะห์ปัจจัยเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการลดปริมาณข้อมูลให้ลดน้อยลง (Data Reduction) เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และทำให้ทราบถึงโครงสร้างและแบบแผน (Structure and pattern of Data) กล่าวคือ เมื่อผู้วิจัยมีจำนวนตัวแปรมากๆ หลายตัว และมีความไม่สะดวกในการที่จะใช้ตัวแปรจำนวนมากดังกล่าวมาวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย จะลดจำนวนตัวแปรเหล่านั้น

ให้เหลือน้อยตัวโดยอาศัยโครงสร้างและแบบแผนของความสัมพันธ์ที่มีอยู่ในข้อมูลหรือระหว่างตัวแปร (สุชาติ ประสิทธิรัฐสินธุ์ และ ลัดดาวัลย์ รอดมณี, 2527)

สรุปได้ว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง การรวมกลุ่มของตัวแปรที่สังเกตได้หลายตัวที่มีความสัมพันธ์กันเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน โดยตัวแปรที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น จะมีความสัมพันธ์กันมาก ซึ่งอาจจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวกหรือทางลบกันก็ได้ และตัวแปรที่อยู่คนละกลุ่มกันจะไม่มีความสัมพันธ์กันหรือถ้ามีความสัมพันธ์กันจะสัมพันธ์กันน้อย ตัวแปรแฝงหรือองค์ประกอบที่ได้มาจะเป็นคุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการศึกษา

4.2 วัตถุประสงค์สำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

วัตถุประสงค์สำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบมีอยู่ 2 ประการ คือ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

1) เป็นการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบช่วยให้นักวิจัยลดจำนวนตัวแปรลงและได้องค์ประกอบ ซึ่งทำให้เข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการแปลความหมาย รวมทั้งได้ทราบ แบบแผน (Patten) และโครงสร้าง (Structure) ความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วย

2) เป็นการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับแบนแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล กรณีนักวิจัยต้องมีสมมุติฐานอยู่ก่อนแล้วและใช้วิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจ สอบว่าข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับสมมุติฐานเพียงใดจากวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบดังกล่าวนำไปสู่เป้าหมายของการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบในฐานะที่เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการวิจัย

วัตถุประสงค์ของเทคนิค Factor Analysis (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

1) เพื่อลดจำนวนตัวแปรโดยรวมตัวแปรหลายๆตัวให้อยู่ในกลุ่ม หรือปัจจัย (Factor) เดียวกัน โดยที่จำนวนปัจจัยจะน้อยกว่าจำนวนตัวแปร โดยการนำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในปัจจัยเดียวกัน

2) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง (Confirmatory) ในงานวิจัยบางเรื่อง ผู้วิจัยต้องกำหนดความสำคัญหรือน้ำหนักให้กับตัวแปร

สรุปได้ว่าวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบมีหลักการใหญ่ๆ ที่ต้องการอยู่ 2 ประการด้วยกัน คือ ประการแรกเพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วม ประการที่สองเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแบบแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ในการสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมนั้นก็คือ ลดจำนวนตัวแปรลง โดยรวมตัวแปรหลายๆ ตัวให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือ

องค์ประกอบเดียวกันเพื่อที่จะทำให้เข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่าย และมีความสะดวกในการแปลความหมาย รวมทั้งได้ทราบแบบแผนและโครงสร้างของความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วย ส่วนในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแบบแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นหรือจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการยืนยันในทฤษฎี ก็เพื่อตรวจสอบดูว่าข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกับสมมติฐานเพียงใด ก่อนที่มีการตรวจสอบผู้วิจัยต้องมีสมมติฐานก่อนว่าคุณลักษณะที่ศึกษามีกี่องค์ประกอบ

4.3 ประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบสามารถแบ่งได้ดังนี้ (สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา, และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2551)

1) ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเครื่องมือวัดตัวแปรแฝง โดยนำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบมาสร้างตัวแปรแฝง แล้วนำตัวแปรแฝงนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2) ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเครื่องมือตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของตัวแปรว่ามีโครงสร้างตามนิยมทางทฤษฎีหรือไม่ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงอย่างไร

3) ใช้ในการแก้ปัญหาการที่ตัวแปรอิสระของการวิเคราะห์ถดถอยพหุมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) โดยการนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกันโดยการสร้างตัวแปรใหม่จากคะแนนองค์ประกอบ แล้วนำองค์ประกอบนั้นไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ถดถอยต่อไป

ประโยชน์ของเทคนิค Factor Analysis (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

1) ลดจำนวนตัวแปร โดยการรวมตัวแปรหลายๆ ตัวให้อยู่ในปัจจัยเดียวกัน โดยถือว่าปัจจัยใหม่ที่สร้างขึ้นเป็นตัวใหม่ที่สามารถหาค่าของปัจจัยที่สร้างขึ้นได้ เรียกว่า Factor Score จึงสามารถนำปัจจัยดังกล่าวไปเป็นตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

2) ใช้ในการแก้ปัญหาการที่ตัวแปรอิสระของเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) วิธีการอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา Multicollinearity คือ การรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกัน โดยการสร้างเป็นตัวแปรใหม่ หรือเรียกว่าปัจจัย โดยใช้เทคนิค Factor Analysis แล้วนำปัจจัยดังกล่าวไปเป็นตัวอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอยต่อไป เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวจะไม่มีความสัมพันธ์กัน จึงเป็นการแก้ปัญหา Multicollinearity

3) ทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา เนื่องจากเทคนิค Factor Analysis จะหาค่าประสิทธิสหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทีละคู่แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในปัจจัยเดียวกัน จึงสามารถวิเคราะห์ถึงโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่อยู่ในปัจจัยเดียวกันได้

4) ทำให้สามารถอธิบายความหมายของแต่ละปัจจัยได้ตามความหมายของตัวแปรต่างๆที่อยู่ในปัจจัยนั้น ทำให้สามารถนำไปใช้ในด้านการวางแผนได้

จากการศึกษาในประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบสามารถที่จะลดจำนวนตัวแปร ใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปร และสามารถวิเคราะห์ถึงโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่อยู่ในปัจจัยเดียวกัน สามารถอธิบายความหมายหรือจัดจำพวกของแต่ละองค์ประกอบ สามารถนำไปใช้ในด้านการวางแผนได้ ใช้ในการวัด ช่วยในการตรวจสอบสมมุติฐาน ใช้ประโยชน์ในการสำรวจตรวจค้นหาองค์ประกอบที่ยังไม่เคยทราบมาก่อน ใช้ทำเสมือนแผนที่ให้นักวิทยาศาสตร์มองภาพปรากฏการณ์ในลักษณะที่ช่วยจัดมโนทัศน์และแหล่งความแปรปรวนให้เป็นระบบมากขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยต่อๆไปได้

4.4 ข้อตกลงเบื้องต้นและการทดสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบ คือ ตัวแปรต้องมีความสัมพันธ์กันเนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อรวมกลุ่มของตัวแปรที่สัมพันธ์กัน การตรวจสอบเบื้องต้นว่าข้อมูลชุดนั้น จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบได้หรือไม่ คือการพิจารณาเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรชุดนั้น ตัวแปรที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบจะต้องมีความสัมพันธ์กันไม่น้อยกว่า .30 (สุภมาส อังศุโชติ; สมถวิล วิจิตรวรรณา; และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2551)

การตรวจสอบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ สามารถตรวจสอบได้โดยการคำนวณค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Correlation) คือการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเมื่อควบคุมตัวแปรอื่น ซึ่งควรจะมีค่าต่ำ สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยโปรแกรม SPSS ค่าสถิติทดสอบเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลชุดนี้เหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์วิเคราะห์องค์ประกอบหรือไม่ คือ ค่า KMO and Bartlett’s Test เมื่อเลือกสถิติทดสอบตัวนี้จะได้ค่าสถิติทดสอบ 2 ค่า สถิติทดสอบตัวแรก คือ ค่า Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (MSA) ดัชนีตัวนี้ (มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าจะเท่ากับ 1 เมื่อตัวแปรแต่ละตัวสามารถทำนายได้ด้วยตัวแปรอื่น โดยปราศจากความคลาดเคลื่อน ส่วนค่าในช่วงอื่น ๆ แปลความหมายดังนี้ (Hair; et al, 1998 อ้างถึงใน สุภมาส อังศุโชติ; สมถวิล วิจิตรวรรณา; และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2551)

.80 ขึ้นไป เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดีมาก

.70 - .79 เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี

.60 - .69 เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบปานกลาง

.50 - .59 เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบน้อย

น้อยกว่า .50 ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อมูลชุดนั้นมาวิเคราะห์องค์

สถิติทดสอบตัวที่สอง คือ Bartlett's Test of Sphericity ใช้ทดสอบว่าตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยมีสมมุติฐานของการทดลองดังนี้

H0 : Correlation matrix เป็น Identity matrix (เมทริกซ์ที่มีค่าในแนวทแยงเป็น 1 ค่านอกแนวทแยงเป็น 0) หรือตัวแปรต่างๆไม่สัมพันธ์กัน

H1 : Correlation matrix ไม่เป็น Identity matrix หรือตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กัน

ถ้าค่า Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญ แสดงว่าตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กันสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้

4.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ในงานวิจัยนี้จะใช้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) จึงขอกล่าวเพียงขั้นตอนของการวิเคราะห์เชิงสำรวจเท่านั้น ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ผลที่ได้คือลดจำนวนตัวแปรสังเกตได้โดยสร้างเป็นตัวแปรใหม่รูปขององค์ประกอบร่วม การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ คือ การวิเคราะห์เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทำให้นักวิจัยลดจำนวนตัวแปรสังเกตได้ในการวิเคราะห์ต่อไปโดยการสร้างตัวแปรใหม่ในรูปขององค์ประกอบร่วม (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2537)

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีดังนี้

1) การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น (Factor Extraction) วิธีการสกัดองค์ประกอบที่นิยมใช้ มี 2 วิธี คือ

1.1) วิธี Component Analysis ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า Principal Component Analysis เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ที่ต้องการองค์ประกอบจำนวนน้อยๆที่จะอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้มากที่สุด แลผู้วิจัยทราบว่า ความแปรปรวนเฉพาะ (u = p + e) มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับความแปรปรวนทั้งหมด ในขั้นแรกของการคำนวณจะกำหนดให้ค่าความรวมกันเท่ากับ 1

1.2) วิธี Common Factor เหมาะสำหรับการวิเคราะห์เพื่อระบุมิติแฝง (Latent Dimension) หรือโครงสร้างที่เป็นตัวแทนของชุดของตัวแปรสังเกต โดยผู้วิจัยมีความรู้เรื่องความแปรปรวนเฉพาะน้อยมาก และต้องการขจัดความแปรปรวนส่วนนี้ออกไป แต่วิธีนี้มีความยุ่งยากมากกว่า Component Analysis จึงได้รับความนิยมน้อยกว่า

2) การหมุนแกนองค์ประกอบ (Factor Rotation) เพื่อให้ได้องค์ประกอบร่วมที่ชัดเจน การหมุนแกนทำได้ 2 วิธี คือ

2.1) Orthogonal เป็นการหมุนแกนที่ยังคงให้แกนองค์ประกอบตั้งฉาก หมายความว่า องค์ประกอบที่ได้เป็นอิสระต่อกัน วิธีที่นิยม คือ วิธีแวริเมกซ์ (Varimax)

2.2) Oblique เป็นการหมุนแกนที่องค์ประกอบไม่ต้องตั้งฉากกัน ซึ่งหมายถึงองค์ประกอบที่สกัดได้จะมีความสัมพันธ์กัน

3) การสร้างคะแนนองค์ประกอบ (Factor Score) เพื่อสร้างตัวแปรแฝงจากตัวแปรสังเกตได้

4) การตั้งชื่อองค์ประกอบ ผู้วิจัยต้องตั้งชื่อองค์ประกอบให้สื่อความหมายถึงตัวแปรทั้งหมดในองค์ประกอบ

ขั้นตอนในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจอาจแบ่งได้คร่าวๆ 5 ขั้นตอน คือ (สุภมาส อังศุโชติ; สมถวิล วิจิตรวรรณา; และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2551)

1) เก็บข้อมูลและสร้างเมตริกสหสัมพันธ์ อันดับแรกในขั้นตอนของการวิเคราะห์องค์ประกอบคือการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ต้องการวิเคราะห์ และนำเสนอในรูปของเมตริกสหสัมพันธ์

2) การสกัดองค์ประกอบ ขั้นตอนที่สองในการวิเคราะห์องค์ประกอบคือการค้นหาจำนวนองค์ประกอบที่มีความสามารถเพียงพอในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้ ซึ่งมีวิธีการต่างๆให้เลือกใช้ดังนี้ 1) Maximum Likelihood Method (หรือ Canonical Factoring) 2) Least-Squares Method (หรือ Principal Axis Factoring) 3) Alpha Factoring 4) Image Factoring และ 5) Principal Components Analysis ผู้วิจัยจะต้องเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เลือกให้ ถ้าเป็นโปรแกรม SPSS โปรแกรมจะเลือกวิธี Principal Component Analysis ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบจะให้ข้อมูลที่หลากหลาย กฎที่ดีที่สุดสำหรับการกำหนดจำนวนขององค์ประกอบคือ “eigenvalue > 1” ค่า Eigenvalue เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถขององค์ประกอบว่าจะอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวแปรได้มากน้อยเพียงไรโดยปกติถ้าองค์ประกอบนั้นอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างได้น้อยกว่า 1 Eigenvalue แล้วก็ไม่มีประโยชน์ที่จะนำองค์ประกอบนั้นมาใช้ หากตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนน้อย การวิเคราะห์อาจจะให้ผลเป็นองค์ประกอบแค่ 2 - 3 องค์ประกอบเท่านั้น ถ้าหากตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนมากอาจจะได้จำนวนองค์ประกอบมาก แต่เราอาจจะกำหนดเกณฑ์อื่นๆ สำหรับเลือกจำนวนองค์ประกอบได้ แต่ eigenvalue > 1 นี้เป็นเกณฑ์ที่ถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทุกโปรแกรม

3) เลือกวิธีการหมุนแกน ซึ่งมี 2 วิธีคือ วิธี Orthogonal จะให้ผลเป็นองค์ประกอบที่ไม่สัมพันธ์กันซึ่งการหมุนแกนวิธีนี้มีให้เลือก 3 แบบ คือ 1) Varimax 2) Equamax และ 3) Quartimax ชุดของน้ำหนักองค์ประกอบที่องค์ประกอบไม่สัมพันธ์กันจะเรียกว่า Orthogonal

solution และวิธี Oblique จะให้ผลเป็นองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ซึ่งมีแบบ Oblimin และ Direc Quartimin และชุดของน้ำหนักองค์ประกอบที่องค์ประกอบสัมพันธ์กันจะเรียกว่า Oblique Solutionโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนมากจะเลือกการหมุนแกนด้วยวิธี Orthogonal แบบ Varimax

4) เลือกค่า Loading เพื่อจะได้ทราบว่าตัวแปรใดบรรจุอยู่ในองค์ประกอบใดให้พิจารณาที่ค่า loading โดยปกติในงานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้เกณฑ์ที่ 0.3 - 0.4 เพราะในงานวิจัยนั้นมักจะใช้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมาก Hair (1995 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537) ได้เสนอตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Loading ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่า loading ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ต่อจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

Factor loading	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	350	250	200	150	120	100	85	70	60	50

5) การตั้งชื่อองค์ประกอบ เมื่อเรารู้ความหมายของ loading แล้ว ถัดมาคือตั้งชื่อให้แต่ละองค์ประกอบ มีกฎในการตั้งชื่อ คือ ชื่อขององค์ประกอบควรจะสั้นอาจตั้งชื่อเพียง 1 - 2คำ และมีความหมายสอดคล้องกับโครงสร้างขององค์ประกอบ โดยพิจารณาความคล้ายคลึงกันระหว่างตัวแปรที่อยู่ในองค์ประกอบ ถ้าผู้วิจัยค้นคว้ามาตามโครงสร้างของทฤษฎี ผู้วิจัยอาจจะต้องการใช้ชื่อองค์ประกอบตามทฤษฎีที่ได้ค้นคว้ามา หรือผู้วิจัยอาจจะตั้ง ชื่อใหม่ที่สอดคล้องกับแนวความคิดของผู้วิจัยเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปได้ว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีดังต่อไปนี้

1) เก็บข้อมูลที่จะวิเคราะห์และสร้างตารางเมตริกสหสัมพันธ์

2) การสกัดองค์ประกอบ คือ การแยกองค์ประกอบร่วมให้มีจำนวนองค์ประกอบน้อยที่สุด ที่สามารถนำค่าน้ำหนักองค์ประกอบไปคำนวณค่าเมตริกสหสัมพันธ์ได้ค่าใกล้เคียงกับเมตริกสหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้อันเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ มี 2 หลายวิธีได้แก่ วิธีวิเคราะห์ส่วนประกอบมุขสำคัญ และวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม ซึ่งวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมนี้สามารถแบ่งออกย่อยได้อีก 5 วิธี คือ วิธีการหาองค์ประกอบแกนมุขสำคัญ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดวิธีไลด์ลิฮู้ดสูงสุด วิธีวิเคราะห์ภาพ และวิธีการหาองค์ประกอบแบบแอลฟา

3) การหมุนแกนองค์ประกอบซึ่งมี 2 วิธีคือ วิธี Orthogonal วิธีนี้มีให้เลือก 3แบบ คือ Varimax Equamax และ Quartimax และวิธี Oblique ซึ่งมีแบบ Oblimin และ Direc Quartimin

4) เลือกค่า Loading เพื่อจะได้ทราบว่าตัวแปรใดบรรจุอยู่ในองค์ประกอบใด

5) การตั้งชื่อองค์ประกอบจะตั้งสั้นๆ มีความหมายสอดคล้องกับโครงสร้างขององค์ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ซึ่งมีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา
3. เพื่อพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากวัตถุประสงค์การวิจัยดังกล่าวจึงได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ตอนที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ตอนที่ 3 สร้างและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ตอนที่ 4 ศึกษาผลการใช้เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

1. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2,068 คน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2556 : ออนไลน์)
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

1. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษา ตอนปลาย และมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างน้อย 1 ปี ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้โดยใช้โปรแกรม G*Power Analysis โดยกำหนดเงื่อนไขดังนี้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย กำหนดค่า effect size เท่ากับ 0.5 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ 1 เปอร์เซ็นต์ (alpha = 0.01) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 56 คน เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่รายงานอัตราตอบกลับของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นครูอยู่ประมาณ 50 – 60% ผู้วิจัยจึงกำหนดอัตราการตอบกลับที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้ที่ 50% ของจำนวนแบบสอบถามที่ส่งไป ดังนั้นเพื่อชดเชยกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ตอบกลับ จึงกำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับ 112 คนหรือเท่ากับ 120 คน จากการคัดเลือกตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มเลือกแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีจังหวัดเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit) โดยสุ่มจังหวัดในแต่ละภาค ภาคละ 4 จังหวัด ได้จำนวน 24 จังหวัด

1.2 ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มจังหวัดละ 1 โรงเรียน ได้จำนวนโรงเรียน 24 โรงเรียน และได้จำนวนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวอย่างทั้งสิ้น 120 คน รายละเอียดดังเสนอในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวอย่างในการวิจัย จำแนกตามภูมิภาค

ภาค	จังหวัด	โรงเรียน	จำนวนครู
เหนือ	เชียงราย	โรงเรียนบ้านสันโค้ง	5
	อุตรดิตถ์	อนุบาลอุตรดิตถ์	4
	ลำพูน	โรงเรียนอนุบาลลำพูน	5
	แพร่	โรงเรียนเมธังกราวาส	6
	รวม		**20**
ตะวันออกเฉียงเหนือ	สกลนคร	โรงเรียนเชิงชุมราษฎร์นุกูล	4
	สุรินทร์	โรงเรียนอนุบาลสุรินทร์	4
	หนองคาย	โรงเรียนอนุบาลหนองคาย	6
	อุดรธานี	โรงเรียนบ้านหมากแข้ง	6
	รวม		**20**
กลาง	นครนายก	อนุบาลนครนายก	6
	สมุทรสงคราม	โรงเรียนเมืองสมุทรสงคราม	5
	สุพรรณบุรี	อนุบาลวัดป่าเลไลย์	1
	พระนครศรีอยุธยา	ประตูชัย	8
	รวม		**20**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 จำนวนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำแนกตามภูมิภาค (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	โรงเรียน	จำนวนครู
ตะวันออก	ปราจีนบุรี	อนุบาลปราจีนบุรี	3
	ฉะเชิงเทรา	อนุบาลวัดปิตุลาธิราชฯ	6
	ชลบุรี	โรงเรียนบ้านเนินพลับหวาน	5
	ตราด	อนุบาลตราด	6
	รวม		**20**
ตะวันตก	กาญจนบุรี	โรงเรียนอนุบาลกาญจนบุรี	3
	ราชบุรี	โรงเรียนอนุบาลราชบุรี	7
	เพชรบุรี	โรงเรียนบ้านท่ายาง	6
	ประจวบคีรีขันธ์	โรงเรียนอนุบาลประจวบคีรีขันธ์	4
	รวม		**20**
ใต้	นครศรีธรรมราช	โรงเรียนพระมหาธาตุ	7
	ปัตตานี	อนุบาลปัตตานี	5
	ยะลา	อนุบาลยะลา	3
	ตรัง	โรงเรียนอนุบาลตรัง	5
	รวม		**20**

2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) จำนวนทั้งสิ้น 10 คน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 เป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน ไม่ต่ำกว่า 5 ปี และ

2.2 เป็นผู้มีประสบการณ์ในการใช้เกมดิจิทัลการศึกษาในการเรียนการสอน

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา สำหรับครู เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอน ได้แก่ องค์ประกอบ วิธีการจัดการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน และปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษา แนวคิด หลักการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา

1.3 สร้างแบบสอบถามสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามสภาพการเรียนการสอน ได้แก่ องค์ประกอบ วิธีการจัดการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน และปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะการเลือกตอบแบบตรวจสอบรายการ (check list)

1.4 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (Index of Item - Objective Congruence: IOC) (ดูรายละเอียดรายนามผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) โดยผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและให้คำแนะนำรายละเอียดในสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ แบบสอบถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ควรจัดเรียงตัวเลือกตอบจากทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ง่ายไปยาก

1.5 นำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนไม่ต่ำกว่า 5 ปี เพื่อตรวจสอบความเข้าใจที่มีต่อข้อคำถาม

1.6 นำแบบสอบถามของครูวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ชุด มาวิเคราะห์ผลและปรับข้อคำถามให้ชัดเจนขึ้น จากนั้นติดต่อประสานงานกับครูผู้สอนกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. แบบสอบถามสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอน ได้แก่ องค์ประกอบ วิธีการจัดการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ และการนำเกมดิจิทัลการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษา แนวคิด หลักการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา

2.3 สร้างแบบสอบถามสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามสภาพการเรียนการสอน ได้แก่ องค์ประกอบ วิธีการจัดการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน และปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะการเลือกตอบแบบตรวจสอบรายการ (check list)

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะแบบเติมข้อความแบบปลายเปิด

2.4 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (Index of Item - Objective Congruence: IOC) (ดูรายละเอียดรายนามผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก ก) โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คำแนะนำรายละเอียดในสิ่งที่ควรปรับปรุง ดังนี้

- แบบสอบถามเกี่ยวกับปริมาณในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานควรเพิ่มระยะเวลาในการประเมินคือ 1 ภาคการศึกษามีการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหา เป็นฐานคิดเป็นร้อยละเท่าไรของวิธีสอนที่ใช้ทั้งหมด

- แบบสอบถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ควรจัดเรียงตัวเลือกตอบจากทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ง่ายไปยาก

- แบบสอบถามตอนที่ 3 เพิ่มเติมข้อคำถามว่า ท่านเคยใช้เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนการสอนในลักษณะใดบ้าง

2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม จากนั้นติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. จัดทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ติดต่อต้นสังกัดของครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ

3. ติดต่อประสานงานกับทางโรงเรียนและผู้เชี่ยวชาญเพื่อรวบรวมข้อมูล โดยส่งเอกสารไปทางไปรษณีย์พร้อมแนบซองที่ปิดผนึกแสตมป์พร้อมจ่าหน้าซองถึงผู้วิจัย สำหรับการส่งข้อมูลกลับโดยกำหนดระยะเวลาในการตอบกลับภายใน 1 เดือน

4. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้กลับคืนมาและคัดเลือกเฉพาะแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์

2. วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามประเภทของแบบสอบถาม ดังนี้

2.1 แบบสอบถามแบบตรวจสอบรายการ (check list) นำมาวิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.2 แบบสอบถามแบบปลายเปิด นำมาวิเคราะห์เนื้อหาและนำเสนอในลักษณะพรรณนาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของครูและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดคุณลักษณะของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาต่อไป

ตอนที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกมดิจิทัล
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 300 คน ประมาณ 5 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์ในโมเดลสมการโครงสร้าง (52ตัว) (Hair, 1995 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537) ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกมดิจิทัล จำนวน 100 คน จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

1.1 เป็นผู้มีประสบการณ์ในด้านการออกแบบเกมดิจิทัล ไม่น้อยกว่า 1 ปี และ/หรือ

1.2 เป็นผู้ประสบการณ์ในการเป็นวิทยากรบรรยายด้านเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา และ/หรือ

1.3 เป็นผู้เขียนตำราหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการออกแบบเกมดิจิทัลที่มีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการเกม

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา จำนวน 100 คน จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

2.1 เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 1 ปี และ/หรือ

2.2 เป็นผู้ประสบการณ์ในการเป็นวิทยากรบรรยายด้านการนำเกมดิจิทัลมาใช้ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ

2.3 เป็นผู้ที่เคยนำเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 100 คน จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

3.1 เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ไม่น้อยกว่า 1 ปี และ/หรือ

3.2 เป็นผู้ประสบการณ์ในการเป็นวิทยากรบรรยายด้านเกมดิจิทัลการศึกษา และ/หรือ

3.3 เป็นผู้ที่เคยนำเกมดิจิทัลการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา คือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนประถมศึกษาจากการดำเนินการวิจัยในตอนที่ 1 เฉพาะประเด็นเกี่ยวกับ

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญที่มีความถี่มากที่สุด 3 อันดับแรก และ/หรือ ร้อยละ 50 มาสร้างประเด็นและข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

2. ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดองค์ประกอบและขั้นตอนของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

3. ศึกษาหลักการการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สำหรับเป็นข้อมูลในการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

4. สร้างตัวแปรของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยกำหนดประเด็นและจำนวนตัวแปรจากข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ได้ด้านต่างๆทั้งสิ้น 22 ด้าน ประกอบด้วย 1) ปัญหาและสถานการณ์ 2) เรื่องราว 3) ความอยากรู้อยากเห็น 4) การจัดสภาพแวดล้อม 5) ความ สนุกสนานเพลิดเพลิน 6) จิตนาการ 7) ทรัพยากร 8) ความรู้สึกที่ได้ควบคุม 9) ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 10) เป้าหมาย 11) ปฏิสัมพันธ์ 12) กฎกติกา 13) กิจกรรมการเรียนรู้ 14) สิ่งอำนวยความสะดวกหรือตัวช่วยในเกม15) การประเมินผล 16) ผลป้อนกลับ 17) ความท้าทาย 18) แรงจูงใจ19) การแข่งขัน 20) ความปลอดภัย 21) ระบบเก็บข้อมูล และ 22) ผลลัพธ์ (Malone, 1981; Bridges,1992; Barrows, 1996; Delisle, 1997; Jonassen,2000; Alessi and Trollip, 2001; Prensky , 2001; Sorensen, 2002; Gee, 2003; Squire, 2003; Connolly Stansfield and Mclellan, 2006; Walker and Shelton, 2006; Blunt, 2007; Kiili, 2007; Tan, Ling and Ting, 2011) จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์และคัดกรองตัวแปร

5. นำตัวแปรของของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา และตารางวิเคราะห์และคัดกรองตัวแปรเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา

6. นำผลจากการวิเคราะห์และคัดกรอกตัวแปรแก้ไขตามความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษามาสร้างเป็นข้อคำถามที่เข้าใจง่าย ในแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 4 หน้า โดยแบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา) โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ท (Likert Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

ระดับความคิดเห็น	ค่าคะแนน
เห็นด้วยในระดับมากที่สุด	5
เห็นด้วยในระดับมาก	4
เห็นด้วยในระดับปานกลาง	3
เห็นด้วยในระดับน้อย	2
เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด	1

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยมีลักษณะแบบเติมข้อความแบบปลายเปิด

7. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยได้รับคำแนะนำให้รวมข้อที่มีการวัดคุณลักษณะที่ซ้ำซ้อนกัน ได้ข้อคำถามทั้งสิ้นจำนวน 52 ข้อ 21 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 โครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	จำนวนข้อ
1. ปัญหาและสถานการณ์ปัญหา	4
2. เรื่องราว	2
3. ความอยากรู้อยากเห็น	1
4. การจัดสภาพแวดล้อม	6
5. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน	1
6. จินตนาการ	1
7. ทรัพยากร	1
8. ความรู้สึกที่ได้ควบคุม	1
9. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	3

ตารางที่ 8 โครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	จำนวนข้อ
10. เป้าหมาย	1
11. ปฏิสัมพันธ์	1
12. กฎกติกา	1
13. กิจกรรมการเรียนรู้	10
14. สิ่งอำนวยความสะดวกหรือตัวช่วยในเกม	4
15. การประเมินผล	1
16. ผลป้อนกลับ	2
17. ความท้าทาย	2
18. แรงจูงใจ	2
19. การแข่งขัน	2
20. ระบบเก็บข้อมูล	4
21. ผลลัพธ์	2
รวม	**52**

8. ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเครื่องมือ โดยการนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความครอบคลุมและความชัดเจนของภาษา รวมไปถึงข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งตรวจสอบโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคือ ค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้ต้องมีค่ามากกว่า 0.5 จึงจะตัดสินว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) มีการให้คะแนน คือ 1, 0, -1 โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นถูกต้องและมีความสอดคล้องกับนิยามตัวแปร

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามตัวแปร

-1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นไม่ถูกต้องและไม่มีความสอดคล้องกับนิยามตัวแปร

จากนั้นคัดเลือกข้อความที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) มากกว่า 0.5 และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ออก จากนั้นปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้ข้อคำถามทั้งสิ้นจำนวน 49 ข้อ

9. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ในขั้นนำร่อง (Pilot Study) กับกลุ่มที่มีความใกล้เคียงกับตัวอย่าง จำนวน 15 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์ พบว่าค่าความเที่ยงของแบบสอบถาม แต่ละตัวแปรมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.945–0.950 แสดงว่าแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีความเหมาะสมในการนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล รายละเอียดแสดงในตารางที่ 9

10. นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยไปเก็บข้อมูลกับตัวอย่าง

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	**ค่าความเที่ยง**
1. ปัญหาและสถานการณ์ปัญหา	0.947
- เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหาและค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	0.947
- เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	0.948
- เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ	0.946
- เกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆโดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น	0.948
2. เรื่องราว	0.947
- เกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิด ขึ้นจริง	0.947
- เกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ	0.947
3. ความอยากรู้อยากเห็น	
- เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป	0.947
4. การจัดสภาพแวดล้อม	0.947
- เกมมีการจัดสภาพแวดล้อมในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้เรียน	0.946
- เกมมีการจัดสภาพแวดล้อมและกิจกรรมในเกมที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ภายนอกห้องเรียน	0.948

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (ต่อ)

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	ค่าความเที่ยง
- เกมมีการสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นของข้อมูล และการตั้ง สมมติฐาน	0.947
- เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมที่เสมือนจริง (Virtual Environment)	0.946
5. ความสนุกสนานเพลิดเพลิน	
- เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน	0.947
6. จิตนาการ	
- เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	0.945
7. ทรัพยากร	
- เกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์	0.946
8. ความรู้สึกที่ได้ควบคุม	
- เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game)	0.947
9. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	0.947
- เกมส่งเสริมให้ผู้เรียนการกำกับตนเองระหว่างการเล่น วางแผน ควบคุม และกำกับการเล่นของตนเอง	0.948
- ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้	0.946
- ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกม	0.946
10. เป้าหมาย	
- เกมมีการระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน	0.946
11. ปฏิสัมพันธ์	
- เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา	0.947
12. กฎกติกา	
- เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน	0.946

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (ต่อ)

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	ค่าความเที่ยง
13. กิจกรรมการเรียนรู้	0.946
- เกมมีภาระงานที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	0.947
- เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	0.947
- เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	0.946
- เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	0.945
- เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	0.947
- เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา	0.946
- เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	0.945
- เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความ เห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา	0.945
- เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	0.945
14. สิ่งอำนวยความสะดวกหรือตัวช่วยในเกม	0.947
- เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ	0.947
- เกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด	0.946
- เมื่อผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ เกมจะปรากฏตัวช่วยด้วยคำถามแบบเมตาคอกนิชัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง	0.946
- เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง	0.946

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (ต่อ)

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	ค่าความเที่ยง
15. การประเมินผล	
- เกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย	0.950
16. ผลป้อนกลับ	0.947
- เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิด แก่ผู้เรียนทันที	0.946
- เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้	0.947
17. ความท้าทาย	0.948
- เกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม	0.947
- เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา	0.948
18. แรงจูงใจ	0.948
- เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม	0.947
- เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและของรางวัล	0.949
19. การแข่งขัน	0.947
- เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา	0.947
- เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์	0.947
20. ระบบเก็บข้อมูล	0.947
- เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน	0.947
- เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน	0.947
- เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน	0.947
- เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน	0.947

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (ต่อ)

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	ค่าความเที่ยง
21. ผลลัพธ์	0.947
- เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง	0.946
- เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา	0.947

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. จัดทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. ติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อรวบรวมข้อมูล โดยส่งเอกสารไปทางไปรษณีย์พร้อมแนบซองที่ปิดผนึกแสตมป์พร้อมจ่าหน้าซองถึงผู้วิจัยสำหรับการส่งข้อมูลกลับ ทางอีเมล์ และดำเนินการจัดส่งด้วยตนเอง โดยกำหนดระยะเวลาในการตอบกลับภายใน 1 เดือน และติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อติดตามการตอบกลับของแบบสอบถามจนได้รับแบบสอบถามคืนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

4. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2557 ถึง 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้กลับคืนมาและคัดเลือกเฉพาะแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์

2. วิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ตามประเภทของแบบสอบถาม ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามและค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของข้อมูลเพื่อศึกษาลักษณะการแจงแจงของตัวแปร โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Factor Analysis ด้วยวิธีหาองค์ประกอบแกนมุขสำคัญ (Principal Axis Factoring = PAF) โดยหมุนแกนตัวประกอบแบบมุมแหลม (Oblique Rotation) ด้วยวิธีอ๊อลลิมิน (Oblimin Rotation) เพื่อให้องค์ประกอบแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กัน และนำองค์ประกอบที่มีค่าไอแกน (Eigenvalue) เกิน 1 ไปหมุนแกนออโธกอนอล (Orthogonal) ด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax) เพื่อหาองค์ประกอบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ตอนปลาย โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกข้อคำถาม (ตัวแปร) ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ตั้งแต่ .35 ขึ้นไป (Field, 2009) และจำนวนตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบต้องมีอย่างน้อย 2 ตัวแปรขึ้นไปจึงถือเป็น 1 องค์ประกอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามดังกล่าวนี้จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาต่อไป

ตอนที่ 3 การสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1. นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างใช้ในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1. นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเล่นเกมดิจิทัล โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) จากโรงเรียนพญาไท ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัด สพฐ. จำนวน 5 คน และจากโรงเรียนอุดมศึกษา ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดเอกชน จำนวน 5 คน

2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน (ดูรายละเอียดรายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

2.1 เป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี และ/หรือ

2.2 เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา มีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน (ดูรายละเอียดรายนามผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก ก) โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

3.1 เป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 3 ปี และ/หรือ

3.2 เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านเกมดิจิทัลการศึกษา จำนวน 3 คน (ดูรายละเอียดรายนามผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก ก) โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

4.1 เป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบดิจิทัลเพื่อการศึกษาไม่ต่ำกว่า 3 ปีและ/หรือ

4.2 เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียน หรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษา และ/หรือ

4.3 เป็นผู้ที่เคยนำเกมดิจิทัลการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการการสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1. แบบสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อสอบถามเกี่ยวกับลักษณะของเกมที่ชอบ องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการเล่นเกม และด้านการออกแบบเกม โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการของการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษา แนวคิด หลักการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาในวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบต่างๆ ลักษณะ รูปแบบของเกม ปัญหา และอุปสรรคในการเล่นเกม

1.3 สร้างประเด็นคำถามในแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับ องค์ประกอบต่างๆ ลักษณะ รูปแบบของเกม ปัญหาและอุปสรรคในการเล่นเกม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างที่สร้างขึ้นในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (Index of Item - Objective Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาจำนวน 3 คน (ดูรายละเอียดรายนามผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก ก)

1.6 นำต้นแบบของแบบสัมภาษณ์ที่ปรับแก้จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม จำนวน 3 คน ที่มีประสบการณ์ในการเล่นเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจที่มีต่อข้อคำถาม

1.7 แก้ไขปรับปรุงข้อคำถามและจัดทำเป็นแบบสัมภาษณ์ เรื่อง ลักษณะของเกมที่เหมาะกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ จากครูและผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการวิจัยตอนที่ 1 เฉพาะประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญที่มีความถี่มากที่สุด 3 อันดับแรก และ/หรือ ร้อยละ 50 พิจารณาร่วมกับข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ในการดำเนินการวิจัยตอนที่ 2 และข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน เกี่ยวกับลักษณะของเกมที่ชอบ องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการเล่นเกม และความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเกมมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

2.2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาโดยครอบคลุมประเด็นด้านองค์ประกอบที่สำคัญและขั้นตอนหลักของการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยนำหลักของการ

ออกแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป (ADDIE) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การออกแบบ (Design) 3) การพัฒนา (Development) 4) การดำเนินการใช้งาน (Implementation) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) มาสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีรายละเอียดดังในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาฐานตามหลักของการออกแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป (ADDIE)

ขั้น	สิ่งที่ทำ	สิ่งที่ได้	การนำไปใช้
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)	- วิเคราะห์ผู้เรียน	- ทักษะกระบวนวิทยาศาสตร์และความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานของผู้เรียน - ผู้เรียนชอบเล่นเกมประเภทผจญภัย - ของรางวัลในเกมที่ผู้เรียนสนใจคือ คะแนนและอุปกรณ์ เสริมในการเล่น	- ขั้นเตรียมความพร้อมผู้เรียนมีการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะก่อนเข้าสู่ด่านการแก้ปัญหาในเกม - รูปแบบเกมประเภทผจญภัย - มีการให้รางวัลเป็นคะแนนและของรางวัลเป็นอุปกรณ์ เสริมในเกม
	- วิเคราะห์เนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์	- สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	- เกมมีโครงเรื่องเกี่ยวกับการแก้ปัญหาขยะในโรงเรียน
	- วิเคราะห์แนวคิดและหลักการการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	- แนวคิดและหลักการการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	- เกมมีการออกแบบขั้นตอนในเกม 8 ขั้นตอนตามหลักการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้ 1. แจ้งกฎ กติกา 2.เตรียมความพร้อมผู้เรียน

ตารางที่ 10 การออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาฐานตามหลักของการออกแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป (ADDIE) (ต่อ)

ขั้น	สิ่งที่ทำ	สิ่งที่ได้	การนำไปใช้
			3. เสนอสถานการณ์ปัญหา 4. กำหนดกรอบการศึกษา 5. รวบรวมข้อมูล 6.เสนอวิธีการแก้ปัญหา 7.ประเมินผลการแก้ปัญหา 8. สรุปและประเมินผลผู้เรียน - องค์ประกอบของเกม 8 องค์ประกอบ 43 ตัวบ่งชี
ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)	- กำหนดกรอบการทำงานของเครื่องมือต่างๆในโปรแกรมเกม - ตรวจสอบความถูกต้องโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ	- กรอบการทำงานของเครื่องมือต่างๆในเกม - ความถูกต้องและเหมาะของกรอบการทำงานของเครื่องมือ	- ออกแบบโครงสร้างเกม สตอรี่บอร์ด ผังการทำงานของเกม และร่างส่วนประกอบต่างๆในหน้าจอ - ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ
ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)	- สร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยโปรแกรม RPG Maker Vx Ace - ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ	- ต้นแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา - ความถูกต้องเหมาะสมของเกมต้นแบบ	- ต้นแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา - ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 10 การออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาฐานตามหลักของการออกแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป (ADDIE) (ต่อ)

ขั้น	สิ่งที่ทำ	สิ่งที่ได้	การนำไปใช้
ขั้นที่ 4 การทดสอบก่อนนำไปใช้จริง (Implement)	- นำเกมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ซึ่งเป็นนักเรียนคนละกลุ่มกับนักเรียนที่ใช้ในการทดลอง โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เพื่อประเมินการทำงานของเกมดิจิทัลการศึกษาตามขั้นตอนการประเมินผลสื่อมัลติมีเดีย(สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2538)	- ผลการประเมินการทำงานของเกมดิจิทัลการศึกษา	- ปรับปรุงคุณภาพเกมดิจิทัลการศึกษาด้านรูปภาพ บางด่านยังไม่มีความชัดเจนและมีการซ้อนทับของภาพ และภาพค้างบางหน้าจอ - ปรับปรุงเกมดิจิทัลการศึกษาด้านเสียงที่ยังไม่ชัดเจน นักเรียนไม่เข้าใจกฎกติกาของเกม - ปรับปรุงปัญหาด้านเทคนิค คือบางช่วงของเกมไม่สมบูรณ์ เช่น ตัวละครเดินทะลุกำแพง เดินบนต้นไม้ได้ - ปรับปรุงข้อความบนหน้าจอที่มีการสะกดผิด
ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate)	- ประเมินผลเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยา ศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา	- ผลการประเมินเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา	- นำเกมที่ผ่านการประเมินไปใช้ในการทดลองในการวิจัยขั้นต่อไป

ตอนที่ 4 การทดลองใช้เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน โดยผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) จากโรงเรียนประชานิเวศน์ ซึ่งเป็นโรงเรียนประถมศึกษาสังกัด สพฐ. จำนวน 30 คน และโรงเรียนเกษมพิทยาเอกชน ซึ่งเป็นโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดเอกชน จำนวน 30 คน

แบบแผนการวิจัย เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองโดยจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ดังแผนภาพการทดลอง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2547)

Treatment Group 1	R_1 O_1 X_1 O_2
Treatment Group 2	R_2 O_3 X_1 O_4

R_1 เป็นการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองที่ 1

R_2 เป็นการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองที่ 2

O_1, O_3 เป็นการทดสอบก่อนเรียน

X_1 เรียนจากเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

O_2, O_4 เป็นการทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

1. เกมดิจิทัลการศึกษาที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งเป็นเกมแบบใช้ปัญหาเป็นฐานโดยผสมผสานสื่อการรับรู้หลากหลายรูปแบบ (Multimedia) ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง เข้าไว้ด้วยกันร่วมกับคุณลักษณะการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลต่างๆได้อย่างสะดวก

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องขยะกับการจัดการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระเรื่อง ขยะกับการจัดการ ร่วมกับครูผู้สอน จากนั้นนำมาสร้างแบบทดสอบตามกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ รายละเอียดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตามที่ต้องการวัดมีรายละเอียดดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง การที่บุคคลเมื่อพบปัญหาหรืออุปสรรคแล้ว สามารถที่จะใช้ความรู้ ความคิด หรือประสบการณ์เดิมที่มีมาประยุกต์ใช้ในการคิดพิจารณาไตร่ตรองปัญหา เพื่อตัดสินใจในการหาทางเลือกหรือทางออกของปัญหาที่เหมาะสมที่สุด แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการระบุปัญหา ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ความสามารถในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ความสามารถในการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง สามารถบอกหรืออธิบายได้ว่าอะไรคือปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2) ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง สามารถระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

3) ความสามารถในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง สามารถเสนอแนะหรือหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสาเหตุของปัญหา เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

4) ความสามารถในการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา หมายถึง สามารถในการวิเคราะห์ตรวจสอบและอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหา

2.3 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดและจำนวนข้อคำถาม ผู้วิจัยนำนิยามเชิงปฏิบัติการมากำหนดโครงสร้างของแบบวัดและจำนวนข้อคำถามที่ต้องการวัด ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 โครงสร้างของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา	**ข้อที่**	**จำนวนข้อ**
1. ความสามารถในการระบุปัญหา	1, 5, 9, 13, และ 17	5
2. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา	2, 6, 10, 14, และ 18	5
3. ความสามารถในการเสนอวิธีการแก้ปัญหา	3, 7, 11, 15, และ 19	5
4. ความสามารถในการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	4, 8, 12, 16, และ 20	5
รวม		20

2.4 ดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องขยะและการจัดการ ซึ่งเป็นข้อคำถามปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ลักษณะคำถามเป็นข้อความหรือสถานการณ์เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมฉบับละ 20 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหาในเบื้องต้น จากนั้นดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วพร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อวิจัย นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรหลักที่ใช้ในการวิจัย ตารางโครงสร้างของแบบทดสอบและจำนวนข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ จำนวน 1 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 1 ท่าน 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยในระดับประถมศึกษา จำนวน 1 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญอยู่ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและพิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง (Item–objective congruence) หลังจากให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบแล้ว ผู้วิจัยนำผลการตรวจสอบมาคำนวณดัชนี IOC เป็นรายข้อและคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ผ่านเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อ

คำถาม คือ ข้อคำถามในแบบทดสอบต้องมีค่าความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 จึงจะถือว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับข้อความที่ต้องการวัดและมีความตรงตามเนื้อหา (ศิริชัย กาญจนวาสีและคณะ , 2544) ผลการพิจารณาสรุปได้ว่าข้อคำถามในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมาค่าดัชนี IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ซึ่งมากกว่า 0.5 ในทุกข้อคำถามจึงผ่านเกณฑ์การพิจารณาตามที่กำหนดไว้และความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ และจากผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ พบว่า ข้อคำถามครอบคลุมตามองค์ประกอบการวิเคราะห์ มีความสอดคล้องเหมาะสม แต่มีประเด็นที่ควรปรับปรุงเพิ่มเติมคือ ควรปรับปรุงในเรื่องภาษาให้เข้าใจและอ่านง่ายยิ่งขึ้น สถานการณ์ปัญหาควรชัดเจน ไม่ซับซ้อนมากเกิน ปรับตัวลวงในข้อที่มีความใกล้เคียงกับข้อเฉลยมากเกินไปเพื่อให้เกิดความเหมาะสมยิ่งขึ้น

2.7 ปรับปรุงแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาตามคำแนะนำของเชี่ยวชาญ จากผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อคำถามไว้ทั้งหมดและได้ปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.8 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder and Richardson ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ จากผลการทดสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.72 และ 0.80 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.60 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.56 (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.9 ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบ โดยตรวจสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนด้วย F-test ซึ่งผลการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนใกล้เคียงกัน และเมื่อทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้สถิติ F – test พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา sig = .810 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นคู่ขนาน ดังตาราง 12 และ 13

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ

สิ่งที่เปรียบเทียบ	ฉบับที่ 1 (20 ข้อ)	ฉบับที่ 2 (20 ข้อ)
1. ค่าความยากเฉลี่ย	0.478	0.472
2. ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย	0.384	0.386
3. ค่าความเที่ยง	0.80	0.72
4. ค่าเฉลี่ย	9.59	9.45
5. ค่าความแปรปรวน	14.47	19.18

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบความเป็นคู่ขนานของแบบวัด

		Mean	Variance	Levene's test		t-test	P
				F	sig		
แบบทดสอบความสามารถ	ฉบับที่ 1	9.59	14.47	.395	.532	.128	.899
ในการแก้ปัญหา	ฉบับที่ 2	9.45	19.18				

การเก็บรบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง แบ่งออกได้ดังนี้

1.1 นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนประชานิเวศน์ และโรงเรียนเกษมพิทยา เพื่อขออนุญาตใช้สถานที่ ห้อมคอมพิวเตอร์ รวมถึงอุปกรณ์ และขอใช้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

1.2 กำหนดวันทำการทดลอง โดยเลือกช่วงเวลาที่นักเรียนยังไม่ได้เรียนเรื่องการจัดการขยะในห้องเรียน

1.3 เตรียมความพร้อมก่อนทำการทดลอง ดังนี้

1.3.1 ตรวจสอบการทำงานของเกมดิจิทัลการศึกษาว่ามีปัญหาในการทำงานหรือไม่และสามารถแก้ไขปรับปรุงจนสามารถใช้ได้ดี

1.3.2 จัดเตรียมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดกิจกรรมและตรวจสอบการทำงานของบทเรียนอีกครั้ง

1.3.3 จัดเตรียมและตรวจสอบแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงอุปกรณ์การเขียนอื่นๆให้พร้อม

1.4 ดำเนินการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.4.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียนให้ผู้เรียนเริ่มทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนพร้อมกัน ซึ่งมีจำนวน 20 ข้อ โดยกำหนดระยะเวลาในการทำ 50 นาที

1.4.2 ขั้นการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาจำนวน 3 คาบ และกำหนดเวลาในการเรียนคาบละ 1 ชั่วโมง แบ่งรายละเอียดได้ดังนี้

1.4.2.1 การเรียนรู้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ชั่วโมง

1.4.2.2 การเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการจัดการขยะ จำนวน 2 ชั่วโมง

1.4.3 หลังจากเรียนจบให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนทันที จำนวน 20 ข้อ โดยกำหนดระยะเวลาในการทำ 50 นาที

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเล่นเกมของนักเรียน โดยเก็บจากจำนวนครั้งที่นักเรียนเลือกรับคำแนะนำในเกมและคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test dependent ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับตัวแปรปัจจัยในเกม ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบ stepwise และการศึกษาเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเล่นเกม โดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test Independent

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ตอนที่ 4 ผลของการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างคือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 120 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน ในตอนที่ 1 นี้ได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน คือ 1.1 ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ช่วงชั้นที่ 2 และ 1.2 ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 14 ข้อมูลพื้นฐานของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน	ข้อมูล	จำนวน (n=120)	คิดเป็นร้อยละ
เพศ			
	หญิง	101	84.17
	ชาย	18	15.00
	ไม่ตอบ	1	0.83
รวม		**120**	**100**
อายุ			
	ต่ำกว่า 25 ปี	2	1.67
	25 – 30 ปี	17	14.17
	31 – 40 ปี	28	23.33
	41 – 50 ปี	26	21.67
	51– 60 ปี	47	39.17
รวม		**120**	**100**
วุฒิการศึกษาสูงสุด			
	ปริญญาตรี	73	60.83
	ปริญญาโท	45	37.50
	ปริญญาเอก	1	0.83
	อื่นๆ	1	0.83
รวม		**120**	**100**
ระดับชั้นที่สอน			
	ป.4	35	29.17
	ป.5	25	20.83
	ป.6	21	17.50
	ป.4 และ ป.5	5	4.17
	ป.4 และ ป.6	3	2.50
	ป.5 และ ป.6	12	10.00
	ป.4 – ป.6	19	15.83
รวม		**120**	**100**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 14 ข้อมูลพื้นฐานของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 ที่ตอบแบบสอบถาม พบว่าครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 ที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 84.17 และเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 15 เมื่อพิจารณาช่วงอายุของครู พบว่า ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 51– 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 39.17 รองลงมาคือมีอายุอยู่ในช่วง 31 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 23.33 และมีอายุอยู่ในช่วง ต่ำกว่า 25 ปีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 1.67เมื่อพิจารณาวุฒิการศึกษาสูงสุด พบว่า ส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 60.83 รองลงมาคือระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 37.50 เมื่อพิจารณาระดับชั้นที่สอน พบว่า ส่วนใหญ่สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 29.17 รองลงมาคือ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 20.83 และในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 6 น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 2.50

ตารางที่ 15 การจัดเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษาเนื้อหาดังที่ปรากฏในตาราง ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มีการสอนโดยใช้ใช้วิธีในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

รายการ		**วิธีการจัดการเรียนการสอน**					
		การสอนแบบบรรยาย	**การสอนแบบทดลอง**	**การสอนแบบสืบสอบ**	**การสอนแบบสาธิต**	**การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน**	**อื่นๆ**
1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต							
1.1 พืช	ความถี่	72	92	45	42	38	2
	ร้อยละ	60.00	76.67	37.50	35.00	31.67	1.67
1.2 สัตว์	ความถี่	81	58	53	36	28	0
	ร้อยละ	67.50	48.33	44.17	30.00	23.33	0
1.3 มนุษย์	ความถี่	82	30	53	26	34	0
	ร้อยละ	68.33	25.00	44.17	21.67	28.33	0
1.4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	ความถี่	81	18	52	23	29	0
	ร้อยละ	67.50	15.00	43.33	19.17	24.17	0
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม							
2.1 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ความถี่	74	46	53	19	51	0
	ร้อยละ	61.67	38.33	44.17	15.83	42.50	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 การจัดเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษาเนื้อหาดังที่ปรากฏในตาราง ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มีการสอนโดยใช้ใช้วิธีในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (ต่อ)

รายการ		วิธีการจัดการเรียนการสอน					
		การสอนแบบบรรยาย	การสอนแบบทดลอง	การสอนแบบสืบสอบ	การสอนแบบสาธิต	การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	อื่นๆ
2.2 การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม	ความถี่	71	36	49	17	46	0
	ร้อยละ	59.17	30.00	40.83	14.17	38.33	0
2.3 การดำรงชีวิตของมนุษย์ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม	ความถี่	71	27	49	8	44	0
	ร้อยละ	59.17	22.50	40.83	6.67	36.67	0
2.4 ภัยธรรมชาติ	ความถี่	76	25	53	17	61	1
	ร้อยละ	63.33	20.83	44.17	14.17	50.83	0.83
2.5 การอนุรักษ์ธรรมชาติ	ความถี่	76	24	53	14	60	1
	ร้อยละ	63.33	20.00	44.17	11.67	50.00	0.83
3. แรงและการเคลื่อนที่							
3.1 แรงเสียดทาน	ความถี่	62	103	20	42	31	1
	ร้อยละ	51.67	85.83	16.67	35.00	25.83	0.83
3.2 ความดันอากาศ	ความถี่	60	100	20	41	27	1
	ร้อยละ	50.00	83.33	16.67	34.17	22.50	0.83
3.3 ความดันของเหลว	ความถี่	61	98	20	39	27	1
	ร้อยละ	50.83	81.67	16.67	32.50	22.50	0.83
4. พลังงาน							
4.1 พลังงานแสง	ความถี่	69	101	22	46	26	1
	ร้อยละ	57.50	84.17	18.33	38.33	21.67	0.83
4.2 พลังงานเสียง	ความถี่	61	94	24	40	22	0
	ร้อยละ	50.83	78.33	20.00	33.33	18.33	0
4.3 พลังงานไฟฟ้า	ความถี่	63	94	26	47	28	1
	ร้อยละ	52.50	78.33	21.67	39.17	23.33	0.83
5. ดาราศาสตร์และอวกาศ							
5.1 ระบบสุริยะ	ความถี่	90	45	51	50	20	4
	ร้อยละ	75.00	37.50	42.50	41.67	16.67	3.33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 การจัดเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษาเนื้อหาดังที่ปรากฏในตาราง ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มีการสอนโดยใช้ใช้วิธีในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (ต่อ)

รายการ		วิธีการจัดการเรียนการสอน					
		การสอนแบบบรรยาย	การสอนแบบทดลอง	การสอนแบบสืบสอบ	การสอนแบบสาธิต	การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	อื่นๆ
5.2 ทิศ	ความถี่	75	58	35	44	18	1
	ร้อยละ	62.50	48.33	29.17	36.67	15.00	0.83
5.3 อิทธิพลของดวงดาว	ความถี่	80	31	48	31	19	2
	ร้อยละ	66.67	25.83	40.00	25.83	15.83	1.67
5.4 เทคโนโลยีอากาศ	ความถี่	88	22	54	24	19	1
	ร้อยละ	73.33	18.33	45.00	20.00	15.83	0.83
6.สารและสมบัติของสาร							
6.1 สมบัติของสาร	ความถี่	67	101	37	38	26	1
	ร้อยละ	55.83	84.17	30.83	31.67	21.67	0.83
6.2 การเปลี่ยนแปลงของสาร	ความถี่	64	98	34	41	28	1
	ร้อยละ	53.33	81.67	28.33	34.17	23.33	0.83
7.กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก							
7.1 ดิน	ความถี่	75	85	49	32	37	1
	ร้อยละ	62.50	70.83	40.83	26.67	30.83	0.83
7.2 น้ำ	ความถี่	74	79	43	30	34	0
	ร้อยละ	61.67	65.83	35.83	25.00	28.33	0
7.3 อากาศ	ความถี่	78	67	45	27	34	0
	ร้อยละ	65.00	55.83	37.50	22.50	28.33	0
7.4 ภัยพิบัติ	ความถี่	85	29	49	21	56	1
	ร้อยละ	70.83	24.17	40.83	17.50	46.67	0.83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 15 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใน 1 ปีการศึกษา พบว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีผู้ตอบมากที่สุด คือ วิธีการสอนแบบทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 85.83 รองลงมาคือ วิธีการสอนแบบทดลอง เรื่อง พลังงานแสงและสมบัติของสาร จำนวน 101 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 84.17 และวิธีการสอนแบบสาธิต เรื่องการ ดำรงชีวิตของมนุษย์ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมมีผู้ตอบน้อยที่สุด จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67

เมื่อพิจารณาตามวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย พบว่า เนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายมากที่สุดคือ เรื่องระบบสุริยะ มีผู้ตอบจำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 75 รองลงมาคือ เรื่องเทคโนโลยีอากาศ มีผู้ตอบจำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 และเนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายน้อยที่สุดคือ เรื่องความดันอากาศ มีผู้ตอบจำนวน 60 คนคิดเป็นร้อยละ 50

เมื่อพิจารณาตามวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบทดลอง พบว่า เนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบทดลองมากที่สุด คือ เรื่องแรงเสียดทาน มีผู้ตอบจำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 85.83 รองลงมาคือ เรื่องพลังงานแสงและสมบัติของสาร มีผู้ตอบจำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 84.17 และเนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบทดลองน้อยที่สุดคือ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีผู้ตอบจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 15

เมื่อพิจารณาตามวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ พบว่า เนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบมากที่สุด คือ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตของสัตว์และมนุษย์ มีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 53 คน คิดเป็นร้อยละ 44.17 รองลงมาคือเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีผู้ตอบจำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 43.33 และเนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบน้อยที่สุดคือ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ได้แก่ แรงเสียดทาน ความดันอากาศ และความดันของเหลว มีผู้ตอบจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67

เมื่อพิจารณาตามวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสาธิต พบว่า เนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบสาธิตมากที่สุด คือ เรื่องระบบสุริยะ มีผู้ตอบจำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 41.67 รองลงมาคือ เรื่องพลังงานแสง มีผู้ตอบจำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 38.33 และเนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบสาธิตน้อยที่สุดคือ เรื่องการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม มีผู้ตอบจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67

เมื่อพิจารณาตามวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า เนื้อหา ที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมากที่สุด คือ ภัยธรรมชาติ มีผู้ตอบจำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 50.83 รองลงมาคือ เรื่องการอนุรักษ์ธรรมชาติ มีผู้ตอบจำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และเนื้อหาที่ครูจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานน้อยที่สุดคือ เรื่องทิศ มีผู้ตอบจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 15

ตารางที่ 16 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เห็นว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนามากที่สุด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวน (n=120)	ร้อยละ
ทักษะการสังเกต	24	20.00
ทักษะการวัด	0	0.00
ทักษะการจำแนกประเภท	0	0.00
ทักษะการคำนวณ	3	2.50
ทักษะการทำและสื่อความหมายข้อมูล	9	7.50
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	10	8.33
ทักษะการพยากรณ์	0	0.00
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	7	5.83
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	17	14.17
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	6	5.00
ทักษะการทดลอง	10	8.33
ทักษะการตีความหมายข้อมูล	12	10.00
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา	4	3.33
ไม่ตอบ	18	15.00
รวม	**120**	**100**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 16 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เห็นว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนามากที่สุด พบว่า ทักษะการสังเกต มีผู้ตอบมากที่สุด จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 20 รองลงมาคือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ผู้ตอบจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 14.17 และพบว่าทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภทและทักษะการพยากรณ์ไม่มีผู้ตอบเลย

ตารางที่ 17 ร้อยละของปริมาณการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเวลา 1 ภาคการศึกษาของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	จำนวน (n=120)	ร้อยละ
ไม่มีการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	7	5.83
น้อยกว่าร้อยละ 20	27	22.50
ร้อยละ 20 - 40	46	38.33
ร้อยละ 41 - 60	21	17.50
ร้อยละ 61 - 80	14	11.67
ร้อยละ 81 – 100	5	4.17
รวม	**120**	**100**

จากตารางที่ 17 ร้อยละของปริมาณการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเวลา 1 ภาคการศึกษาของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ครูส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร้อยละ 20 - 40 มีผู้ตอบมากที่สุด จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 38.33 รองลงมาคือ น้อยกว่าร้อยละ 20 มีจำนวนผู้ตอบ 27 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และร้อยละ 81 – 100 มีจำนวนผู้ตอบน้อยที่สุด คือ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 4.17

ตารางที่ 18 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

ลักษณะการจัดการเรียนการสอน	จำนวน (n=120)	ร้อยละ
สอนเนื้อหาบางส่วนแล้วให้ผู้เรียนทดลองแก้ปัญหาตามที่กำหนด	84	70.00
เริ่มด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนค้นคว้า/แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	88	73.33
ให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติการแก้ปัญหาในเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา	13	10.83
ให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง	58	48.33
อื่นๆ	2	1.67

จากตารางที่ 18 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน พบว่า ครูส่วนใหญ่มีลักษณะการจัดการเรียนการสอนด้วยการเริ่มด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนค้นคว้า/แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองลงมาคือ สอนเนื้อหาบางส่วนแล้วให้ผู้เรียนทดลองแก้ปัญหาตามที่

กำหนด จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 70 และการจัดการเรียนการสอนในลักษณะอื่นๆนอกเหนือจากที่ระบุมา มีผู้ตอบน้อยที่สุด จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.67

ตารางที่ 19 ขั้นตอนที่ควรให้ความสำคัญที่สุดในการนำรูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	**จำนวน (n=120)**	**ร้อยละ**
เตรียมความพร้อมผู้เรียน	53	44.17
ค้นคว้าข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน	67	55.83
เสนอสถานการณ์ของปัญหา	63	52.50
ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา	43	35.83
กำหนดกรอบการศึกษา	35	29.17
สร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก	19	15.83
สร้างสมมติฐาน	36	30.00
นำเสนอผลงาน	12	10.00

จากตารางที่ 19 ขั้นตอนที่ควรให้ความสำคัญที่สุดในการนำรูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา พบว่า การค้นคว้าข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน มีผู้ตอบมากที่สุด จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 55.83 รองลงมาคือ การเสนอสถานการณ์ของปัญหา มีผู้ตอบจำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 52.50 และการนำเสนอผลงาน เป็นขั้นตอนที่มีผู้ตอบน้อยที่สุด มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 10

ตารางที่ 20 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอน	**จำนวน(n=120)**	**ร้อยละ**
ขั้นตอนที่ยากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน		
ขั้นเตรียมการ	39	32.50
ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	66	55.00
ขั้นประเมินผล	9	7.50
ไม่ตอบ	6	5.00
รวม	**120**	**100**
ขั้นตอนที่มีการเน้นย้ำแก่ผู้เรียนมากที่สุด ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน **ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้**		
การกำหนดประเด็นปัญหา	19	15.83
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	68	56.67
การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	17	3.33
การประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	9	7.50
ไม่ตอบ	4	3.33
รวม	**120**	**100**

จากตารางที่ 20 ขั้นตอนที่ยากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ มีผู้ตอบมากที่สุด จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาคือขั้นเตรียมการ มีผู้ตอบจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 และขั้นประเมินผล มีผู้ตอบจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่มีการเน้นย้ำแก่ผู้เรียนมากที่สุด ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา มีผู้ตอบมากที่สุดจำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 56.67 รองลงมาคือ การกำหนดประเด็นปัญหา มีผู้ตอบจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.83 และขั้นการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นมีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50

ตารางที่ 21 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา (n = 120)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นปัญหา		ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา		ขั้นที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา		ขั้นที่ 4 การประเมินผลการแก้ปัญหา	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ทักษะการสังเกต	73	60.83	43	35.83	33	27.50	25	20.83
2. ทักษะการวัด	11	9.17	11	9.17	30	25.00	13	10.83
3. ทักษะการจำแนกประเภท	18	15.00	26	21.67	26	1.67	27	22.50
4. ทักษะการคำนวณ	17	14.17	18	15.00	26	1.67	22	18.33
5. ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	16	13.33	26	21.67	48	40.00	51	42.50
6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	14	11.67	34	28.33	46	38.33	81	67.50
7. ทักษะการพยากรณ์	35	29.17	30	25.00	28	33.33	26	21.67
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	89	74.17	58	48.33	41	34.17	25	20.83
9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	51	42.50	43	35.83	39	32.50	19	15.83
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	20	16.67	25	20.83	33	27.50	23	19.17
11. ทักษะการทดลอง	30	25.00	32	26.67	57	47.50	30	25.00
12. ทักษะการตีความหมายข้อมูล	23	19.17	48	40.00	45	37.50	77	64.17
13. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา	9	7.50	15	12.50	19	15.83	25	20.83

จากตารางที่ 21 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา ในขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นปัญหา พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีผู้ตอบจำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 74.17 รองลงมาคือ ทักษะการสังเกต มีผู้ตอบจำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 60.83 และทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลามีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีผู้ตอบจำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 48.33 รองลงมาคือ ทักษะการตีความหมายข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และทักษะการวัด มีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 9.17

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการทดลอง มีผู้ตอบจำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 รองลงมาคือ ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.83

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 4 การประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 67.50 รองลงมาคือ ทักษะการตีความหมายข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 64.17 และทักษะการจำแนกประเภท มีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 10.83

ตารางที่ 22 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้เวลาในการพัฒนาผู้เรียนมากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา	**จำนวน (n=120)**	**ร้อยละ**
ความสามารถในการระบุปัญหา	21	17.50
ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา	25	20.83
ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ปัญหา	56	46.67
ความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา	6	5.00
ไม่ตอบ	12	10.00
รวม	**120**	**100**

จากตารางที่ 22 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้เวลาในการพัฒนาผู้เรียนมากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ปัญหามีผู้ตอบมากที่สุด จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ

46.67 รองลงมาคือ ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา มีผู้ตอบจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 20.83 และความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา มีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 5

ตารางที่ 23 การกำหนดปัญหาและลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

รูปแบบ	**จำนวน (n=120)**	**ร้อยละ**
การกำหนดปัญหา		
ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาเอง	48	40.00
นำสถานการณ์ปัญหามาจากตำรา หนังสือ	32	26.67
นำมาจากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริง	88	73.33
ผู้เรียนระบุปัญหาที่พวกเขาต้องการค้นหาคำตอบ	80	66.67
อื่นๆ	3	2.50
ลักษณะของสถานการณ์ปัญหา		
ปัญหาทั่วๆไป ที่พบเห็นได้บ่อย	73	60.83
ปัญหาเฉพาะ ที่ไม่ค่อยพบเห็นได้	6	5.00
ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน	111	92.50
ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน	88	73.33
ปัญหาที่มีวิธีแก้เพียงวิธีเดียว	9	7.50
ปัญหาที่มีวิธีแก้ไขมากกว่า 1 วิธี	46	38.33
อื่นๆ	1	0.83
ลักษณะของปัญหา		
ปัญหาตรรกะ	23	19.17
ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องราว	54	45.00
ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา	83	69.17
ปัญหาเกี่ยวกับการวินิจฉัยทางออก	32	26.67
ปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์กรณีศึกษา (Case Study)	62	51.67
อื่นๆ	1	0.83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 23 การกำหนดปัญหาที่นำมาใช้ในการการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหามีการกำหนดปัญหาจากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริงมากที่สุด มีผู้ตอบจำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองลงมาคือ กำหนดปัญหาจากผู้เรียนระบุปัญหาที่พวกเขาต้องการค้นหาคำตอบ มีผู้ตอบจำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 และผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาเอง มีผู้ตอบจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ตามลำดับ

ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันมากที่สุด มีผู้ตอบจำนวน 111 คน คิดเป็นร้อยละ 92.50 รองลงมาคือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน มีผู้ตอบจำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 และปัญหาทั่วๆไปที่พบเห็นได้บ่อย มีผู้ตอบจำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 60.83 ตามลำดับ

ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ครูส่วนให้ความคิดเห็นว่าควรเป็นปัญหาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหามากที่สุดมีผู้ตอบจำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 69.17 รองลงมาคือปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์กรณีศึกษา (Case Study) มีผู้ตอบจำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 51.67 และปัญหาเกี่ยวกับเรื่องราว มีผู้ตอบจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 45 ตามลำดับ

ตารางที่ 24 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน	**จำนวน (n=120)**	**ร้อยละ**
ปัจจัยด้านลักษณะของปัญหา		
จำนวนทางเลือกในการแก้ปัญหา	60	50.00
ความคล้ายคลึงของปัญหาและคำตอบ	36	30.00
การแนะนำของผู้เสนอปัญหา	37	30.83
ความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหา	86	71.67
การเรียงลำดับปัญหา	41	34.17
อื่นๆ	1	0.83
ปัจจัยด้านผู้เรียน		
ประสบการณ์เดิมหรือประสบการณ์ส่วนตัว	102	85.00
แรงจูงใจ	71	59.17
สติปัญญาและความคิด	94	78.33
ลักษณะทางอารมณ์	32	26.67
เพศ	27	22.50
อายุ	36	30.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 24 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน (ต่อ)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน	จำนวน (n=120)	ร้อยละ
ปัจจัยด้านการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน		
จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	88	73.33
การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับในการเรียนรู้	78	65.00
การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน (ill-structured)	55	45.83
ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะแนวทาง	54	45.00
การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสหสาขาวิชา	34	28.33
การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน	42	35.00
อื่นๆ	1	0.83

จากตารางที่ 24 ปัจจัยด้านลักษณะของปัญหาที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าปัจจัยด้านความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด มีผู้ตอบจำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 71.67 รองลงมาคือ จำนวนทางเลือกในการแก้ปัญหา มีผู้ตอบจำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และการเรียงลำดับปัญหา มีผู้ตอบจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 34.17 ตามลำดับ

ปัจจัยด้านผู้เรียนที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าปัจจัยด้านประสบการณ์เดิมหรือประสบการณ์ส่วนตัว เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหามากที่สุดมีผู้ตอบจำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 85 รองลงมาคือ สติปัญญาและความคิด มีผู้ตอบจำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 78.33 และเพศ มีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50

ปัจจัยด้านการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน พบว่าครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าปัจจัยด้านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียนมากที่สุด มีผู้ตอบจำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองลงมาคือ การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับในการเรียนรู้ มีผู้ตอบจำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 65 และอื่นๆ มีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.83

1.2 การศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.2.1 จากการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน ได้ผลการวิจัย ดังนี้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 70 และเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 30 เมื่อพิจารณาช่วงอายุของครู พบว่า ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 41– 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาคือมีอายุอยู่ในช่วง 31 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 และ มีอายุอยู่ในช่วง 25 – 30 ปี น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 10 เมื่อพิจารณาวุฒิการศึกษาสูงสุด พบว่าส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 40 และผลจากการวิเคราะห์สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 25 ร้อยละของปริมาณการจัดเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษา

รายการ		**ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน**					
		น้อยกว่า 20	**21-40**	**41-60**	**61-80**	**81-100**	**ไม่ตอบ**
1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต							
1.1 พืช	ความถี่	2	0	6	0	2	0
1.1.1 โครงสร้างของพืช	ร้อยละ	20.00	0	60.00	0	20.00	0
1.1.2 ปัจจัยในการเจริญเติบโต	ความถี่	0	1	0	5	4	0
	ร้อยละ	0	10.00	0	50.00	40.00	0
1.1.3 การตอบสนองต่อสิ่งเร้า	ความถี่	1	1	1	2	5	0
	ร้อยละ	10.00	10.00	10.00	20.00	50.00	0
1.2 สัตว์							
1.2.1การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์	ความถี่	0	3	4	2	1	0
	ร้อยละ	0	30.00	40.00	20.00	10.00	0
1.2.2 พฤติกรรมสัตว์	ความถี่	2	0	1	4	3	0
	ร้อยละ	20.00	0	10.00	40.00	30.00	0

ตารางที่ 25 ร้อยละของปริมาณการจัดเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษา (ต่อ)

รายการ		ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน					
		น้อยกว่า 20	21-40	41-60	61-80	81-100	ไม่ตอบ
1.2.3 วัฏจักรของสัตว์	ความถี่	2	0	5	3	0	0
	ร้อยละ	20.00	0	50.00	30.00	0	0
1.2.4 ชนิดของสัตว์	ความถี่	2	0	5	0	2	1
	ร้อยละ	20.00	0	50.00	0	20.00	10.00
1.3 มนุษย์							
1.3.1 ระบบอวัยวะ	ความถี่	1	0	5	1	1	2
	ร้อยละ	10.00	0	50.00	10.00	10.00	20.00
1.3.2 สารอาหารที่จำเป็น	ความถี่	1	0	3	2	2	2
	ร้อยละ	10.00	0	30.00	20.00	20.00	20.00
1.3.3 การเจริญเติบโต	ความถี่	1	0	4	1	2	2
	ร้อยละ	10.00	0	40.00	10.00	20.00	20.00
1.4 การถ่ายทอดลักษณะทาง	ความถี่	1	0	2	4	0	3
พันธุกรรม	ร้อยละ	10.00	0	20.00	40.00	0	30.00
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม							
2.1ทรัพยากรธรรมชาติและ	ความถี่	0	1	1	3	4	1
สิ่งแวดล้อม	ร้อยละ	0	10.00	10.00	30.00	40.00	10.00
2.2 การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม	ความถี่	1	0	1	1	6	1
	ร้อยละ	10.00	0	10.00	10.00	60.00	10.00
2.3 การดำรงชีวิตของมนุษย์ที่มีผล	ความถี่	1	0	0	1	7	1
ต่อสิ่งแวดล้อม	ร้อยละ	10.00	0	0	10.00	70.00	10.00
2.4 ภัยธรรมชาติ	ความถี่	1	0	0	5	3	1
	ร้อยละ	10.00	0	0	50.00	30.00	10.00
2.5 การอนุรักษ์ธรรมชาติ	ความถี่	1	0	0	2	6	1
	ร้อยละ	10.00	0	0	20.00	60.00	10.00
3. แรงและการเคลื่อนที่							
3.1 แรงเสียดทาน	ความถี่	0	0	4	4	2	0
	ร้อยละ	0	0	40.00	40.00	20.00	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 ร้อยละของปริมาณการจัดเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษา (ต่อ)

รายการ		ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน					
		น้อยกว่า 20	21-40	41-60	61-80	81-100	ไม่ตอบ
3.2 ความดัน							
3.2.1 ความดันอากาศ	ความถี่	0	0	5	3	1	1
	ร้อยละ	0	0	50.00	30.00	10.00	10.00
3.2.2 ความดันของเหลว	ความถี่	1	0	5	1	2	1
	ร้อยละ	10.00	0	50.00	10.00	20.00	10.00
4. พลังงาน							
4.1 พลังงานแสง							
4.1.1 ปริซึม	ความถี่	1	1	6	1	0	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	60.00	10.00	0	10.00
4.1.2 การเคลื่อนที่	ความถี่	0	1	6	1	1	1
	ร้อยละ	0	10.00	60.00	10.00	10.00	10.00
4.2 พลังงานเสียง							
4.2.1 แหล่งกำเนิด	ความถี่	2	0	4	3	1	0
	ร้อยละ	20.00	0	40.00	30.00	10.00	0
4.2.2 การเคลื่อนที่	ความถี่	0	1	5	3	1	0
	ร้อยละ	0	10.00	50.00	30.00	10.00	0
4.3 พลังงานไฟฟ้า							
4.3.1 เซลล์สุริยะ	ความถี่	1	1	4	2	1	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	40.00	20.00	10.00	10.00
4.3.2 เซลล์ไฟฟ้า	ความถี่	1	2	3	1	2	1
	ร้อยละ	10.00	20.00	30.00	10.00	20.00	10.00
4.3.3 ตัวนำไฟฟ้า	ความถี่	1	1	0	4	3	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	0	40.00	30.00	10.00
4.3.4 ฉนวนไฟฟ้า	ความถี่	1	1	1	3	3	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	10.00	30.00	30.00	10.00
4.3.5 สนามแม่เหล็ก	ความถี่	1	1	4	1	2	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	40.00	10.00	20.00	10.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 ร้อยละของปริมาณการจัดเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษา (ต่อ)

รายการ		ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน					
		น้อยกว่า 20	21-40	41-60	61-80	81-100	ไม่ตอบ
4.3.6 วงจรไฟฟ้า	ความถี่	0	1	3	3	2	1
	ร้อยละ	0	10.00	30.00	30.00	20.00	10.00
5. ดาราศาสตร์และอวกาศ							
5.1 ระบบสุริยะ	ความถี่	2	2	4	1	1	0
5.1.1 ดาวฤกษ์	ร้อยละ	20.00	20.00	40.00	10.00	10.00	0
5.1.2 ดาวเคราะห์	ความถี่	1	2	5	1	1	0
	ร้อยละ	10.00	20.00	50.00	10.00	10.00	0
5.1.3 ตำแหน่งดาว	ความถี่	2	2	4	1	1	0
	ร้อยละ	20.00	20.00	40.00	10.00	10.00	0
5.2 ทิศ	ความถี่	1	2	4	0	2	1
	ร้อยละ	10.00	20.00	40.00	0	20.00	10.00
5.3 อิทธิพลของดวงดาว							
5.3.1 ฤดู	ความถี่	1	1	2	4	1	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	20.00	40.00	10.00	10.00
5.3.2 ข้างขึ้น	ความถี่	1	2	3	2	2	0
	ร้อยละ	10.00	20.00	30.00	20.00	20.00	0
5.3.3. ข้างแรม	ความถี่	1	2	3	2	2	0
	ร้อยละ	10.00	20.00	30.00	20.00	20.00	0
5.3.4 สุริยุปราคา	ความถี่	0	2	3	3	2	0
	ร้อยละ	0	20.00	30.00	30.00	20.00	0
5.3.5 จันทรุปราคา	ความถี่	1	2	2	3	2	0
	ร้อยละ	10.00	20.00	20.00	30.00	20.00	0
5.4 เทคโนโลยีอากาศ							
5.4.1 จรวด	ความถี่	1	2	3	1	2	1
	ร้อยละ	10.00	20.00	30.00	10.00	20.00	10.00
5.4.2 ดาวเทียม	ความถี่	0	3	1	2	3	1
	ร้อยละ	0	30.00	10.00	20.00	30.00	10.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 ร้อยละของปริมาณการจัดเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ ใน 1 ปีการศึกษา (ต่อ)

รายการ		ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน					
		น้อยกว่า 20	21-40	41-60	61-80	81-100	ไม่ตอบ
5.4.3 ยานอวกาศ	ความถี่	1	2	1	3	3	0
	ร้อยละ	10.00	20.00	10.00	30.00	30.00	0
6. สารและสมบัติของสาร							
6.1 สมบัติของสาร	ความถี่	1	0	5	1	2	1
	ร้อยละ	10.00	0	50.00	10.00	20.00	10.00
6.2 การเปลี่ยนแปลงของสาร	ความถี่	0	0	3	4	2	1
	ร้อยละ	0	0	30.00	40.00	20.00	10.00
7.กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก							
7.1 ดิน							
7.1.1 ส่วนประกอบ	ความถี่	1	1	3	2	2	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	30.00	20.00	20.00	10.00
7.1.2 สมบัติของดิน	ความถี่	1	0	1	5	2	1
	ร้อยละ	10.00	0	10.00	50.00	20.00	10.00
7.1.3 ชนิดของดิน	ความถี่	1	1	3	2	2	1
	ร้อยละ	10.00	10.00	30.00	20.00	20.00	10.00
7.2 น้ำ							
7.2.1 วัฏจักร	ความถี่	0	1	1	5	3	0
	ร้อยละ	0	10.00	10.00	50.00	30.00	0
7.3 อากาศ							
7.3.1 ความกด	ความถี่	0	2	4	1	2	1
	ร้อยละ	0	20.00	40.00	10.00	20.00	10.00
7.3.2 การวัดอุณหภูมิ	ความถี่	1	2	2	4	0	1
	ร้อยละ	10.00	20.00	20.00	40.00	0	10.00
7.4 ภัยพิบัติ	ความถี่	1	0	0	4	5	0
	ร้อยละ	10.00	0	0	40.00	50.00	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 25 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่า เนื้อหาที่สามารถจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานได้ร้อยละ 81 – 100 % คือ เรื่องการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม มีผู้ตอบจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาคือ เรื่องการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ธรรมชาติ มีผู้ตอบจำนวน 6 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 60 และเรื่องการตอบสนองของสิ่งเร้าของพืช มีผู้ตอบจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ตามลำดับ

ตารางที่ 26 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนามากที่สุด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	**จำนวน (n=10)**	**ร้อยละ**
ทักษะการสังเกต	3	30.00
ทักษะการวัด	0	0.00
ทักษะการจำแนกประเภท	0	0.00
ทักษะการคำนวณ	0	0.00
ทักษะการทำและสื่อความหมายข้อมูล	0	0.00
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	0	0.00
ทักษะการพยากรณ์	0	0.00
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3	30.00
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	2	20.00
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	1	10.00
ทักษะการทดลอง	1	10.00
ทักษะการตีความหมายข้อมูล	0	0.00
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา	0	0.00
รวม	**10**	**100**

จากตารางที่ 26 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนามากที่สุด พบว่า ทักษะการสังเกตและทักษะการตั้งสมมติฐาน มีผู้ตอบมากที่สุด จำนวนเท่ากันคือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมาคือทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีผู้ตอบจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการทดลอง มีผู้ตอบจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 ร้อยละของปริมาณการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเวลา 1 ภาคการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

ร้อยละของการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	จำนวน (n=10)	ร้อยละ
ไม่มีการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	1	10.00
น้อยกว่าร้อยละ 20	2	20.00
ร้อยละ 20 - 40	3	30.00
ร้อยละ 41 - 60	1	10.00
ร้อยละ 61 - 80	2	20.00
ร้อยละ 81 – 100	1	10.00
รวม	**10**	**100**

จากตารางที่ 27 ร้อยละของปริมาณการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ในเวลา 1 ภาคการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร้อยละ 20 - 40 มีผู้ตอบจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมาคือน้อยกว่าร้อยละ 20 และร้อยละ 61 – 80 มีจำนวนผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20

ตารางที่ 28 ลักษณะการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

ลักษณะการจัดการเรียนการสอน	จำนวน (n=10)	ร้อยละ
สอนเนื้อหาบางส่วนแล้วให้ผู้เรียนทดลองแก้ปัญหาตามที่กำหนด	6	60.00
เริ่มด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนค้นคว้า/แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	8	80.00
ให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติการแก้ปัญหาในเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา	0	0.00
ให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง	6	60.00
อื่นๆ	0	0.00

จากตารางที่ 28 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีลักษณะการจัดการเรียนการสอนด้วยการเริ่มด้วยการกำหนดปัญหาแล้วให้ผู้เรียนค้นคว้า/แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีผู้ตอบจำนวน 8 คน คิดเป็น ร้อยละ 80 รองลงมาคือ สอนเนื้อหาบางส่วนแล้ว ให้ผู้เรียนทดลองแก้ปัญหาตามที่กำหนด และ ให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง จำนวนเท่ากันคือ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60

ตารางที่ 29 ขั้นตอนที่ควรให้ความสำคัญที่สุดในการนำรูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	**จำนวน (n=10)**	**ร้อยละ**
เตรียมความพร้อมผู้เรียน	3	30.00
ค้นคว้าข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน	6	60.00
เสนอสถานการณ์ของปัญหา	6	60.00
ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา	5	50.00
กำหนดกรอบการศึกษา	5	50.00
สร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก	3	30.00
สร้างสมมติฐาน	2	20.00
นำเสนอผลงาน	0	0.00

จากตารางที่ 29 ขั้นตอนที่ควรให้ความสำคัญที่สุดในการนำรูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา พบว่า การค้นคว้าข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐานและการเสนอสถานการณ์ของปัญหา มีผู้ตอบมากที่สุดจำนวนเท่ากันคือ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ การตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาและการกำหนดกรอบการศึกษามีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50และการสร้างสมมติฐานเป็นขั้นตอนที่มีผู้ตอบน้อยที่สุด มีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20

ตารางที่ 30 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอน	**จำนวน (n=10)**	**ร้อยละ**
ขั้นตอนที่ยากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นเตรียมการ	5	50.00
ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	4	40.00
ขั้นประเมินผล	1	10.00
รวม	**10**	**100**

ตารางที่ 30 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

ขั้นตอน	**จำนวน (N=10)**	**ร้อยละ**
ขั้นตอนที่มีการเน้นย้ำแก่ผู้เรียนมากที่สุด ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน **<u>ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้</u>**		
การกำหนดประเด็นปัญหา	6	60.00
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	2	20.00
การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	2	20.00
การประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	0	0.00
รวม	**10**	**100**

จากตารางที่ 30 ขั้นตอนที่ยากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ขั้นเตรียมการ มีผู้เชี่ยวชาญตอบมากที่สุดจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ มีผู้ตอบจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และขั้นประเมินผล มีผู้ตอบจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ผู้เชี่ยวชาญมีการเน้นย้ำแก่ผู้เรียนมากที่สุด ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การกำหนดประเด็นปัญหา มีผู้ตอบมากที่สุด จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 31 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา (n = 10)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นปัญหา		ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา		ขั้นที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา		ขั้นที่ 4 การประเมินผลการแก้ปัญหา	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ทักษะการสังเกต	6	60.00	4	40.00	1	10.00	1	10.00
2. ทักษะการวัด	0	0.00	0	0.00	2	20.00	1	10.00
3. ทักษะการจำแนกประเภท	1	10.00	5	50.00	2	20.00	1	10.00
4. ทักษะการคำนวณ	0	0.00	4	40.00	2	20.00	3	30.00
5. ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	1	10.00	3	30.00	7	70.00	6	60.00
6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	1	10.00	5	50.0	5	50.00	9	90.00
7. ทักษะการพยากรณ์	3	30.00	3	30.00	3	30.00	1	10.00
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	9	90.00	5	50.00	2	20.00	0	0.00
9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	7	70.00	4	40.00	2	20.00	1	10.00
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2	20.00	5	50.00	2	20.00	0	0.00
11. ทักษะการทดลอง	3	30.00	1	10.00	4	40.00	2	20.00
12. ทักษะการตีความหมายข้อมูล	3	30.00	8	80.00	4	40.00	8	80.00
13. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา	0	0.00	0	0.00	1	10.00	3	30.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 31 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา ในขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นปัญหา พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีผู้ตอบจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 90 รองลงมาคือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีผู้ตอบจำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 70 และทักษะการสังเกต มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ตามลำดับ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา ในขั้นที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้

เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการตีความหมายของข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาคือ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีผู้ตอบจำนวนเท่ากัน คือ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และทักษะการทดลอง มีผู้ตอบน้อยที่สุดจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาคือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และทักษะการสังเกตและทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มีผู้ตอบ น้อยที่สุดจำนวนเท่ากัน คือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 4 การประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุด คือ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 90 รองลงมาคือ ทักษะการตีความหมายข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล มีผู้ตอบจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ตามลำดับ

ตารางที่ 32 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้เวลาในการพัฒนาผู้เรียนมากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา	**จำนวน (n=10)**	**ร้อยละ**
ความสามารถในการระบุปัญหา	3	30.00
ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา	2	20.00
ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ปัญหา	5	50.00
ความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา	0	0.00
รวม	**10**	**100**

จากตารางที่ 32 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้เวลาในการพัฒนาผู้เรียนมากที่สุด ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ปัญหา มีผู้เชี่ยวชาญตอบมากที่สุดจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ ความสามารถในการระบุปัญหา มีผู้ตอบจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา มีผู้ตอบจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ตามลำดับ

ตารางที่ 33 การกำหนดปัญหาและลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

รูปแบบ	**จำนวน (n=10)**	**ร้อยละ**
การกำหนดปัญหา		
ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาเอง	3	30.00
นำสถานการณ์ปัญหามาจากตำรา หนังสือ	1	10.00
นำมาจากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริง	4	40.00
ผู้เรียนระบุปัญหาที่พวกเขาต้องการค้นหาคำตอบ	5	50.00
อื่นๆ	1	10.00
ลักษณะของสถานการณ์ปัญหา		
ปัญหาทั่วๆไป ที่พบเห็นได้บ่อย	3	30.00
ปัญหาเฉพาะ ที่ไม่ค่อยพบเห็นได้	2	20.00
ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน	8	80.00
ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน	8	80.00
ปัญหาที่มีวิธีแก้เพียงวิธีเดียว	0	0.00
ปัญหาที่มีวิธีแก้ไขมากกว่า 1 วิธี	8	80.00
อื่นๆ	0	0.00
ลักษณะของปัญหา		
ปัญหาตรรกะ	2	20.00
ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องราว	5	50.00
ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา	9	90.00
ปัญหาเกี่ยวกับการวินิจฉัยทางออก	5	50.00
ปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์กรณีศึกษา (Case Study)	9	90.00
อื่นๆ	0	0.00

จากตารางที่ 33 การกำหนดปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีการกำหนดปัญหาจาก ผู้เรียนระบุปัญหาที่พวกเขาต้องการค้นหาคำตอบ มีผู้ตอบจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ กำหนดปัญหาโดยนำมาจากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริง มีผู้ตอบจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาเอง มีผู้ตอบจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ใช้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียนและปัญหาที่มีวิธีแก้ไขมากกว่า 1 วิธี มากที่สุด มีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาคือ ปัญหาทั่วๆไป ที่พบเห็นได้บ่อย มีผู้ตอบจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และปัญหาเฉพาะ ที่ไม่ค่อยพบเห็นได้ มีผู้ตอบจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ตามลำดับ

ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ใช้ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาและปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์กรณีศึกษา (Case Study) มากที่สุด มีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 9 คน คิดเป็นร้อยละ 90 รองลงมาคือ ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องราว และปัญหาเกี่ยวกับการวินิจฉัยทางออก มีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ตามลำดับ

ตารางที่ 34 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน	**จำนวน (n=10)**	**ร้อยละ**
ปัจจัยด้านลักษณะของปัญหา		
จำนวนทางเลือกในการแก้ปัญหา	5	50.00
ความคล้ายคลึงของปัญหาและคำตอบ	1	10.00
การแนะนำของผู้เสนอปัญหา	5	50.00
ความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหา	8	80.00
การเรียงลำดับปัญหา	5	50.00
อื่นๆ	1	10.00
ปัจจัยด้านผู้เรียน		
ประสบการณ์เดิมหรือประสบการณ์ส่วนตัว	10	100.00
แรงจูงใจ	7	70.00
สติปัญญาและความคิด	8	80.00
ลักษณะทางอารมณ์	2	20.00
เพศ	0	0.00
อายุ	2	20.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน (ต่อ)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน	จำนวน (n=10)	ร้อยละ
ปัจจัยด้านการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน		
การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	6	60.00
การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับในการเรียนรู้	7	70.00
การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน (ill-structured)	6	60.00
ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะแนวทาง	6	60.00
การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสหสาขาวิชา	4	40.00
การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน	4	40.00
อื่นๆ	1	10.00

จากตารางที่ 34 ปัจจัยด้านลักษณะของปัญหาที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน พบว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่า ปัจจัยด้านความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียนมากที่สุด มีผู้ตอบ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาคือ จำนวนทางเลือกในการแก้ปัญหา การแนะนำของผู้เสนอปัญหา และการเรียงลำดับปัญหา มีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50

ปัจจัยด้านผู้เรียนที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา พบว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่า ปัจจัยด้านประสบการณ์เดิมหรือประสบการณ์ส่วนตัว เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหามากที่สุด มีผู้ตอบจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาคือ สติปัญญาและความคิด มีผู้ตอบจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และแรงจูงใจ มีผู้ตอบจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ตามลำดับ

ปัจจัยด้านการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ ให้ความคิดเห็นว่าปัจจัยด้านการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับในการเรียนรู้ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียนมากที่สุดคือ มีผู้ตอบจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาคือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน (ill-structured) และครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะแนวทาง มีผู้ตอบจำนวนเท่ากันคือ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ตามลำดับ

1.2.2 ผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า

รูปแบบของเกม

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าควรเป็นเกมผจญภัย (Adventure Game) คือมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผู้เล่นเกมรู้จักการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลค้นหาคำตอบและการทดสอบสมมติฐาน เช่น ต้องแข่งกับเวลาหรือต้องต่อสู้กับอุปสรรคต่างๆ แต่ละด่านจนกระทั่งได้ชัยชนะในตอนจบ หรือเป็นเกมบทบาทสมมติ (Role-Playing Game) เป็นเกมที่ผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนและจะต้องแก้สถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นเกมที่มีการออกแบบโครงเรื่องที่มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เล่น กิจกรรมในเกมเน้นให้ผู้เรียนได้สังเกตปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เล่นด้วยภารกิจการระบุปัญหา การระบุสาเหตุของปัญหา การระบุวิธีการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

การออกแบบฉาก

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าควรเป็นฉากที่มีรูปแบบ สีสัน สวยงาม มีสภาพแวดล้อมที่สนุกสนาน ดึงดูดความสนใจ เหมาะกับวัยของผู้เล่น และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และท้าทายให้ผู้เล่นใช้ความรู้ความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเล่นเกม นอกจากนี้ยังส่งเสริมจินตนาการซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เล่น

การออกแบบเรื่องราว

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าควรเป็นลักษณะของสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นจากเรื่องราวเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ควรมีตัวละครหลักในการถ่ายทอดเรื่องราว และตั้งคำถามนำผู้เล่นให้อภิปรายเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหา

การออกแบบความท้าทาย

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าความท้าทายควรเป็นลักษณะการกำหนดสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาให้เลือกหลากหลาย น่าสนใจ ให้นักเรียนได้คิดได้สังเกต อาจท้าทายด้วยการกำหนดตัวละคร ที่ใช้คำถามกระตุ้นความคิด และเชื่อมโยงประเด็นต่างๆให้ผู้เล่นได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง ท้าทายด้วยการเพิ่มระดับความยากของปัญหาและท้าทายด้วยเวลาที่ให้ผู้เล่นคิดและแก้ปัญหาอย่างจำกัด หรือมีการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเวลาที่จำกัด

การกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าควรกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เล่นด้วยบรรยากาศการเรียนรู้ในเกมที่แปลกใหม่และสร้างความประหลาดใจให้แก่ผู้แล่น เช่น มีภาพหรือคลิปวีดิโอของจริงมา

ให้นักเรียนสังเกต นอกจากนี้ควรมีการซ่อนลูกเล่นต่างๆให้ผู้เล่นลุ้นตลอดเวลาว่าต่อไปเกมจะดำเนินไปอย่างไร ซึ่งทำให้ผู้เล่นไม่สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้ และมีผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัว กล่าวคือมีการเปิดเผยข้อมูลให้ผู้เล่นทราบแต่เพียงบางส่วน เพื่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและส่งผลให้เกิดความรู้สึกไม่แน่นอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมในเกมต่อไป

การปฏิสัมพันธ์ในเกม

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าเกมควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่นตลอดเวลาด้วยการเสริมแรงหรือการให้รางวัลแก่ผู้เล่น ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าควรมีการให้เป็นการชมเชยคะแนนหรือรางวัล ซึ่งการให้เป็นคะแนนหรือรางวัลอาจจะสามารถรวบรวมเพื่อไปแลกเป็นสิ่งของใช้ในเกมที่นำไปสู่เกมในระดับต่อไปได้ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้ข้อเสนอแนะว่าคะแนนจากการเล่นหรือตอบคำถามในเกม ครูสามารถนำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้ด้วย

ผลป้อนกลับ

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าควรมีการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหลังจากที่ทำกิจกรรมนั้นจบเพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้เล่นสามารถมุ่งไปสู่เป้าหมายได้มากน้อยเพียงใด ทำให้ผู้เล่นได้มีโอกาสประเมินความรู้ความเข้าใจของตัวผู้เล่นเอง และได้ตรวจสอบคำตอบและความคิดของตนเอง นอกจากยังช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเล่นของตนอีกด้วย โดยให้ผลป้อนกลับแบบถูก-ผิด หรือผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายแก่ผู้เล่น

จำนวนเวลาในการเล่น

ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าในเกมหนึ่งเกมควรประกอบไปด้วยด่านย่อยๆที่ให้ผู้เล่นผ่านไปทีละขั้น โดยแต่ละด่านไม่ควรใช้เวลานานเกินไปคือเฉลี่ยไม่เกิน 20 นาที ซึ่งเนื้อหาหนึ่งเรื่องควรใช้เวลาในการเล่นประมาณ 1- 2 ชั่วโมง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ในขั้นตอนที่ 2 นี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยกำหนดตัวแปรเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ดังนี้

ข้อที่ 1 หมายถึง เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ข้อที่ 2 หมายถึง เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ข้อที่ 3 หมายถึง เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจนมีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ

ข้อที่ 4 หมายถึง เกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆ โดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น

ข้อที่ 5 หมายถึง เกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

ข้อที่ 6 หมายถึง เกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ

ข้อที่ 7 หมายถึง เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป

ข้อที่ 8 หมายถึง เกมมีการจัดสภาพแวดล้อมในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้เรียน

ข้อที่ 9 หมายถึง เกมมีการจัดสภาพแวดล้อมและกิจกรรมในเกมที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ภายนอกห้องเรียน

ข้อที่ 10 หมายถึง เกมมีการสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นของข้อมูล และการตั้งสมมติฐาน

ข้อที่ 11 หมายถึง เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง (Virtual Environment)

ข้อที่ 12 หมายถึง เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน

ข้อที่ 13 หมายถึง เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

ข้อที่ 14 หมายถึง เกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์

ข้อที่ 15 หมายถึง เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game)

ข้อที่ 16 หมายถึง เกมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการกำกับตนเองระหว่างการเล่น โดยให้ผู้เรียนได้วางแผน ควบคุม และกำกับการเล่นของตนเอง

ข้อที่ 17 หมายถึง ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้

ข้อที่ 18 หมายถึง ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกม

ข้อที่ 19 หมายถึง เกมมีการระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

ข้อที่ 20 หมายถึง เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา

ข้อที่ 21 หมายถึง เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน

ข้อที่ 22 หมายถึง เกมมีภารกิจที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

ข้อที่ 23 หมายถึง เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

ข้อที่ 24 หมายถึง เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

ข้อที่ 25 หมายถึง เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

ข้อที่ 26 หมายถึง เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

ข้อที่ 27 หมายถึง เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา

ข้อที่ 28 หมายถึง เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

ข้อที่ 29 หมายถึง เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา

ข้อที่ 30 หมายถึง เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

ข้อที่ 31 หมายถึง เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ

ข้อที่ 32 หมายถึง เกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด

ข้อที่ 33 หมายถึง เมื่อผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ เกมจะปรากฏตัวช่วยด้วยคำถามแบบเมตาคอกนิชัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง

ข้อที่ 34 หมายถึง เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง

ข้อที่ 35 หมายถึง เกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย

ข้อที่ 36 หมายถึง เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที

ข้อที่ 37 หมายถึง เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้

ข้อที่ 38 หมายถึง เกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม

ข้อที่ 39 หมายถึง เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา

ข้อที่ 40 หมายถึง เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม

ข้อที่ 41 หมายถึง เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและของรางวัล

ข้อที่ 42 หมายถึง เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา

ข้อที่ 43 หมายถึง เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ข้อที่ 44 หมายถึง เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน

ข้อที่ 45 หมายถึง เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน

ข้อที่ 46 หมายถึง เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน

ข้อที่ 47 หมายถึง เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน

ข้อที่ 48 หมายถึง เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจ ในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง

ข้อที่ 49 หมายถึง เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา

ตารางที่ 35 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามตัวแปรต่างๆ (n=300)

ข้อมูลพื้นฐาน	ข้อมูล	จำนวน (n=300)	คิดเป็นร้อยละ
เพศ			
	หญิง	169	43.67
	ชาย	131	56.33
รวม		**300**	**100**
อายุ			
	21 – 30 ปี	131	43.67
	31 – 40 ปี	106	35.33
	41 – 50 ปี	37	12.33
	50 ปีขึ้นไป	26	8.67
รวม		**300**	**100**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 35 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามตัวแปรต่างๆ (n=300) (ต่อ)

ข้อมูลพื้นฐาน	ข้อมูล	จำนวน (n=300)	คิดเป็นร้อยละ
วุฒิการศึกษาสูงสุด			
	ปริญญาตรี	116	38.67
	ปริญญาโท	115	38.33
	ปริญญาเอก	63	21.00
	อื่นๆ	6	2.00
รวม		**300**	**100**
ประสบการณ์ทำงาน			
	1 – 5 ปี	129	43.00
	6 – 10 ปี	71	23.67
	11 – 15 ปี	47	15.67
	16 – 21 ปี	24	8.00
	21 ปีขึ้นไป	29	9.67
รวม		**300**	**100**

จากตารางที่ 35 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างเมื่อจำแนกตามเพศ อายุ วุฒิการศึกษา และประสบการณ์การสอน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เป็นเพศหญิง จำนวน 169 คน คิดเป็นร้อยละ 56.33 และเป็นเพศชาย จำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 43.67 ตามลำดับ อายุของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อยู่ในช่วงอายุ 21 – 30 ปี จำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 43.67 รองลงมาอยู่ในช่วงอายุ 31 – 40 ปี จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 35.33 และในช่วงอายุ 41 – 50 ปี จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 12.33 ตามลำดับ วุฒิการศึกษาสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ คือระดับปริญญาตรี จำนวน 116 คน คิดเป็นร้อยละ 38.67 รองลงมาคือระดับปริญญาโท จำนวน 115 คน คิดเป็นร้อยละ 38.33 และระดับปริญญาเอก จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 21.00 ตามลำดับ ประสบการณ์ทำงานของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 1 - 5 ปี จำนวน 129 คน คิดเป็นร้อยละ 43.00 รองลงมาคือระหว่าง 6 – 10 ปี จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 23.67 และระหว่าง 11 – 15 ปี จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 15.67 ตามลำดับ

ตารางที่ 36 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษา แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (n=300)

ข้อ	ตัวแปร	($\bar{x}$)	ระดับ	S.D.	Sk.	Ku.	C.V.
1	เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	4.20	มาก	0.90	-1.20	1.49	21.34
2	เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	4.09	มาก	0.90	-0.80	0.28	22.09
3	เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ	3.94	มาก	1.00	-0.71	-0.01	25.23
4	เกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆ โดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น	4.42	มาก	0.80	-1.34	1.66	17.99
5	เกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง	4.05	มาก	1.01	-0.86	0.03	25.00
6	เกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ	4.18	มาก	0.81	-0.72	0.04	19.48
7	เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป	3.93	มาก	0.93	-0.66	0.19	23.74
8	เกมมีการจัดสภาพแวดล้อมในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้เรียน	4.29	มาก	0.79	-0.90	0.38	18.38
9	เกมมีการจัดสภาพแวดล้อมและกิจกรรมในเกมที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ภายนอกห้องเรียน	4.27	มาก	0.95	1.28	1.19	22.22
10	เกมมีการสอดแทรกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นของข้อมูล และการตั้งสมมติฐาน	4.36	มาก	0.81	1.06	0.42	18.62

ตารางที่ 36 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษา แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (n=300) (ต่อ)

ข้อ	ตัวแปร	($\bar{x}$)	ระดับ	S.D.	Sk.	Ku.	C.V.
11	เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง(Virtual Environment)	4.17	มาก	0.97	-1.08	0.67	23.22
12	เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน	4.54	มากที่สุด	0.76	-1.66	2.37	16.84
13	เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.48	มาก	0.76	-1.66	3.25	16.87
14	เกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์	4.28	มาก	0.81	-0.85	0.07	19.03
15	เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game)	4.08	มาก	0.91	-0.84	0.45	22.40
16	เกมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการกำกับตนเองระหว่างการเล่น โดยให้ผู้เรียนได้วางแผน ควบคุม และกำกับการเล่นของตนเอง	4.24	มาก	0.89	-1.04	0.71	20.89
17	ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้	4.16	มาก	0.95	-1.02	0.52	22.94
18	ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกม	4.21	มาก	0.83	-0.80	-0.12	19.81
19	เกมมีการระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน	4.37	มาก	0.83	-1.33	1.57	18.90
20	เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา	4.21	มาก	0.85	-0.84	0.28	20.17
21	เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน	4.44	มาก	0.85	-1.51	1.84	19.05
22	เกมมีภารกิจที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	4.35	มาก	0.82	-1.23	1.41	18.81
23	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	4.17	มาก	0.89	-1.03	1.11	21.32
24	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	4.11	มาก	0.90	-0.95	0.87	22.02
25	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	4.22	มาก	0.86	-1.14	1.45	20.40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 36 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษา แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (n=300) (ต่อ)

ข้อ	ตัวแปร	($\bar{x}$)	ระดับ	S.D.	Sk.	Ku.	C.V.
26	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	4.09	มาก	0.91	-1.01	1.04	22.18
27	เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา	4.09	มาก	1.00	-1.20	1.34	24.50
28	เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	4.06	มาก	0.94	-0.93	0.74	23.08
29	เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา	4.04	มาก	0.95	-0.93	0.66	23.52
30	เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	4.00	มาก	0.96	-0.95	0.85	23.96
31	เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ	4.04	มาก	0.94	-0.85	0.47	23.15
32	เกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด	4.15	มาก	0.88	-0.96	0.88	21.16
33	เมื่อผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ เกมจะปรากฏตัวช่วยด้วยคำถามแบบเมตาคอกนิชัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง	4.06	มาก	0.94	-0.95	0.80	23.08
34	เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง	3.79	มาก	1.10	-0.68	-0.08	29.02
35	เกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย	4.23	มาก	0.96	-1.52	2.40	22.76
36	เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที	4.12	มาก	1.04	-1.10	0.67	25.24

ตารางที่ 36 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษา แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (n=300) (ต่อ)

ข้อ	ตัวแปร	($\bar{x}$)	ระดับ	S.D.	Sk.	Ku.	C.V.
37	เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้	4.15	มาก	1.00	-1.10	0.69	24.22
38	เกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม	4.41	มาก	0.77	-1.21	1.15	17.43
39	เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา	4.47	มาก	0.77	-1.52	2.21	17.20
40	เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม	4.47	มาก	0.82	-1.62	2.41	18.24
41	เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและของรางวัล	4.45	มาก	0.79	-1.49	2.24	17.63
42	เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา	3.94	มาก	0.96	-0.79	0.42	24.45
43	เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4.00	มาก	0.97	-0.95	0.71	24.13
44	เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน	4.44	มาก	0.81	-1.54	2.29	18.23
45	เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน	4.22	มาก	0.95	-1.11	0.65	22.58
46	เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน	4.19	มาก	0.97	-1.24	1.27	23.11
47	เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน	4.36	มาก	0.84	-1.42	2.10	19.18
48	เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง	4.43	มาก	0.78	-1.55	3.01	17.60
49	เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา	4.51	มากที่สุด	0.74	-1.64	2.75	16.47

จากตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ความเบ้ (skewness) และความโด่ง (kurtosis) พบว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของตัวแปรอยู่ระหว่าง 3.79 – 4.54 โดยตัวแปรเกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.54) รองลงมาคือ เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา ($\bar{x}$ = 4.51) ส่วนตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง ($\bar{x}$ = 3.79) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของตัวแปร พบว่า ตัวแปรมีการกระจายค่อนข้างมาก อยู่ระหว่างร้อยละ 16.47 – 29.02 เมื่อพิจารณาความเบ้ (Sk) ของตัวแปร พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีการแจกแจงในลักษณะเบ้ซ้าย (ความเบ้เป็นลบ) แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสูงกว่าค่าเฉลี่ย และเมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (Ku) พบว่า ตัวแปรมีลักษณะการกระจายของข้อมูลหลากหลายทั้งกระจายมาก (ค่าความโด่งเป็นลบ) กระจายแบบโค้งปกติ (ค่าความโด่งเข้าใกล้ศูนย์) และกระจายน้อย (ค่าความโด่งเป็นบวก) ซึ่งมีค่าความโด่งอยู่ระหว่าง -0.12 - 3.25

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis = EFA) เกี่ยวกับเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 37 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยการวิเคราะห์ KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) และสหสัมพันธ์ Bartlett’s Test of Sphericity

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	.946
Bartlett’s Test of Sphericity Approx. Chi-Square	9574.093
df	1176
Sig.	.000

จากตารางที่ 37 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าสถิต Bartlett’s Test of Sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (indentity matrix) หรือมีค่าสถิติเท่ากับ 9572.365, df = 1176, p = .000 แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากเมทริกซ์

เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Hair et al., 1998; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542; กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548) และเมื่อพิจารณาค่าดัชนีไกเซอร์-ไมเยอร์-ออลคิน (Kaiser – Meyer - Olkin หรือ KMO) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดความเหมาะสมของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ จากผลการวิเคราะห์ค่า KMO พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.946 โดยมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลชุดนี้ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้

ตารางที่ 38 ค่าความร่วมกัน ค่าไอแกน ร้อยละของความแปรปรวนและร้อยละของความแปรปรวนสะสม

องค์ประกอบ	ค่าไอแกน	ร้อยละของความแปรปรวน	ร้อยละของความแปรปรวนสะสม
1	19.645	40.092	40.092
2	2.606	5.319	45.412
3	1.965	4.009	49.421
4	1.434	2.927	52.348
5	1.364	2.783	55.132
6	1.272	2.596	57.728
7	1.225	2.500	60.228
8	1.132	2.311	62.538
9	1.048	2.138	64.676

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ด้วยวิธีการหาองค์ประกอบแกนมุขสำคัญ (Principal Axis Factoring = PAF) โดยหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมแหลม (Oblique Rotation) ด้วยวิธีอ๊อบลิมิน (Oblimin Rotation) เนื่องด้วยองค์ประกอบแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการสกัดองค์ประกอบ พบว่า เมื่อพิจารณาองค์ประกอบที่มีค่าไอแกนเกิน 1 พบว่า มีทั้งหมด 9 องค์ประกอบ โดยมีค่าของความแปรปรวนสะสมตั้งแต่ร้อยละ 40.092 – 64.676

ตารางที่ 39 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร

ตัวแปร	องค์ประกอบ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
24	.669							
25	.579							
23	.554							
26	.478							
42		.754						
45		.589						
44		.581						
46		.564						
43		.529						
47		.524						
35		.373						
30			.725					
29			.674					
28			.649					
27			.551					
34			.454					
31			.412					
32			.352					
49				.468				
17				.441				
48				.427				
40				.424				
41				.359				
38				.304				
36					.583			
37					.521			
5					.423			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 39 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร (ต่อ)

ตัวแปร	องค์ประกอบ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2						.819		
1						.438		
7						.403		
3						.369		
6						.308		
12							.636	
13							.590	
15							.546	
39							.370	
14							.328	
21								.757
22								.601
19								.415
20								.392
11								.359
4								.304

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = .946 และ Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ด้วยการหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมแหลม (Oblique Rotation) ด้วยวิธีอ๊อบลิมิน (Oblimin Rotation) เนื่องด้วยองค์ประกอบแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กัน โดยกำหนดข้อที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า 0.30 ขึ้นไป และองค์ประกอบที่ถือว่ามีความชัดเจนตามเกณฑ์จะต้องมีจำนวนข้อในองค์ประกอบนั้นไม่น้อยกว่า 3 ตัวแปร จึงจัดว่าเป็น 1 องค์ประกอบนั้น (Field, 2013) พบว่า ได้องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 8 องค์ประกอบ 39 ตัวแปร โดยองค์ประกอบที่ 2

และ 3 มีจำนวนตัวแปรสูงสุด จำนวน 7 ตัวแปรและองค์ประกอบที่ 5 มีค่าตัวแปรน้อยที่สุด จำนวน 3 ตัวแปร

น้ำหนักองค์ประกอบและค่าไอเกนของแต่ละองค์ประกอบ มีรายละเอียดแสดงในตาราง ที่ 40 – 47

ตารางที่ 40 องค์ประกอบที่ 1 “กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน”

ตัวแปร	**ข้อความ**	**น้ำหนักองค์ประกอบ**
24	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	.669
25	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	.579
23	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	.554
26	เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	.478
4 ตัวแปร	ค่าไอเกน	19.645
Factor 1	% ค่าความแปรปรวน	40.092

จากตารางที่ 40 องค์ประกอบที่ 1 เรียกว่า “กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) เท่ากับ 19.645 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 40.092 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 4 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .478 - .699 สำหรับตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด (.699)

ตารางที่ 41 องค์ประกอบที่ 2 “การประเมินผล”

ตัวแปร	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
42	เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา	.754
45	เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน	.589
44	เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน	.581
46	เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน	.564
43	เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์	.529
47	เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน	.524
35	เกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย	.373
7 ตัวแปร	ค่าไอเกน	2.606
Factor 2	% ค่าความแปรปรวน	5.319

จากตารางที่ 41 องค์ประกอบที่ 2 เรียกว่า “การประเมินผล” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) เท่ากับ 2.606 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 5.319 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 7 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .373 - .754 สำหรับตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา (.754)

Chulalongkorn University

ตารางที่ 42 องค์ประกอบที่ 3 “การเตรียมความพร้อมผู้เรียน”

ตัวแปร	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
30	เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	.725
29	เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา	.674
28	เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	.649
27	เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา	.551
34	เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง	.454
31	เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ	.412
32	เกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด	.352
7 ตัวแปร	ค่าไอเกน	1.965
Factor 3	% ค่าความแปรปรวน	4.009

จากตารางที่ 42 องค์ประกอบที่ 3 เรียกว่า “การเตรียมความพร้อมผู้เรียน” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) เท่ากับ 1.965 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 4.009 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 7 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .352 - .725 สำหรับตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (.725)

ตารางที่ 43 องค์ประกอบที่ 4 “การเสริมแรง”

ตัวแปร	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
49	เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา	.468
17	ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้	.441
48	เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง	.427
40	เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม	.424
41	เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและของรางวัล	.395
38	เกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม	.304
6 ตัวแปร	ค่าไอเกน	1.434
Factor 4	% ค่าความแปรปรวน	2.927

จากตารางที่ 43 องค์ประกอบที่ 4 เรียกว่า “การเสริมแรง” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) เท่ากับ 1.434 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 2.927 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 6 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .304 - .468 สำหรับตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา (.468)

ตารางที่ 44 องค์ประกอบที่ 5 “กลไกสนับสนุน”

ตัวแปร	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
36	เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที	.583
37	เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้	.521
5	เกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง	.423
3 ตัวแปร	ค่าไอเกน	1.364
Factor 5	% ค่าความแปรปรวน	2.783

จากตาราง 44 องค์ประกอบที่ 5 เรียกว่า “กลไกสนับสนุน” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) เท่ากับ 1.364 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 2.783 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 3 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .423 – .583 สำหรับตัวแปรที่มี น้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอก ถูก - ผิดแก่ผู้เรียนทันที (.583)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 45 องค์ประกอบที่ 6 “สถานการณ์ปัญหา”

ตัวแปร	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
2	เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	.819
1	เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหาและค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	.438
7	เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป	.403
3	เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ	.369
6	เกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ	.308
5 ตัวแปร	ค่าไอเกน	1.272
Factor 6	% ค่าความแปรปรวน	2.596

จากตารางที่ 45 องค์ประกอบที่ 6 เรียกว่า “สถานการณ์ปัญหา” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) เท่ากับ 1.272 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 2.596 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 5 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .308 - .819 สำหรับตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (.819)

ตารางที่ 46 องค์ประกอบที่ 7 “สภาพแวดล้อมในเกม”

ตัวแปร	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
12	เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน	.636
13	เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	.590
15	เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game)	.546
39	เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา	.370
14	เกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์	.328
5 ตัวแปร	ค่าไอเกน	1.225
Factor 7	% ค่าความแปรปรวน	2.500

จากตารางที่ 46 องค์ประกอบที่ 7 เรียกว่า “สภาพแวดล้อมในเกม” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) 0เท่ากับ 1.225 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 2.500 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 5 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .328 - .636 สำหรับตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน (.636)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 47 องค์ประกอบที่ 8 “ลักษณะของเกม”

ตัวแปร	ข้อความ	น้ำหนักองค์ประกอบ
21	เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน	.757
22	เกมมีภารกิจที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	.601
19	เกมมีการระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน	.415
20	เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา	.392
11	เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง (Virtual Environment)	.359
4	เกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆ โดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น	.304
6 ตัวแปร	ค่าไอเกน	1.048
Factor 8	% ค่าความแปรปรวน	2.138

จากตารางที่ 47 องค์ประกอบที่ 8 เรียกว่า “ลักษณะของเกม” มีค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบ (eigenvalue) เท่ากับ 1.048 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 2.138 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 6 ตัวแปร มีน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ .304 - .757 สำหรับตัวแปรที่มี น้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด ได้แก่ เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน (.757)

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ในตอนที่ 3 นี้ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วนคือ 3.1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับลักษณะของเกมที่ชอบ ความพึงพอใจในการเล่นเกม และด้านการออกแบบเกม 3.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเกมเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ 3.3 ผลการสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับลักษณะของเกมที่ชอบ ความพึงพอใจในการเล่นเกม และด้านการออกแบบเกม

จากผลในขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ช่วงชั้นที่ 2 และผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ทำให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกันมาร่างเป็นรูปเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แต่เพื่อให้เกมที่ออกแบบมีความเหมาะสมกับความสนใจและวัยของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความคิดเห็นของตัวอย่างนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เกี่ยวกับลักษณะของเกมที่ชอบ ซึ่งสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

ประเภทเกม

ประเภทเกมที่นักเรียนเล่นส่วนใหญ่ คือ เกมผจญภัย (Adventure Game) ซึ่งเป็นเกมที่ผู้เล่นจะต้องเดินทางเพื่อทำภารกิจต่างๆที่กำหนดในสถานที่ต่างๆนั้นให้สำเร็จ เช่น เกมตามล่าหาสมบัติ เกมหาต้นไม้ เป็นต้น เกมเลียนแบบหรือการจำลอง (Simulation Game) ซึ่งเป็นเกมที่พยายามเลียนแบบเหตุการณ์จริง เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เล่น เช่น เกมแต่งตัว เกมแต่งหน้า และเกมแต่งบ้าน เป็นต้น เกมต่อสู้ (Combat Game) ซึ่งเป็นเกมที่มีการต่อสู้กัน และเกมที่ค่อนข้างใช้ความรุนแรง มีการแข่งขันสูงทั้งกับโปรแกรมและกับตัวผู้เล่น เช่น เกมอัศวินต่อสู้ เกมต่อยมวย เกมซอมบี้ เป็นต้น เกมกีฬาและการแข่งขัน (Sport & Racing Game) วัตถุประสงค์ของเกมเพื่อการเป็นที่หนึ่งของการแข่งขัน เช่น แข่งรถ แข่งฟุตบอล เป็นต้น เกมปริศนา (Puzzle Game) ซึ่งเป็นเกมแก้ปัญหาให้ลุล่วงตามจุดประสงค์หลักของเกม เช่น เกมตัวต่อ เกมเลโก้ เป็นต้น เกมศึกษา (Education Game) ซึ่งเป็นเกมที่ให้ความรู้และความเพลิดเพลิน เช่น เกมเถ้าแก้น้อย เกมอาชีพ เกมศัพท์ภาษาอังกฤษ เกมการทดลอง เกมบวกลบเลข เป็นต้น

เหตุผลที่ชื่นชอบการเล่นเกม

ความสนุกสนานเพลิดเพลิน เร้าความสนใจให้ไปสู้เป้าหมาย ท้ายทายความสามารถ มีการแข่งขันกับคอมพิวเตอร์และกับเพื่อน ส่งเสริมจินตนาการ เรื่องราวของเกมดึงดูดความสนใจ มีสิ่งแปลกใหม่ในเกมทำให้กระตุ้นความอยากรู้ และได้ฝึกประสบการณ์

เหตุผลที่ไม่ชอบเกมบางเกม

เกมมีลักษณะไม่เหมาะกับเพศของผู้เล่น เป็นเกมที่มีความรุนแรง น่ากลัว สยองขวัญสั่นประสาท และเรื่องราวในเกมไม่น่าสนใจ

รางวัลในเกมที่ได้รับ

อุปกรณ์เสริมในการเล่นเกม เช่น อาวุธ เสื้อเกราะ เงิน รางวัล เช่น ถ้วยรางวัล เหรียญรางวัล และคะแนน ส่วนรางวัลที่ชื่นชอบมากที่สุดคือ อุปกรณ์เสริมในการเล่นเกม

การออกแบบเกม

จากการเก็บข้อมูลพบว่า มีนักเรียน 1 คนเคยสร้างเกมเอง ซึ่งประเภทเกมที่เคยสร้างคือ เกมผจญภัยโดยใช้โปรแกรม RPG Maker XP ซึ่งเป็นเกมผจญภัยในด่านต่างๆ โดยผู้เล่นต้องต่อสู้กับปีศาจ และเก็บของรางวัลที่อยู่ในด่านต่างๆ หากต่อสู้ได้ชนะก็จะสามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้ และหากครบทุกด่านก็จะสามารถจบเกมได้ ซึ่งมีการให้ข้อมูลในเกมเป็นข้อความสั้นๆ กระชับ เนื้อหาที่สนุกสนานไม่น่าเบื่อ สีสันสบายตา และอาจจะเปิดโอกาสให้ผู้เล่นเล่นด้วยตัวเองก่อน หากมีข้อสงสัยก็สามารถสอบถามหรือขอความช่วยเหลือเพื่อขอข้อมูลเพิ่มเติมจากตัวช่วยได้

ความคิดเห็นเกี่ยวกับเกมขยะและมลพิษ

ควรเป็นเกมที่ให้ผู้เล่นเก็บขยะ และมีการแยกขยะในด่านต่างๆ เมื่อเก็บขยะหรือแยกขยะได้ถูกต้องก็จะรับรางวัลรางวัล เช่น เงิน เหรียญรางวัล ถ้วยรางวัล ดาว คะแนน เป็นต้น หากตอบผิด ก็ให้เริ่มเกมใหม่ หรือมีการหักคะแนนหรือรางวัล

3.2 ผลการสร้างรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา จากครูและผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการวิจัยตอนที่ 1 เฉพาะประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญที่มีความถี่มากที่สุด 3 อันดับแรก และ/หรือ ร้อยละ 50 พิจารณาร่วมกับ ข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ในการดำเนินการวิจัยตอนที่ 2 และข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับลักษณะของเกมที่ชอบ องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการเล่นเกม และความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบเกมมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยมีรายละเอียดของรูปแบบและองค์ประกอบ ดังนี้

3.2.1 รูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา เป็นเกมบทบาทสมมติที่ผู้เล่นสมมติรับบทเป็นตัวละครหนึ่งในเกม สามารถบังคับตัวละครไปในทิศทางที่ต้องการ และเล่น

ตามกฎกติกาของเกมผ่านการป้อนคำสั่งและเงื่อนไขที่เกมกำหนดมา โดยผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันตามเงื่อน ไขที่เลือก ประกอบด้วยขั้นตอนและกระบวนการต่างๆ 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1.1 ขั้นตอนด้านการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ได้แก่ การลงทะเบียน การแนะนำ กฎ กติกาการเล่น และการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเรียนโดยการฝึกทักษะกระบวน การวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะ โดยจำนวนทักษะนี้ได้มาจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษา ในขั้นตอนที่ 2

3.2.1.2 ขั้นตอนด้านการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการใช้ปัญหาเป็นฐานในเกม (Arends, 2001) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

3.2.1.2.1 ขั้นแนะนำปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พยายามทำความเข้าในกับปัญหาที่ได้รับเสียก่อน หากมีคำ ข้อความหรือแนวคิดตอนใดที่ยังไม่เข้าใจจะต้องพยายามหาคำอธิบายให้ชัดเจนโดยอาจจะอาศัยความรู้พื้นฐานของตนเอง หรือจากผู้ช่วย หรือจากข้อมูลที่มีอยู่ในเกม

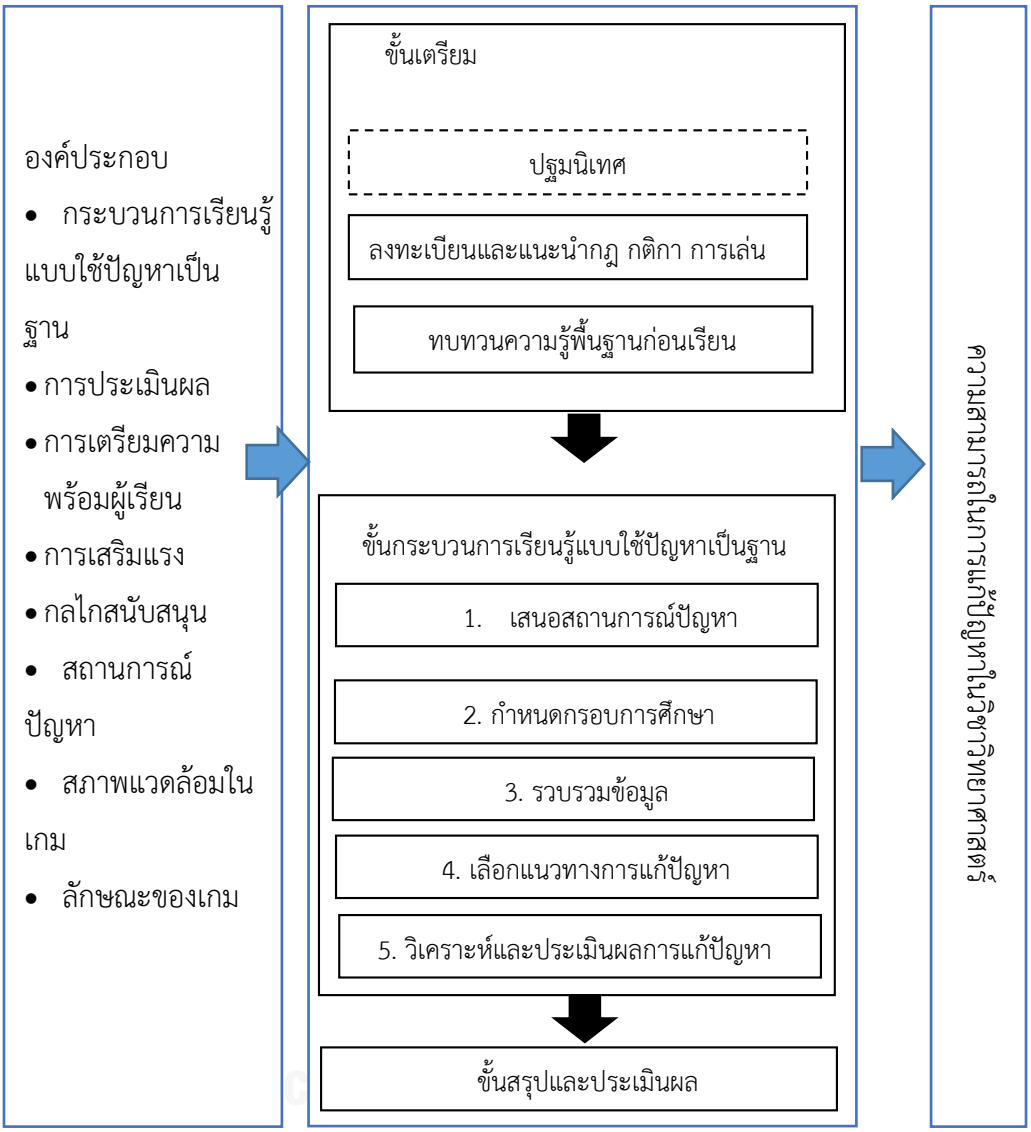
3.2.1.2.2 ขั้นกำหนดงานที่ต้องดำเนินการ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ทราบถึงวัตถุประสงค์และเป้าหมายในเกม โดยมีการจำลองสถานการณ์ให้ผู้เล่นดำเนินการแก้ไขปัญหา จำนวน 5 สถานการณ์

3.2.1.2.3 ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องสืบสอบและรวบรวมข้อมูลจากตัวละครต่างๆในเกม ผู้ช่วยในเกม รวมถึงการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในแก้ปัญหาเกิดขึ้นในสถานการณ์นั้น

3.2.1.2.4 ขั้นพัฒนาและนำเสนอผลงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลหรือความรู้ที่ได้มาสังเคราะห์ เพื่อใช้ในการระบุปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นั้น

3.2.1.2.5 ขั้นวิเคราะห์และประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์และประเมินผลการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือกว่าจะส่งผลอย่างไรต่อปัญหาและสถานการณ์นั้น

3.2.1.3 ขั้นตอนด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนเป็นขั้นตอนประเมินผลผู้เรียน โดยการแสดงคะแนนและของรางวัล รวมถึงผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลของกระบวนการแก้ปัญหา และเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง รายละเอียดดังแผนภาพที่ 3



รูปภาพที่ 3 ร่างรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

3.2.2 องค์ประกอบหลักของรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ 43 ตัวแปร ดังนี้

3.2.2.1 องค์ประกอบที่ 1 องค์ประกอบด้าน กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

3.2.2.1.1 เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.2.1.2 เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.2.1.3 เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.2.1.4 เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.2.2 องค์ประกอบที่ 2 องค์ประกอบด้านการประเมินผล ประกอบด้วย

3.2.2.2.1 เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา

3.2.2.2.2 เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน

3.2.2.2.3 เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน

3.2.2.2.4 เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน

3.2.2.2.5 เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.2.2.2.6 เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน

3.2.2.2.7 เกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย

3.2.2.3 องค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียน ประกอบด้วย

3.2.2.3.1 เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

3.2.2.3.2 เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา

3.2.2.3.3 เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

3.2.2.3.4 เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา

3.2.2.3.5 เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง

3.2.2.3.6 เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ

Chulalongkorn University

3.2.2.3.7 เกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด

3.2.2.4 องค์ประกอบที่ 4 องค์ประกอบด้านการเสริมแรง ประกอบด้วย

3.2.2.4.1 เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา

3.2.2.4.2 ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้

3.2.2.4.3 เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง

3.2.2.4.4 เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม

3.2.2.4.5 เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและของรางวัล

3.2.2.4.6 เกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม

3.2.2.5 องค์ประกอบที่ 5 องค์ประกอบด้านกลไกสนับสนุน ประกอบด้วย

3.2.2.5.1 เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที

3.2.2.5.2 เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้

3.2.2.5.3 เกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

3.2.2.6 องค์ประกอบที่ 6 องค์ประกอบด้านสถานการณ์ปัญหา ประกอบด้วย

3.2.2.6.1 เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

3.2.2.6.2 เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3.2.2.6.3 เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป

3.2.2.6.4 เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ

3.2.2.6.5 เกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ

3.2.2.7 องค์ประกอบที่ 7 องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมในเกม ประกอบด้วย

3.2.2.7.1 เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน

3.2.2.7.2 เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

3.2.2.7.3 เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game)

3.2.2.7.4 เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา

3.2.2.7.5 เกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์

3.2.2.8 องค์ประกอบที่ 8 องค์ประกอบด้านลักษณะของเกม ประกอบด้วย

3.2.2.8.1 เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน

3.2.2.8.2 เกมมีภารกิจที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

3.2.2.8.3 เกมมีการระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

3.2.2.8.4 เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา

3.2.2.8.5 เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง (Virtual Environment)

3.2.2.8.6 เกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆ โดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น

3.2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเกมเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยนำต้นแบบของรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการจัดการเรียนสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ประเมินรับรองคุณภาพในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบ วิธีการ ขั้นตอน และความเหมาะสมสำหรับนำไปสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการประเมินรูปแบบของผู้เชี่ยวชาญได้ผลดังนี้

1) ด้านองค์ประกอบของเกมมีความเหมาะสม ครอบคลุมครบทุกด้าน

2) ด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียนด้วยการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ทักษะมีความเหมาะสม แต่ควรเพิ่มการเตรียมความพร้อมผู้เรียนด้านเนื้อหาให้แก่ผู้เรียนก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในเกม

3) ด้านการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานในเกม ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะให้เพิ่มคลังข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนได้สืบสอบหาข้อมูลเพื่ออธิบายปัญหาที่พบและนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น

4) ด้านผังการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรมเกมมีความถูกต้องเหมาะสม แต่ควรเพิ่มรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5) ด้านการประเมินผลในเกมมีความเหมาะสม ครอบคลุมครบทุกด้าน

3.3 ผลการสร้างเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปแบบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นสร้างต้นแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตามรูปแบบที่ได้ปรับปรุงและพัฒนาขึ้น ด้วยโปรแกรม RPG Maker Vx Ace ซึ่งเป็นเกมบทบาทสมมติ ที่ผู้เล่นสมมติรับบทเป็นตัวละครหนึ่งในเกมที่สามารถบังคับตัวละครไปในทิศทางที่ต้องการ ตามกฎกติกาของเกมผ่านการป้อนคำสั่งและเงื่อนไขที่เกมกำหนดมา โดยผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันตามเงื่อนไขที่เลือก และเป็นเกมที่มีรูปแบบของการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการจัดการขยะในโรงเรียน จากนั้นนำเกมต้นแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 3 คน ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 คน ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามการออกแบบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถาม (Item-Objective Congruence: IOC) ได้ผลการประเมินค่าความสอด คล้องด้านการออกแบบ มีค่าความสอดคล้อง (IOC) = 0.93 แปลความหมายได้ว่า มีความสอดคล้องในด้านการออกแบบและผลการประเมินค่าความสอดคล้องด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าความสอดคล้อง (IOC) = 0.96 แปลความหมายได้ว่า มีความสอดคล้องในด้านความตรงเชิงเนื้อหา แสดงว่าเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการทดลองได้ รายละเอียดดังตารางที่ 48 - 49

ตารางที่ 48 ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็น ฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านการออกแบบหน้าจอ					
1.1 การจัดวางองค์ประกอบได้สัดส่วน สวยงาม	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
1.2 ตัวอักษรมีขนาด สี ชัดเจน อ่านง่าย	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
1.3 การเลือกใช้สีมีความเหมาะสมและกลมกลืน	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
1.4 การสื่อความหมายสอดคล้องกับแนวของเนื้อหา	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
1.5 ปุ่ม สัญลักษณ์รูป ชัดเจน สื่อสารได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
1.6 รูปภาพ กราฟิกต่าง ๆ มีความเหมาะสมสวยงาม	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
1.7 เสียงต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2. ด้านการออกแบบเกม					
2.1 เป้าหมายในเกมมีความชัดเจนชัดเจน	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.2 กฎกติกาชัดเจน เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.3 เกมก่อให้เกิดจินตนาการในการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.4 เกมมีการนำเสนอที่ดึงดูด น่าสนใจ	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.5 การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.6 คำแนะนำมีความชัดเจน เหมาะสม	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
2.7 องค์ประกอบของเกมครบถ้วน และมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
3. ด้านปัญหาและสถานการณ์					
3.1 ปัญหาและสถานการณ์มีความน่าสนใจ ดึงดูด	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
3.2 ช่วงระยะเวลาในการแก้ปัญหา มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 48 ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา
(ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
3.3 ภาษาที่ใช้ในปัญหาและสถานการณ์มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
3.4 ปัญหาและสถานการณ์เข้าใจได้ง่าย และชัดเจนเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
3.5 กิจกรรมการเรียนในเกมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
รวม			0.93		เหมาะสม

ตารางที่ 49 ผลการประเมินคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหาบทเรียน					
1.1 โครงสร้างเนื้อหาชัดเจนมีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
1.2 เนื้อหาที่นำเสนอตรงและครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
1.3 ใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสม (รวมข้อความและเสียง)	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
1.4 ภาษาที่ใช้สั้นกระชับ ทำให้เด็กเข้าใจได้ง่าย	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
1.5 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2. ด้านการออกแบบการเรียนรู้					
2.1 กำหนดวัตถุประสงค์และระดับผู้เรียนชัดเจน	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม

ตารางที่ 49 ผลการประเมินคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด วิเคราะห์	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.3 การนำเสนอดึงดูดความสนใจเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.4 ตัวอักษรอ่านง่าย	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
2.5 ภาพกราฟิกที่ใช้สอดคล้องกับเนื้อหา และเหมาะกับผู้เรียน	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
2.6 คำแนะนำที่ให้กับผู้เรียนชัดเจน เหมาะสม	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
3. ด้านการแก้ปัญหา					
3.1 สถานการณ์ปัญหาที่นำเสนอมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
3.2 ปัญหาที่นำเสนอเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
3.3 การจัดสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
3.4 ภารกิจในเกมมุ่งเน้นให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1.0	เหมาะสม
รวม			0.96		เหมาะสม

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังได้ให้ข้อเสนอแนะในประเด็นต่อไปนี้

1. รูปภาพควรมีความชัดเจน มีขนาดใหญ่ และไม่ควรวางซ้อนทับกัน
2. เพิ่มเสียงกติกาให้ครบทุกด่านของเกม
3. คำที่ใช้ในเกมไม่ควรยากเกินไป ควรมีความเหมาะสมกับวัยของเด็ก
4. กติกาการเล่นและคำอธิบายในผลป้อนกลับไม่ควรยาวเกินไป เพราะไม่ดึงดูดความสนใจให้อ่าน ควรสั้น กระชับ และได้ใจความ
5. ตัวอักษรที่ใช้ในเกมควรมีรูปแบบที่อ่านง่ายกว่านี้
6. เพิ่มตัวชี้นำในการเดินทางแต่ละหน้าจอ เพื่อง่ายต่อการเล่นมากยิ่งขึ้น

ตอนที่ 4 ผลของการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

การศึกษาผลของการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความ สามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา เป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีรายละเอียดในส่วนของผลการวิจัยดังนี้

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผลคะแนนของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนของการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติและทดสอบสมมติฐานโดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดโรงเรียนเอกชน และสังกัด สพฐ.ที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพื้นฐานความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เดิม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 50

2. เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 51

3. เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดโรงเรียนเอกชน และสังกัด สพฐ.ที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้เวลาในการเล่นเกมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 52

ตารางที่ 50 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ (t–test Independent)

ตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t -test	Sig.
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนเอกชน	30	10.80	2.61	-1.941	.057
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนสพฐ.	30	11.93	1.86		

*p<.05

จากตารางที่ 50 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนเอกชน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 10.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.61 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนสพฐ. มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 11.93 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 1.86

ตารางที่ 51 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม (t–test Dependent)

ตัวอย่าง		n	$\bar{x}$	S.D.	t-test	Sig.
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	ก่อนเรียน	30	10.80	2.61	-5.645	.000*
สังกัดโรงเรียนเอกชน	หลังเรียน		12.97	2.44		
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	ก่อนเรียน	30	11.93	1.86	-7.290	.000*
สังกัดโรงเรียนสพฐ.	หลังเรียน		15.10	1.83		

*p<.05

จากตารางที่ 51 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนในการทดสอบหลังเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนเอกชน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 10.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 2.61 และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 12.97 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 2.44 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนสพฐ. มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 11.93 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 1.86 และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 15.10 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.83

ตารางที่ 52 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ (t–test Independent)

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t -test	Sig.
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนเอกชน	30	101.54	6.62	0.944	.351
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนสพฐ.	30	104.04	14.25		

p<.05

จากตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลาในการเล่นเกมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนเอกชน มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่เล่นเท่ากับ 101.54 นาที ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่เล่นเท่ากับ 6.62 กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนสพฐ. มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่เล่นเท่ากับ 104.04 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่เล่นเท่ากับ 14.25

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนในการทดสอบหลังเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเห็นได้ว่าเกมสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนไม่ว่าจะสังกัดโรงเรียนแบบใด โดยผู้เรียนใช้เวลาในการเล่นที่ไม่แตกต่างกัน และเพื่อเป็นการอธิบายการทำงานขององค์ประกอบที่สำคัญในเกมที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

1. ห้องสมุด หมายถึง แหล่งค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมในเกม ซึ่งมีการจำลองสภาพแวดล้อมเป็นห้องสมุดเสมือน เมื่อผู้เล่นเข้ามาก็สามารถเลือกอ่านหนังสือเพื่อหาความรู้เพิ่มเติม โดยจะเก็บข้อมูลเป็นจำนวนครั้งที่ผู้เล่นเลือกหนังสือในห้องสมุดนี้มาอ่าน

2. นางฟ้า หมายถึงผู้ช่วยในเกม ซึ่งจะคอยช่วยเหลือผู้เล่นเมื่อมีปัญหา โดยการให้คำใบ้เพิ่มเติม การให้คำสั่งหรือกติกาในการเล่นอีกครั้ง โดยจะเก็บข้อมูลเป็นจำนวนครั้งที่ผู้เล่นขอความช่วยเหลือ

3. ผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติม หมายถึง ข้อความที่อธิบายเพิ่มเติมเมื่อผู้เล่นตอบคำถามนั้นผิด ผู้เล่นสามารถเลือกที่จะรับคำอธิบายเพิ่มเติมนี้ได้ โดยจะมีการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนครั้งที่ผู้เล่นขอรับคำอธิบายเพิ่ม

4. คะแนนระหว่างการเล่นเกม หมายถึง คะแนนสะสมในเกมที่ผู้เล่นสามารถตอบคำถามในแต่ด่านถูกต้อง โดยจะรวบรวมคะแนนตั้งแต่เริ่มต้นด่านแรกจนด่านสุดท้าย โดยจะมีการเก็บข้อมูลเป็นคะแนนเมื่อผู้เล่นสามารถตอบคำถามในด่านนั้นถูกเป็นครั้งแรก

ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ปัจจัยในเกมดังกล่าวที่ส่งผลความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ แบบ stepwise รายละเอียดดังในตารางที่ 53 – 54

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยในเกมที่ส่งผลความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรปัจจัยใดบ้าง ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม และมีตัวแปรอิสระคือตัวแปรปัจจัย ได้แก่ คะแนนในเกม จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) จำนวนครั้งในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม (ห้องสมุด) และการรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบาย รวม 4 ตัวแปร ก่อนที่จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันว่ามีปัญหาเกี่ยวกับภาวะร่วมเส้นตรงเดียวกันพหุ (multicollinearity) หรือไม่ การนำเสนอแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม และความสัมพันธ์ระหว่างกันของตัวแปรอิสระ

ตารางที่ 53 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกมที่ส่งผลความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าสหสัมพันธ์				
	1	2	3	4	5
1. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา	1.000	0.359**	0.276*	0.278*	0.425**
2. จำนวนครั้งในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม (ห้องสมุด)	0.359**	1.000	0.264*	0.292*	0.164
3. จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า)	0.276*	0.264*	1.000	0.169	-0.050
4. จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติม	0.278*	0.292*	0.169	1.000	-0.116
5. คะแนนระหว่างการเล่นเกม	0.425**	0.164	-0.050	-0.116	1.000

*P<0.05, **P<0.0

จากตารางที่ 53 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกมที่ส่งผลความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับตัวแปรปัจจัยในเกม มีช่วงความสัมพันธ์อย่างระหว่าง 0.276 – 0.425 มีความสัมพันธ์กันทางบวก ในระดับปานกลางและระดับค่อนข้างต่ำ กล่าวคือ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม (ห้องสมุด) มีความสัมพันธ์กันทางบวก ขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (0.200< r < 0.400) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) มีความสัมพันธ์กันทางบวก ขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (0.200< r < 0.400) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมมีความสัมพันธ์กันทางบวก ขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (0.200< r < 0.400) และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติม มีความสัมพันธ์กันทางบวก ขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง (0.400< r < 0.600) และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับตัวแปรอิสระทุกตัว

ความสัมพันธ์ระหว่างกันของตัวแปรปัจจัยในเกม พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีค่าความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 2 คู่ มีช่วงความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.264 – 0.292 และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ทั้งหมดนี้ไม่มีคู่ใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เกิน 0.600 แสดงให้เห็นว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระใดมีปัญหาเกี่ยวกับภาวะร่วมเส้นตรงเดียวกันพหุ (multicollinearity) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ตารางที่ 54 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกม แบบ stepwise

ตัวแปร	B	Std.Error	BETA	t	Sig.
ค่าคงที่	8.614	1.236		6.972	.000
จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า)	.213	.052	.471	4.336	.000
จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับ	.121	046	.291	2.643	.011
คะแนนในการเล่นเกม	.224	.093	.250	2.282	.026
$R = .591$ $R^2 = .350$ $F = 10.036$ $P = .000^*$					

*p < .05

จากตารางที่ 54 ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ มี 3 ตัวแปรคือ จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) โดยมีสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ .471 จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับ โดยมีสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ .291 และคะแนนในการเล่นเกม โดยมีสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ .250 โดยตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้ สามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 35 สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา คือ จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับ และคะแนนในการเล่นเกม สามารถอธิบายระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 35

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อเกมเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาโดยตัวอย่างจำนวน 60 คน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 55 การประเมินความพึงพอใจต่อเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความ สามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

รายการประเมิน	$\bar{x}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. เกม “Fight for School” ที่เล่นนี้มีความสนุกสนาน	2.83	0.38	มาก
2. นักเรียนได้ความรู้เรื่องการจัดการขยะเพิ่มขึ้นหลังจากเล่นเกม	2.82	0.39	มาก
3. นักเรียนชอบเนื้อหาในเกมนี้	2.67	0.48	มาก
4. หน้าจอเกมมีสีสันสวยงาม	2.72	0.45	มาก
5. รูปภาพต่างๆมีความชัดเจน สวยงาม	2.57	0.50	มาก
6. ตัวอักษรในเกมมีตัวอักษรชัดเจน ภาษาเข้าใจง่าย	2.65	0.48	มาก
7 .ฉากต่างๆมีสีสันสวยงาม	2.77	0.43	มาก
8. เสียงที่ใช้ในเกมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	2.63	0.55	มาก
8. โดยภาพรวม นักเรียนชอบเกม “Fight for School”	2.73	0.45	มาก
10.เมื่อนักเรียนเล่นเกม “Fight for School” จบแล้ว นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้ดีขึ้น	2.62	0.49	มาก
รวม	2.70	0.20	มาก

จากตารางที่ 55 การประเมินความพึงพอใจต่อเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ซึ่งเป็นการประเมินผู้เล่นภายหลังการเล่นเกม โดยมีเกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ ระดับมาก ระดับปานกลาง และระดับน้อย โดยมีรายละเอียดในส่วนของผลการวิจัยดังนี้

ภาพรวมผู้เล่นมีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 ด้านที่ผู้เล่นมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ เกม Fight for school ที่เล่นนี้มีความสนุกสนาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 รองลงมาคือ นักเรียน

ได้รับความรู้เรื่องการจัดการขยะเพิ่มขึ้นหลังจากเล่นเกม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.82 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 และฉากต่างๆมีสีสันสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.77 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 ตามลำดับ และด้านที่ผู้เล่นมีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ รูปภาพต่างๆมีความชัดเจนสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.57 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ หลักการ และแนวคิดพื้นฐานของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1) วัตถุประสงค์ของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

2) นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

3) หลักการแนวคิดพื้นฐานของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1) กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
2) การประเมินผล
3) การเตรียมความพร้อมผู้เรียน
4) การเสริมแรง
5) กลไกสนับสนุน
6) สถานการณ์ปัญหา
7) สภาพแวดล้อมในเกม
8) บทบาทของเกม

ตอนที่ 3 กระบวนการเรียนรู้ในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1) การเตรียมความพร้อมผู้เรียน
2) กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
    2.1) เสนอสถานการณ์ปัญหา
    2.2) กำหนดกรอบการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3) รวบรวมข้อมูล

2.4) เลือกแนวทางการแก้ปัญหา

2.5) นำเสนอผลงาน

3) สรุปและประเมินผล

ตอนที่ 4 ประเมินผลของเกมดิจิทัลการการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1) การประเมินผลระหว่างเล่นเกม

2) การประเมินผลรวม

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ หลักการ และแนวคิดพื้นฐานของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

1. วัตถุประสงค์ของรูปแบบเกม

เพื่อเป็นแนวทางสำหรับคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในการสร้างและออกแบบสื่อการเรียนการสอนประเภทเกมดิจิทัลเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษา

2. นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

1) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาโครงสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง

2) การเรียนด้วยเกมดิจิทัล (Digital Game-based Learning) หมายถึง การเรียนรู้โดยนำรูปแบบของเกมที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีการแสดงสื่อหลายรูปแบบ ได้แก่ ข้อความ เสียง รูปภาพ รวมถึงภาพเคลื่อนไหว ซึ่งผู้เล่นจะได้รับบทบาทสมมติเป็นตัวละครตัวหนึ่งในเกม สามารถบังคับตัวละครไปในทิศทางที่ต้องการ และเล่นตามกฎกติกาที่เกมกำหนดผ่านการป้อนคำสั่งและเลือกเงื่อนไขที่เกมกำหนดมา โดยสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในเกมที่ท้าทาย สนุกสนานเพลิดเพลิน เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียน โดยมีลักษณะสำคัญของเกมดิจิทัลการศึกษาสามารถตรึงความสนใจของผู้เรียนให้ทำกิจกรรมในเกมได้นานที่สุด ได้แก่ เป้าหมาย กฎ กติกา การแข่งขัน ความท้าทาย จินตนาการ ความสนุกสนานเพลิดเพลิน ข้อมูลป้อนกลับ ผลลัพธ์ การปฏิสัมพันธ์ เรื่องราว ความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และความรู้สึกที่ได้ควบคุม

3) เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบเกมในระบบออฟไลน์ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น โดยผู้เรียน

จะต้องสืบสอบและค้นหาข้อมาเพื่อพิชิตภารกิจต่างๆด้วยการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ที่เกมกำหนด โดยมีขั้นตอนในเกม ดังนี้

3.1) เตรียมความพร้อมผู้เรียน ด้วยการแจ้งกฎ กติกา และลงทะเบียนการเล่น

3.2) ทบทวนความรู้เดิมและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

3.3) เกริ่นนำเข้าสู่สถานการณ์การปัญหา

3.4) กำหนดกรอบการศึกษาให้กับผู้เรียน

3.5) ผู้เรียนพิจารณาปัญหา สืบสอบและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการระบุปัญหา

3.6) ผู้เรียนพิจารณาปัญหา สืบสอบและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ระบุสาเหตุของปัญหาและระบุวิธีการแก้ปัญหา

3.7) ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

3.8) เกมสรุปและประเมินผลผู้เรียน

4) ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแก้ไขปัญหาที่ผ่านเข้ามาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ผ่านกระบวนการทางสติปัญญาในการพิจารณาปัญหา หาสาเหตุของปัญหา เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และการสรุปผล ที่บูรณาการกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม วัดได้จากคะแนนความสามารถ 4 ประการ ได้แก่

4.1) ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากการพิจารณาเรื่องราวของสถานการณ์ที่กำหนด และระบุได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

4.2) ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์สภาพปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

4.3) ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4.4) ความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก

3. หลักการและแนวคิดพื้นฐานของเกม

หลักการและแนวคิดพื้นฐานของเกมดิจิทัลการการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Centered) โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการแสวงหาความรู้ด้วยกลวิธีหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนจะต้องนำปัญหามาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ความคิดที่มีเหตุผล และการแสวงหาความรู้ใหม่

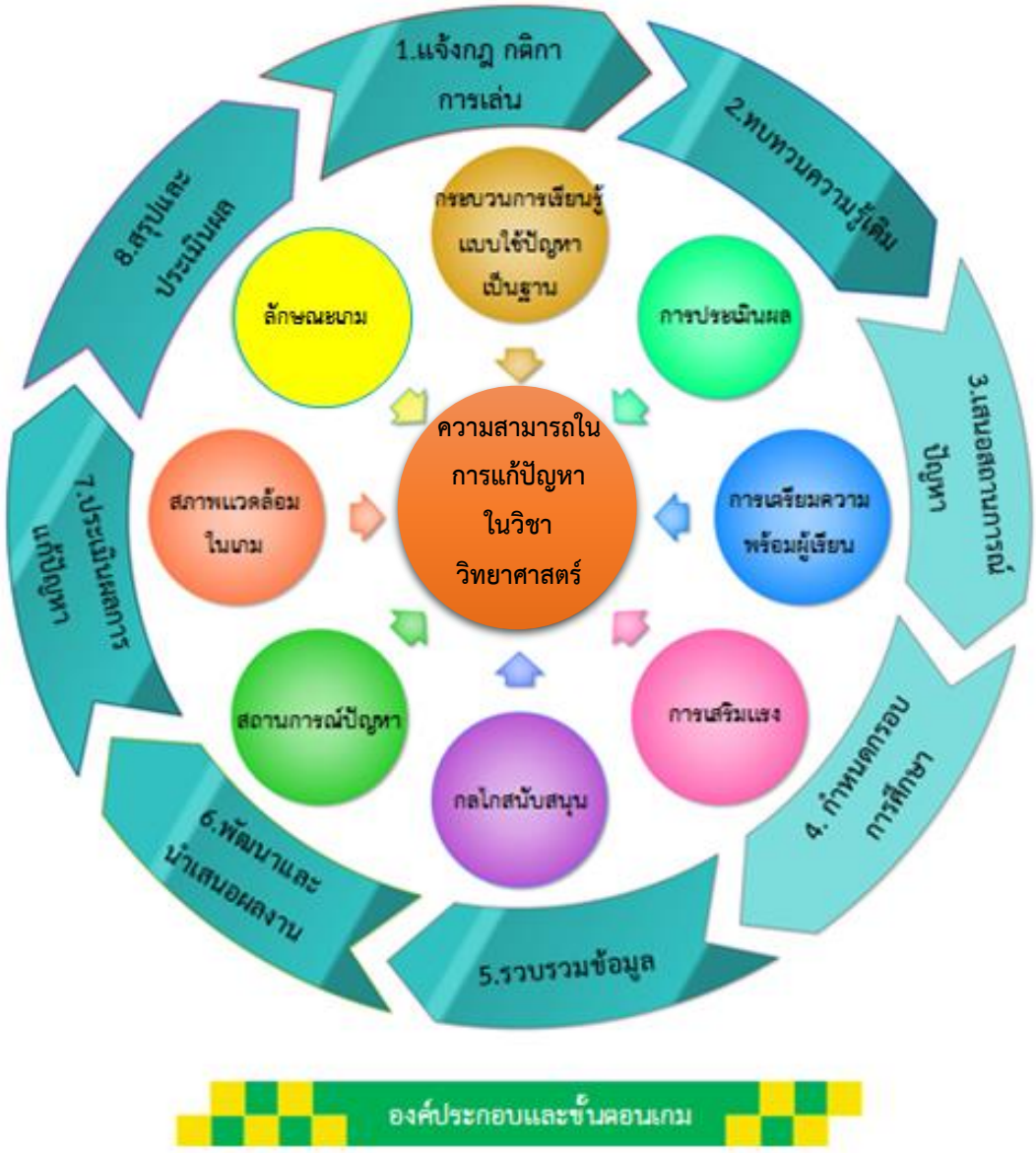
2) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-directed Learning) โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างตื่นตัว (Active Learner) กล่าวคือ ผู้เรียนไม่เพียงแต่รับข้อมูลเท่านั้น แต่จะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆและสร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง ซึ่งจะต้องบริหารเวลา กำหนดการเล่น คัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการประเมินผลตนเอง

3) การเรียนรู้โดยการค้นพบ (discovery learning) โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการค้นพบคำตอบ มีโอกาสสำรวจและสร้างปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ 3 ขั้น คือ 1) ขั้นจากการกระทำ (Enactive Stage) เป็นขั้นที่ผู้สร้างปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมเรียนรู้จากการสัมผัสจับต้องด้วยตัวเอง 2) ขั้นการเรียนรู้จากการใช้ภาพ (Iconic Stage) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเริ่มใช้ภาพโดยไม่จำเป็นต้องใช้การสัมผัส และ 3) ขั้นเรียนรู้จากการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมใช้สัญลักษณ์แทนของจริง สามารถจินตนาการภาพของจริงได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถทางสมอง การคิด และทักษะการแก้ปัญหา

4) การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning) ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์กับเกมคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยหลักการปฏิสัมพันธ์ในการเรียน 2 ลักษณะ คือ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาสาระ (Learning - Conyent Interaction) คือ การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในรูปแบบของปฏิกิริยาโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับด่านต่างๆ โดยผู้เรียนจะต้องศึกษาวิธีเล่น ขอคำอธิบายเพิ่มเติมในระหว่างเล่นเกม และตอบคำถาม โดยมีปฏิสัมพันธ์กับเกม และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้ช่วยในเกม ซึ่งทำหน้าที่เสมือนผู้สอน (Learner – Instructor Interaction) คือ การที่ผู้เรียนได้เรียนเรียนรู้ผ่านเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในรูปแบบของปฏิกิริยาโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับผู้ช่วยในเกม โดยผู้ช่วยในเกมจะอธิบายวิธีการใช้งานโปรแกรมซึ่งเมื่อผู้เรียนต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมหรือข้อชี้แนะจะทำการเลือกข้อความช่วยเหลือจากผู้ช่วยในเกม โดยที่ผู้ช่วยจะบอกคำอธิบายเพิ่มเติมหรือคำใบ้เพิ่มเติมด้วยข้อความและเสียง

5) การนำเกมดิจิทัลมาใช้เพื่อการเรียนโดยเน้นที่ความสนุกเป็นสำคัญ เพราะสิ่งนี้จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนใจเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนจนกระทั่งสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนได้ตามที่ต้องการ นั่นคือผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ได้รับความรู้ พัฒนากระบวนการคิด และมีทัศนคติที่ดีกับการเรียน

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา



รูปภาพที่ 4 องค์ประกอบและขั้นตอนเกมดิจิทังการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 8 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. องค์ประกอบด้าน กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด และเกมมีภารกิจให้ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. องค์ประกอบด้านการประเมินผล ประกอบด้วย เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน และเกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย

3. องค์ประกอบด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียน ประกอบด้วย เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ และเกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด

4. องค์ประกอบด้านการเสริมแรง ประกอบด้วย เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้ เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริม

แรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและของรางวัล และเกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม

5. องค์ประกอบด้านกลไกสนับสนุน ประกอบด้วย เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้ และเกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

6. องค์ประกอบด้านสถานการณ์ปัญหา ประกอบด้วย เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหาแล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ และเกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ

7. องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมในเกม ประกอบด้วย เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game) เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา และเกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์

8. องค์ประกอบด้านลักษณะของเกม ประกอบด้วย เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน เกมมีภารกิจที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ เกมมีการระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง (Virtual Environment) และเกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆ โดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น

จากองค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาทั้ง 8 องค์ประกอบ ได้นำมาสร้างเกมโดยมีการออกแบบตามตารางที่ 56 ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
องค์ประกอบที่ 1 องค์ประกอบด้านกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 1. เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา ระบุวิธีการแก้ปัญหา และประเมิน ผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด	เกมเสนอสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียนระบุปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา ระบุวิธีการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาจำนวน 5 สถานการณ์
องค์ประกอบที่ 2 องค์ประกอบด้านการประเมินผล 2.1 เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา 2.5 เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์	เกมบางด่านมีการจับเวลาให้ผู้เรียนทำภารกิจภายในเวลาที่กำหนด ได้แก่ ด่านการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยให้ผู้เล่นสังเกตข้อมูลสภาพแวดล้อมในเวลาที่กำหนด จากนั้นเลือกแผนภูมิที่ตรงกับข้อมูลที่สังเกตได้ และด่านการเก็บขยะเพื่อทบทวนความรู้เดิม โดยผู้เล่นจะต้องเก็บขยะและแยกขยะภายในเวลาที่กำหนดและมีภารกิจให้ผู้เรียนแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ ด่านการแยกขยะ โดยผู้เล่นจะต้องแยกขยะตามประเภทที่กำหนดให้โดยแข่งขันกับปีศาจ หากใครไปถึงขยะนั้นก่อนและแยกได้ก่อนก็จะได้ครอบครองขยะนั้นไป
2.2 เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน 2.3 เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของ ผู้เรียน	ระหว่างการเล่นเกม เกมจะจัดเก็บระยะเวลาในการเล่น คะแนน จำนวนของรางวัล และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
2.7 เกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัว	เกมจะมีการประเมินผู้เล่น โดยบอกระดับความสามารถของผู้เล่น จากคะแนน และแสดงเวลาและจำนวนครั้งที่ช่วยแก่ผู้เล่น
องค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียน 3.1 เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น	เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ด้วยการสังเกตข้อมูลจากสภาพแวดล้อมในเกมที่กำหนดภายในเวลา 20 วินาที จากนั้นเลือกแผนภูมิที่ตรงกับข้อมูลที่สังเกตได้ จำนวน 2 ด่าน และเลือกแผนภูมิที่มีการนำเสนอข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่สังเกตได้ จำนวน 1 ด่าน รวม 3 ด่าน
3.2 เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา	เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา โดยเกมมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นหมู่บ้าน ที่มีบ้านเรียงรายกันอยู่ 3 บ้าน ผู้เรียนจะต้องเดินไปเข้ายังบ้านเหล่านั้น จากนั้นช่วยเหลือคนในบ้านนั้นเพื่อแก้ปัญหาการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2 อย่าง จำนวน 1 ด่าน การเรียงลำดับขั้นตอนการทดลอง จำนวน 1 ด่าน และการบันทึกผลการทดลองจำนวน 1 ด่าน รวมจำนวนทั้งหมด 3 ด่านที่ต้องฝึกในทักษะนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
	เกมมีการฝึกทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา โดยเกมจะกำหนดภาพให้ผู้เรียนสังเกต จากนั้นให้ผู้เรียนเลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จากทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่ข้อความที่เป็นการลงความเห็นของข้อมูลที่ตรงกับภาพนั้น ซึ่งทักษะนี้ผู้เรียนจะต้องฝึกทั้งหมดรวม 3 ด่าน
3.3 เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยเกมจะมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นเขาวงกต จากนั้นกำหนดหัวข้อในการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ให้ผู้เลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จากทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่ตรงกับการแปลความหมายของข้อมูลที่กำหนดให้ จำนวน 1 ด่าน และกำหนดหัวข้อในการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ให้ผู้เลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จากทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่ตรงกับการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้ จำนวน 2 ด่าน รวมจำนวนทั้งหมด 3 ด่านที่ต้องฝึกในทักษะนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
3.4 เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปร ให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา	- เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา โดยเกมจะกำหนดหัวข้อในการทดลองและรูปภาพจากการทดลองนั้น ให้ผู้เรียนเลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จากทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่มีการตั้งสมมติฐานที่ตรงกับหัวข้อในการทดลองนั้น ซึ่งทักษะนี้ผู้เรียนจะต้องฝึกทั้งหมดรวม 3 ด่าน - เกมมีการฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา โดยเกมจะแสดงหัวข้อเรื่องในการทดลองวิทยาศาสตร์ จากนั้นเกมจะมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นห้อง จำนวน 3 ห้อง แต่ละห้องจะมีสิ่งของต่างๆ 1 อย่าง ที่เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองที่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องเดินไปยังสิ่งของเหล่านั้น จากนั้นเลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือกที่แสดงชนิดของตัวแปรให้ถูกต้อง หากเลือกได้ถูกต้องสิ่งของนั้นก็จะหายไป และหากถูกต้องครบทั้ง 3 ห้อง ก็จะสามารถผ่านไปยังด่านอื่นๆ ได้ ซึ่งทักษะนี้ผู้เรียนจะต้องฝึกทั้งหมดรวม 3 ด่าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
3.5 เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง 3.6 เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ	- เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ โดยหากผู้เล่นยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ภายในเวลา 30 วินาที เกมจะมีข้อความชี้นำให้ผู้เล่นใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) เพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติม และเมื่อเวลาผ่านไปการช่วยเหลือของนางฟ้าจะค่อยๆลดลง
3.7 เกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด	เกมมีตัวช่วย คือ นางฟ้า ซึ่งจะคอยช่วยเหลือเมื่อผู้เล่นไม่สามารถเล่นเกมในด่านนั้นๆได้ โดยหากผู้เล่นเดินมาที่นางฟ้า จะมีตัวเลือกให้ผู้เล่นเลือก คือ - ต้องการฟังกติกาในด่านนี้ใหม่อีกครั้ง - ต้องการคำถามข้อนี้อีกครั้ง - คิดไม่ออกต้องการคำใบ้ นอกจากนี้ในเกมยังมีบุคคลต่างๆในเกมที่คอยให้ข้อมูลในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เล่นเดินไปที่บุคคลเหล่านั้นจะมีตัวเลือกให้ผู้เล่น 4 ตัวเลือก คือ - ชื่ออะไร - เป็นใคร - เกิดอะไรขึ้นกับเหตุการณ์นี้ - คิดว่าควรแก้ปัญหานี้อย่างไร ซึ่งผู้เล่นจะต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆที่ได้ จากนั้นมาวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบในการแก้ไขปัญหาที่กำหนด

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
องค์ประกอบที่ 4 องค์ประกอบด้านการเสริมแรง 4.1 เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา 4.3 เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง	- หลังจากจบภารกิจในแต่ละด่าน เกมมีการบอกผลลัพธ์แก่ผู้เล่นด้วยข้อความ เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง และหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันทีเกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา
4.2 ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้	- เมื่อผู้เล่น เล่นเกมด่านนั้นจบแล้วสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมที่ผ่านมาได้
4.5 เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและของรางวัล 4.4 เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม	- เมื่อผู้เล่นสามารถแก้ไขปัญหาในด่านต่างๆได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความว่า “เก่งมากฮีโร่” “ทำได้ดีมากฮีโร่” “ยอดเยี่ยมมากฮีโร่”และของรางวัล ได้แก่ คะแนน เหรียญทอง และของรางวัลในเกม
4.6 เกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม 7.4 เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา	- เกมมีการท้าทายผู้เล่นด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม ซึ่งผู้เล่นจะต้องสืบสอบและค้นหาข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหานั้นให้ได้ จึงจะสามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้ และมีการเพิ่มระดับความยากของปัญหาเพื่อเพิ่มความท้าทายในการเล่น

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
องค์ประกอบที่ 5 องค์ประกอบด้านกลไกสนับสนุน 5.1 เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที	- เมื่อผู้เล่นทำภารกิจนั้นเสร็จ หากทำได้ถูกต้อง เกมจะให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เล่นว่า “ถูกต้องนะคะ” แต่หากทำผิดเกมจะให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เล่นว่า “ไม่ถูกต้องนะคะ”
5.2 เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้	- เมื่อผู้เล่นทำภารกิจนั้นเสร็จ และได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้ โดยเกมจะมีคำถามให้ผู้เล่นตอบว่าต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมหรือไม่ หากผู้เล่นต้องการ ก็จะมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม
6.2 เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหาแล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า/ แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง 5.3 เกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง 6.1 เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย 6.4 เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ 6.5 เกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ	- เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหาว่าเกิดปัญหาขยะขึ้นในโรงเรียน ซึ่งเป็นเรื่องราวเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เล่น มีความซับซ้อนเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากนั้นผู้เล่นบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการเดินไปยังสถานที่ต่างๆในโรงเรียน สืบสอบข้อมูลจากบุคคลในเกม ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุด เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
6.3 เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป	- เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เช่น บุคคลในเกมจะบอกข้อมูลเพียงบางส่วน จากนั้นจะบอกให้ผู้เล่นเดินไปยังบุคคลอื่นๆที่สามารถให้ข้อมูลได้ หรือค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุดในเกม ผู้เล่นก็ต้องสืบสอบข้อมูลเพิ่มเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา
องค์ประกอบที่ 7 องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมในเกม 7.1 เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน 7.2 เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการ มีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์	- ฉากและสภาพแวดล้อมในเกมเป็นเรื่องราวของโรงเรียนโดยใช้สีสันสวยงาม ดึงดูดความสนใจ เสริมสร้างจินตนาการ โดยมีนางฟ้าเป็นผู้ช่วยในเกม มีปีศาจแทนขยะที่ผู้เล่นต้องจัดการแก้ไข นอกจากนี้ผู้เล่นจะถูกสมมติให้เป็นฮีโร่ในโรงเรียนที่คอยแก้ไขและจัดการปัญหาขยะที่เกิดขึ้น
7.3 เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game)	- ผู้เล่นจะถูกสมมติให้เป็นตัวฮีโร่ในเกม ซึ่งจะต้องแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยผู้เล่นสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ในเกม กำหนดการเล่น คัดเลือกประสบการณ์ต่างๆและสร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง

ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
7.5 เกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์	- เกมมีการจัดสรรทรัพยากร ได้แก่ ขยะต่างๆ ซึ่งจะเป็นขยะที่เกิดขึ้นในโรงเรียน ข้อมูลในห้องสมุด จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาขยะในโรงเรียน ข้อมูลจากบุคคลในเกมที่ให้ผู้เรียนสืบสอบ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขยะที่เกิดขึ้นในฉากนั้น ซึ่งทั้งหมดจะมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์
องค์ประกอบที่ 8 องค์ประกอบด้านบทบาทของเกม 8.1 เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน	- เกมจะมีการแจ้งกฎกติกาที่ชัดเจนให้ผู้เล่นทราบก่อนที่จะทำภารกิจในด่านต่างๆ
8.2 เกมมีภารกิจที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ 8.6เกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆ โดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น	- ในแต่ละด่านของการแก้ปัญหาขยะโนโรงเรียน เกมจะมีภารกิจ 4 ภารกิจให้ผู้เรียนแก้ปัญหา คือ - ระบุปัญหา - ระบุสาเหตุของปัญหา - ระบุวิธีการแก้ปัญหา - ประเมินการแก้ปัญหา โดยจะฝึกซ้ำๆรวม 5 สถานการณ์
8.5 เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง (Virtual Environment)	- เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมเป็นค่ายวิทยาศาสตร์ และโรงเรียนระดับประถมศึกษา โดยประกอบไปด้วยสถานที่ต่างๆที่เสมือนโรงเรียนของผู้เล่นจริง

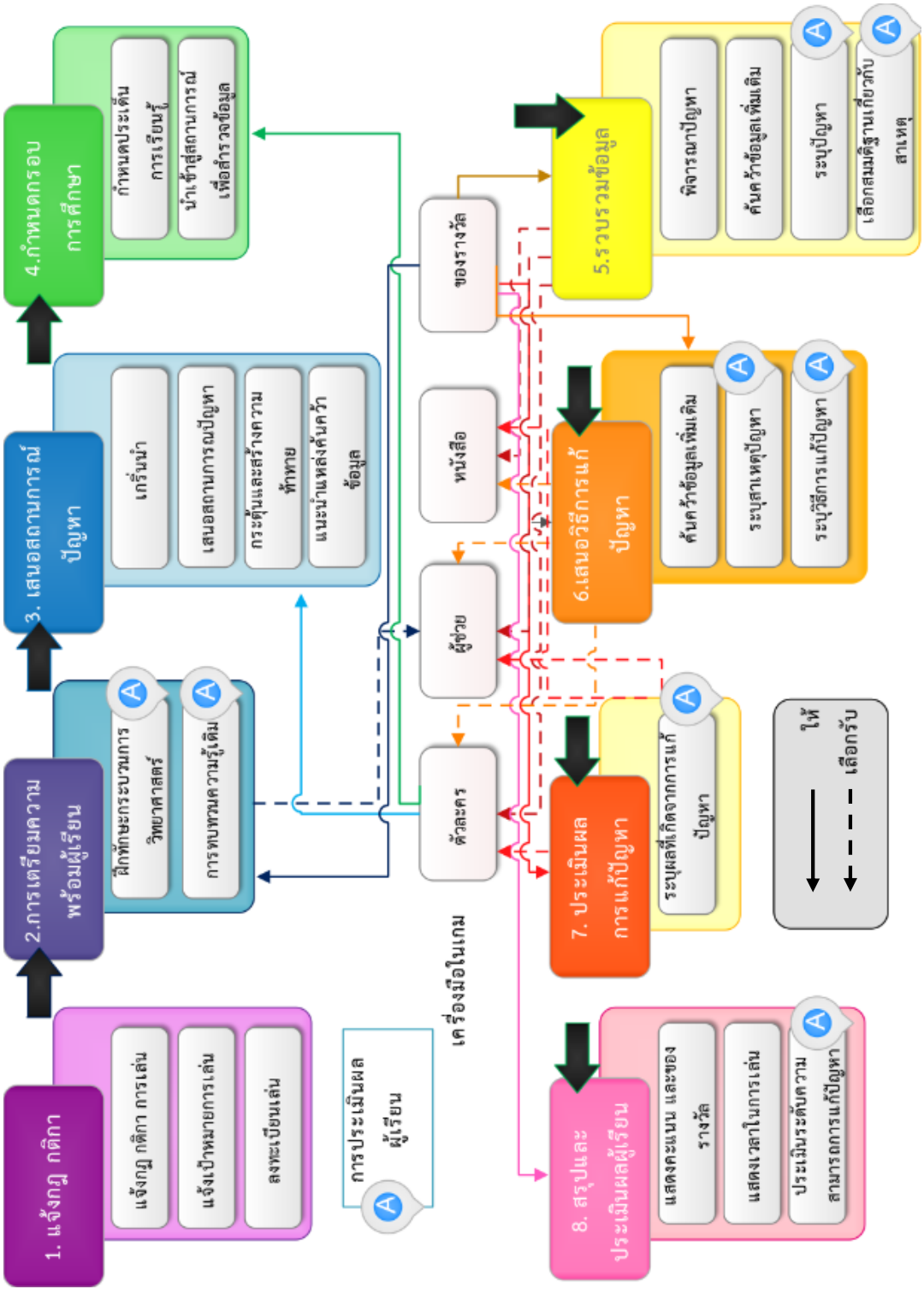
ตารางที่ 56 สรุปวิธีการสร้างเกมตามองค์ประกอบ (ต่อ)

องค์ประกอบ	สิ่งที่ปรากฏในเกม
8.4 เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา	- เกมจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้แล่นตลอดเวลา โดยหากผู้เล่นไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ก็จะมีข้อความชี้นำให้ผู้เรียนเดินไปขอความช่วยเหลือจากตัวช่วย หากผู้เล่นทำภารกิจเสร็จก็จะมีผลป้อนกลับแก่ผู้เล่น

ตอนที่ 3 กระบวนการเรียนรู้ในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

รูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

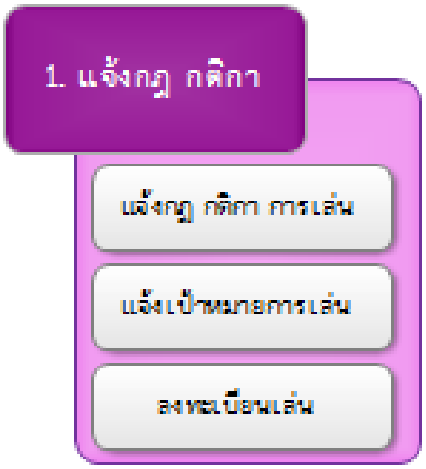
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปภาพที่ 5 กระบวนการเรียนรู้ในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

กระบวนการเรียนรู้ในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 แจ้งกฎ กติกาการเล่น



รูปภาพที่ 6 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 1

1.1 แจ้งกฎ กติกาการเล่น

เกมนำผู้เรียนเข้าสู่ฉากแรก จากนั้นแจ้งกฎ กติกาในการเล่น เพื่อให้ผู้เรียนทราบวิธีการเล่น ขั้นตอน วิธีการขอรับการช่วยเหลือจากผู้ช่วยในเกม (นางฟ้า) รวมทั้งวิธีการประเมินและเงื่อนไขสำคัญที่เกี่ยวข้อง

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงภาพ ข้อความ และเสียง

เป้าหมาย: ผู้เรียนเข้าใจกฎและกติกาในการเล่น และทราบเป้าหมายในเกม

ประเมินผล: การเคลื่อนที่ และการใช้เครื่องมือต่างๆในเกม

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ เกมจะนำผู้เรียนเข้าสู่ฉากท้องทุ่งกว้าง จากนั้นแจ้งกฎ กติกาในการเล่น การเคลื่อนที่ การใช้คำสั่งต่างๆ วิธีการขอรับการช่วยเหลือจากผู้ช่วยในเกม (นางฟ้า) รวมทั้งวิธีการประเมินและเงื่อนไขสำคัญที่เกี่ยวข้อง ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 7

รูปภาพที่ 7 การแจ้งกฎ กติกาการเล่น

1.2 เกมแจ้งเป้าหมายในการเล่น

การแจ้งเป้าหมายในการเล่น เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่ามีภารกิจใดบ้างที่ต้องฝ่าฟันและพิชิตให้ได้

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงภาพ ข้อความ และเสียง

เป้าหมาย: ผู้เรียนทราบเป้าหมายในเกม

ประเมินผล: การตอบคำถาม

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ เกมจะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนจะต้องเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกกระบวนการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ด่าน และเมื่อฝึกครบแล้วจะได้รับภารกิจเป็นหัวหน้านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ต้องช่วยเหลือโรงเรียนในการแก้ไขปัญหาขยะในโรงเรียน ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 8

รูปภาพที่ 8 การแจ้งเป้าหมายในการเล่น

1.3 ลงทะเบียนเล่น

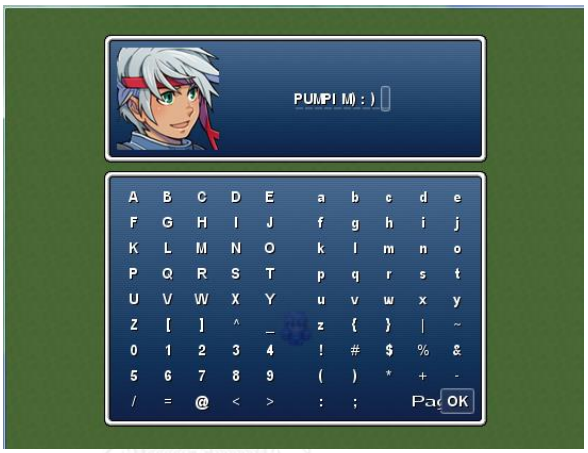
เกมนำเสนอหน้าจอการลงทะเบียน ผู้เล่นต้องใส่ชื่อของตนเองลงไปในเกมก่อน

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงข้อความ และเสียง

เป้าหมาย: ผู้เรียนลงทะเบียนเข้าเล่นโดยการกรอกชื่อของตนเอง

ประเมินผล: การใส่ชื่อของผู้เรียน

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ เกมจะแสดงหน้าจอให้ผู้เรียนใส่ชื่อเล่นของตนเอง เป็นภาษาอังกฤษ ไม่เกิน 10 ตัวอักษร เมื่อเสร็จแล้วก็ให้ไปที่ ปุ่ม OK ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 9



รูปภาพที่ 9 การลงทะเบียนเล่น

ขั้นที่ 2 ทบทวนความรู้เดิม

รูปภาพที่ 10 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 2

2.1 ฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยในตอนที่ 2 พบว่า ก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกทักษะทั้ง 7 ทักษะก่อน ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล 3) ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 4) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 5) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6) ทักษะการทดลอง 7) ทักษะการตีความหมายข้อมูล ซึ่งหากตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ เกมนำผู้เรียนเข้าสู่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น จำนวน 7 ทักษะ โดยผู้เล่นจะต้องเดินไปยังสถานที่ต่างๆ ในพิพิธภัณฑ์ จากนั้นฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1.1 ทักษะการสังเกต โดยเกมมีการจัดสภาพแวดล้อมให้เป็นห้อง 2 ห้อง ที่มีความแตกต่างกันของสิ่งของต่างๆในห้อง 1 จุด จากนั้นให้ผู้เรียนฝึกสังเกตข้องมูลเชิงคุณภาพ คือ การสังเกตความแตกต่างของลักษณะ จำนวน 2 ด่าน และฝึกสังเกตข้อมูลเชิงปริมาณ คือ การสังเกตความแตกต่างของจำนวน จำนวน 1 ด่าน รวม 3 ด่าน ดังตัวอย่างภาพที่ 11 - 12

เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านฝึกทักษะการสังเกต

เป้าหมาย: ฝึกทักษะการสังเกต

ประเมินผล: เกมตรวจสอบการเลือกจุดที่แตกต่าง

รูปภาพที่ 11 การสังเกตข้อมูลเชิงคุณภาพ

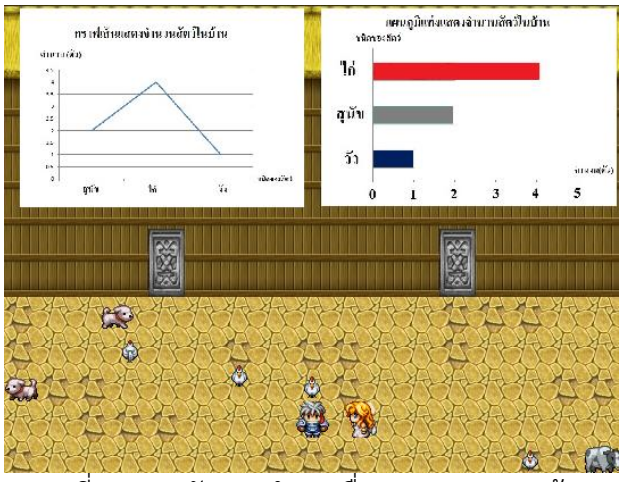
รูปภาพที่ 12 การสังเกตข้อมูลเชิงปริมาณ

2.1.2 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล โดยเกมมีการจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้สังเกตจำนวนสิ่งต่างๆในด่านนั้นๆ ภายในเวลา 20 วินาที จากนั้นสิ่งต่างๆก็จะหายไป ผู้เรียนจะต้องเลือกแผนภูมิที่ตรงกับข้อมูลที่สังเกตได้ จำนวน 2 ด่าน และเลือกแผนภูมิที่มีการนำเสนอข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่สังเกตได้ จำนวน 1 ด่าน รวม 3 ด่าน ดังตัวอย่างภาพที่ 13

เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

เป้าหมาย: ฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

ประเมินผล: เกมตรวจสอบการเลือกแผนภูมิ



รูปภาพที่ 13 การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล

2.1.3 ทักษะการลงความเห็นข้อมูล โดยเกมจะกำหนดภาพให้ผู้เรียนสังเกต จากนั้นให้ผู้เรียนเลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จากทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่ข้อความที่เป็นการลงความเห็นของข้อมูลที่ตรงกับภาพนั้น ซึ่งทักษะนี้ผู้เรียนจะต้องฝึกทั้งหมดรวม 3 ด่าน ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 14

เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านฝึกทักษะการลงความเห็นข้อมูล

เป้าหมาย: ฝึกทักษะการลงความเห็นข้อมูล

ประเมินผล: เกมตรวจสอบการเลือกข้อความ

รูปภาพที่ 14 การลงความเห็นข้อมูล

2.1.4 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร โดยเกมจะแสดงหัวข้อเรื่องในการทดลองวิทยาศาสตร์ จากนั้นเกมจะมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นห้อง จำนวน 3 ห้อง แต่ละห้องจะมีสิ่งของต่างๆ 1 อย่าง ที่เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองที่สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องการทดลองวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องเดินไปยังสิ่งของเหล่านั้น จากนั้นเลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือกที่แสดงชนิดของตัวแปรให้ถูกต้อง หากเลือกได้ถูกต้องสิ่งของนั้นก็จะหายไป และหากถูกต้องครบทั้ง 3 ห้อง ก็จะสามารถผ่านไปยังด่านอื่นๆได้ ซึ่งทักษะนี้ผู้เรียนจะต้องฝึกทั้งหมดรวม 3 ด่าน ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 15

เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

เป้าหมาย: ฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ประเมินผล: เกมตรวจสอบการเลือกชนิดของตัวแปร

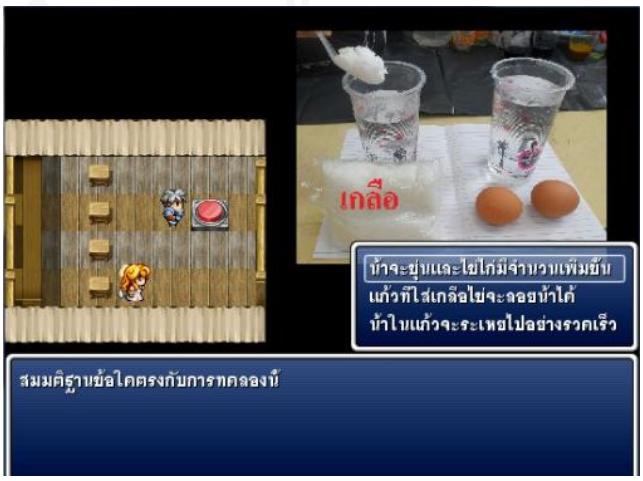
รูปภาพที่ 15 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

2.1.5 ทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยเกมจะกำหนดหัวข้อในการทดลองและรูปภาพจากการทดลองนั้น ให้ผู้เรียนเลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จากทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่มีการตั้งสมมติฐานที่ตรงกับหัวข้อในการทดลองนั้น ซึ่งทักษะนี้ผู้เรียนจะต้องฝึกทั้งหมดรวม 3 ด่าน ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 16

เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านฝึกทักษะทักษะการตั้งสมมติฐาน

เป้าหมาย: ฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน

ประเมินผล: เกมตรวจสอบการเลือกตัวเลือก



รูปภาพที่ 16 การตั้งสมมติฐาน

2.1.6 ทักษะการทดลอง โดยเกมมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นหมู่บ้าน ที่มีบ้านเรียงรายกันอยู่ 3 บ้าน ผู้เรียนจะต้องเดินไปเข้ายังบ้านเหล่านั้น จากนั้นช่วยเหลือคนในบ้านนั้นเพื่อแก้ปัญหาการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 2 อย่าง จำนวน 1 ด่าน การเรียงลำดับขั้นตอนการทดลอง จำนวน 1 ด่าน และการบันทึกผลการทดลองจำนวน 1 ด่าน รวมจำนวนทั้งหมด 3 ด่านที่ต้องฝึกในทักษะนี้ ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 17

เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านฝึกทักษะการทดลอง

เป้าหมาย: ฝึกทักษะการทดลอง

ประเมินผล: เกมตรวจสอบการเลือกอุปกรณ์การทดลอง การเรียงลำดับการทดลอง และการเลือกข้อความบันทึกผลการทดลอง

รูปภาพที่ 17 การทดลอง

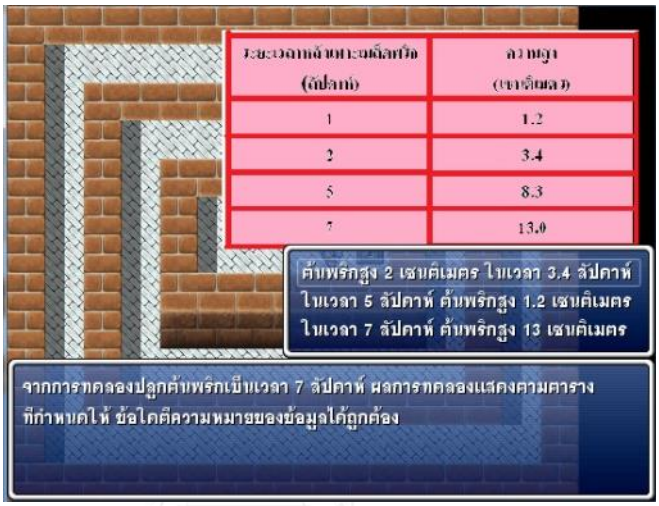
2.1.7 ทักษะการตีความหมายข้อมูล โดยเกมจะมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นเขาวงกต จากนั้นกำหนดหัวข้อในการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ให้ผู้เลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จากทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่ตรงกับการแปลความหมายของข้อมูลที่กำหนดให้ จำนวน 1 ด่าน และกำหนดหัวข้อในการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ให้ผู้เลือกตัวเลือก 1 ตัวเลือก จาก

ทั้งหมด 4 ตัวเลือก ที่ตรงกับการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้ จำนวน 2 ด่าน รวมจำนวนทั้งหมด 3 ด่านที่ต้องฝึกในทักษะนี้ ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 18

เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านฝึกทักษะการตีความหมายข้อมูล

เป้าหมาย: ทักษะการตีความหมายข้อมูล

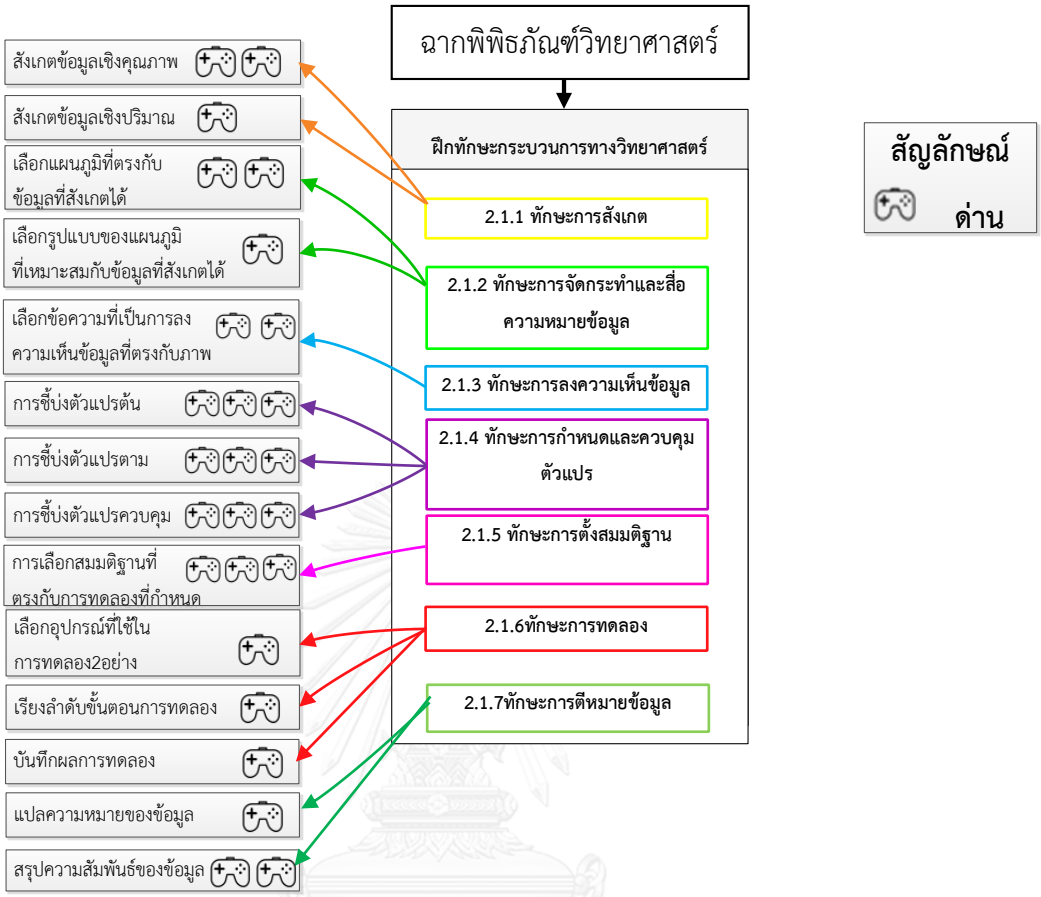
ประเมินผล: เกมตรวจสอบการเลือกตัวเลือก



รูปภาพที่ 18 การตีความหมายข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากขั้นตอนการฝึกกระบวนการวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



รูปภาพที่ 19 การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

2.2 การทบทวนความรู้เดิม

ความรู้เดิมนับเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพราะจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองรู้และไม่รู้อะไร และสิ่งที่ไม่รู้ผู้เรียนจะต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ซึ่งหากตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ การทบทวนความรู้เรื่องขยะ โดยเกมจะมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นสถานที่ต่างๆในโรงเรียน ผู้เรียนจะต้องเดินสำรวจและเก็บขยะตามที่ต่างๆ เมื่อผู้เรียนพบเจอขยะ จะมีตัวเลือกเป็นรูปถังขยะประเภทต่างๆ 4 ถัง ได้แก่ ถังขยะเปียก ถังขยะอันตราย ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะอันตราย ผู้เรียนจะต้องเลือกถังขยะที่ตรงตามประเภทของขยะนั้น หากถูกต้องขยะนั้นก็จะหายไป ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 20

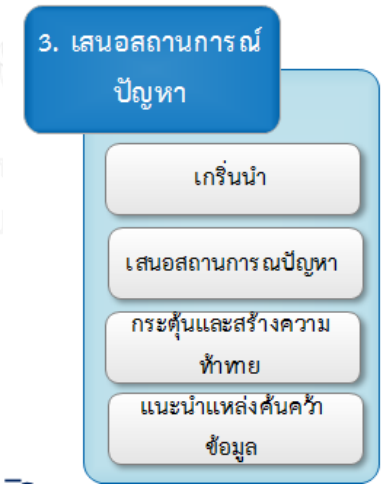
เครื่องมือ/วิธีการ: โปรแกรมเกมนำเสนอด่านการทบทวนความรู้เรื่องขยะ

เป้าหมาย: สามารถแยกขยะได้ถูกต้อง

ประเมินผล: การเลือกถังขยะที่ตรงกับชนิดของขยะ

รูปภาพที่ 20 การทบทวนความรู้เดิมเรื่องขยะ

ขั้นที่ 3 การเสนอสถานการณ์ปัญหา



รูปภาพที่ 21 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 3

3.1 เกริ่นนำ

เกมจะมีการจัดสภาพแวดล้อมที่เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้นๆ จากนั้นผู้เรียนเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา โดยพยายามเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้น

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ เกมจะมีการจัดสภาพแวดล้อมเป็นสถานที่ต่างๆ ในโรงเรียน มีผู้อำนวยการโรงเรียนเกริ่นนำเข้าสู่สถานการณ์ที่ผู้เรียนจะได้พบ โดยพยายามเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับขยะและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหาขยะในโรงเรียน

เครื่องมือ/วิธีการ: เข้าสู่ฉากโรงเรียน นำเสนอข้อมูลด้วยภาพ ข้อความ และเสียง

เป้าหมาย: นำเข้าสู่การแก้ปัญหา

ประเมินผล: การตรวจสอบความพร้อมด้วยคำถาม

3.2 เสนอสถานการณ์ปัญหา

เกมนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ โดยสถานการณ์ปัญหานั้นต้องมาจากเหตุการณ์จริง และมีความใกล้ตัวผู้เรียน

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ เกมนำเสนอปัญหาโดยกำหนดจากสภาพแวดล้อมในเกมในบริบทที่ต่างกันตามที่ผู้เรียนเลือก ในสถานการณ์จะให้รายละเอียดที่จำเป็นเบื้องต้นต่อการทำความเข้าใจสภาพปัญหา โดยใช้ปีศาจร้ายเป็นตัวกระตุ้นและเข้าใจถึงปัญหาที่จำเป็นต้องเร่งแก้ไข

เครื่องมือ/วิธีการ: นำเสนอข้อมูลด้วยข้อความและแสดงตัวปีศาจซึ่งมีสัญลักษณ์แทนปัญหาที่ผู้เรียนต้องเร่งแก้ไข

เป้าหมาย: เข้าใจปัญหา

ประเมินผล: การตรวจสอบความเข้าใจด้วยคำถาม

3.3 การกระตุ้นและสร้างความท้าทาย เป็นเร้าความสนใจของผู้เรียนให้อยากแก้ปัญหาที่กำหนดนั้นให้ลุล่วง การสร้างอาจจะใช้ตัวละครในเกมหรือผู้ช่วยในเกมเป็นผู้ดำเนินเรื่อง

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ นางฟ้าใช้คำพูดที่ท้าทายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากที่จะแก้ปัญหาจากสถานการณ์

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงข้อความเพื่อให้ผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย

เป้าหมาย: เกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา

ประเมินผล: การตรวจสอบความสนใจด้วยคำถาม

3.4 แนะนำแหล่งค้นคว้าข้อมูล เกมควรมีการออกแบบแหล่งค้นความข้อมูลเพิ่มเติม นอกจากนี้ ควรแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าในเกมมีแหล่งข้อมูลใดบ้างที่สามารถสืบค้นเพิ่มเติมได้

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ นางฟ้าแนะนำช่องทางสำหรับสืบค้นข้อมูล จากแหล่งข้อมูลในเกม คือ ห้องสมุดที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปค้นคว้าเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา

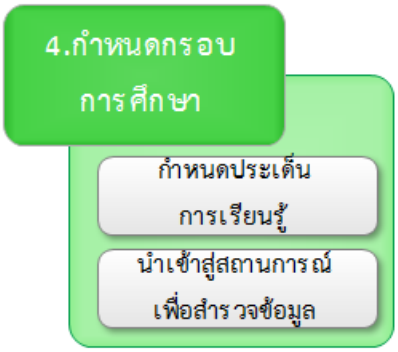
เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงข้อความเพื่อให้ผู้เรียนทราบช่องทางในการสืบค้นข้อมูล

เป้าหมาย: สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้

ประเมินผล: จำนวนการอ่านหนังสือในห้องสมุดในเกม

รูปภาพที่ 22 รายละเอียดกิจกรรมในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 4 กำหนดกรอบการศึกษา



รูปภาพที่ 23 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 4

4.1 กำหนดประเด็นการการเรียนรู้

การแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนจะดำเนินภารกิจอะไรบ้างเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด

ตัวอย่างของการวิจัยนี้ คือ ผู้เรียนได้รับเลือกการแต่งตั้งให้เป็นหัวหน้าโครงการการจัดการขยะระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งจะต้องทำหน้าที่แก้ปัญหาขยะในโรงเรียน โดยจะต้องระบุปัญหาในสถานที่ต่างๆของโรงเรียน หาสาเหตุของปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหา

เครื่องมือ/วิธีการ: นำเสนอข้อมูลด้วยข้อความ

เป้าหมาย: เข้าใจประเด็นที่จะต้องเรียนรู้และแก้ไข

ประเมินผล: การตรวจสอบความพร้อมด้วยคำถาม

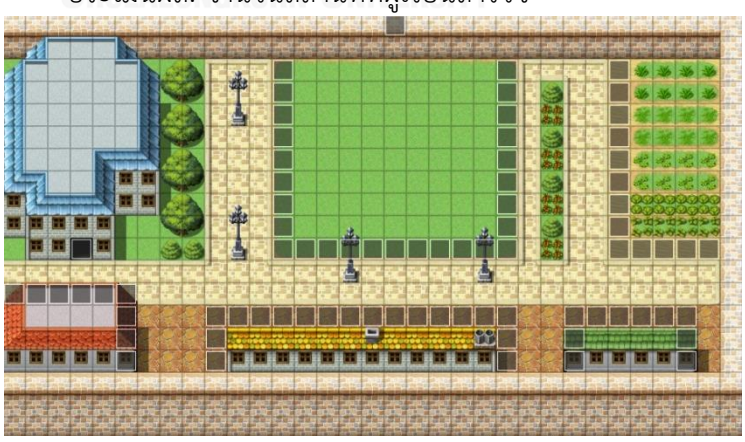
4.2 นำเข้าสู่สถานการณ์เพื่อสำรวจข้อมูล ในเกมควรมีการเกริ่นนำเข้าสู่สถานการณ์ จากนั้นให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม โดยจะต้องออกแบบฉากที่สอดคล้องกับสถานการณ์และมีตัวละครที่ให้ข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบข้อมูลในเกมเพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา

ตัวอย่างของการวิจัยนี้คือ ผู้เรียนสำรวจสถานที่ต่างในโรงเรียนจากสภาพแวดล้อมที่กำหนดในเกม ได้แก่ อาคารเรียน โรงอาหาร แปลงผัก สนามหญ้า และอาคารบริหาร เพื่อสำรวจว่าสถานที่ดังกล่าวสถานที่ใดมีปัญหาเกิดขึ้น ดังตัวอย่างรูปภาพที่ 24

เครื่องมือ/วิธีการ: การนำเสนอสถานที่ต่างๆตามแต่ที่ผู้เรียนเลือกสำรวจ

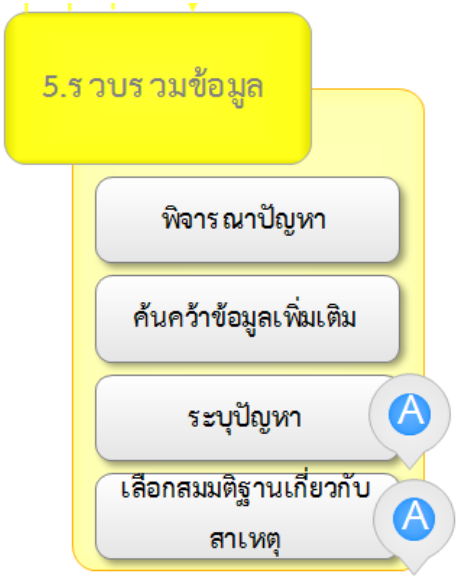
เป้าหมาย: ได้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานที่ต่างๆได้

ประเมินผล: จำนวนสถานที่ที่ผู้เรียนสำรวจ



รูปภาพที่ 24 ขั้นกำหนดกรอบการศึกษา

ขั้นที่ 5 รวบรวมข้อมูล



รูปภาพที่ 25 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 5

5.1 พิจารณาปัญหา ผู้เรียนพิจารณาปัญหาที่ได้รับจากสถานที่นั้นอย่างละเอียด ทำความเข้าใจคำศัพท์และข้อความที่ได้รับจากบุคคลต่างๆในเกมให้ชัดเจน

ตัวอย่างในการวิจัยนี้คือ ผู้เรียนจะต้องสังเกตสภาพแวดล้อมในสถานที่นั้นๆ และทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้รับจากบุคคลต่างๆในเกม จากนั้นพิจารณาดูว่าในสถานที่นั้นมีปัญหาอะไร

เครื่องมือ/วิธีการ: นำเสนอสถานที่ต่างๆในโรงเรียนตามที่ผู้เรียนศึกษา และนำเสนอบุคคลในสภาพแวดล้อมนั้น ซึ่งหากเมื่อผู้เรียนเดินไปใกล้ก็จะแสดงข้อมูลด้วยข้อความ

เป้าหมาย: เข้าใจสภาพปัญหา

ประเมินผล: จำนวนคนที่ขอรับข้อมูล

5.2 ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่กำหนด จากบุคคลต่างๆในเกม หรือค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุดในเกม เพื่อใช้ตอบคำถาม

เครื่องมือ/วิธีการ: การแสดงข้อมูลด้วยข้อความเมื่อผู้เรียนไปสืบสอบจากบุคคลต่างๆ และการแสดงข้อมูลด้วยภาพเมื่อผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุดในเกม

เป้าหมาย: ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

ประเมินผล: จำนวนครั้งที่สืบสอบข้อมูล

5.3 ผู้เรียนพิจารณาตัวเลือกที่ตรงกับการระบุปัญหาที่พบในเกมในสถานการณ์นั้น ซึ่งหากตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกเกี่ยวกับปัญหาในสถานที่นั้น

เป้าหมาย: ระบุปัญหาได้ถูกต้อง

ประเมินผล: ความถูกต้องของการระบุปัญหา

5.4 ผู้เรียนคัดเลือกสมมติฐานที่เกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ และคัดเลือกที่ไม่น่าจะใช้ทิ้ง ซึ่งหากตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงสมมติฐานตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา

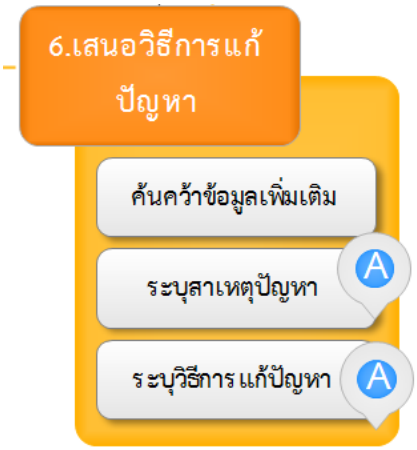
เป้าหมาย: คัดเลือกสมมติฐานได้เหมาะสม

ประเมินผล: ความเหมาะสมของสมมติฐานที่เลือก

รูปภาพที่ 26 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 6 เสนอวิธีการแก้ปัญหา



รูปภาพที่ 27 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 6

6.1 ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่กำหนด จากบุคคลต่างๆในเกม หรือค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุดในเกม เพื่อใช้ตอบคำถาม

เครื่องมือ/วิธีการ: การแสดงข้อมูลด้วยข้อความเมื่อผู้เรียนไปสืบสอบจากบุคคลต่างๆ และการแสดงข้อมูลด้วยภาพเมื่อผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุดในเกม

เป้าหมาย: ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

ประเมินผล: จำนวนครั้งที่สืบสอบข้อมูล

6.2 ผู้เรียนเลือกตัวเลือกที่ตรงกับสาเหตุของปัญหานั้น โดยมีตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก โดยตัวเลือกสุดท้ายจะเป็นตัวเลือกในการกลับไปค้นคว้าหาข้อมูลใหม่ หากผู้เรียนยังไม่พร้อมที่จะระบุสาเหตุของปัญหา ซึ่งหากตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงตัวเลือกสาเหตุของปัญหา

เป้าหมาย: เลือกตัวเลือกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง

ประเมินผล: ความถูกต้องของตัวเลือกที่เลือก

6.3 ผู้เรียนเลือกตัวเลือกที่ตรงกับวิธีการแก้ปัญหานั้น โดยมีตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก โดยตัวเลือกสุดท้ายจะเป็นตัวเลือกในการกลับไปค้นคว้าหาข้อมูลใหม่ หากผู้เรียนยังไม่พร้อมที่จะระบุวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งหากตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงตัวเลือกวิธีการแก้ปัญหา

เป้าหมาย: เลือกตัวเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

ประเมินผล: ความถูกต้องของตัวเลือกที่เลือก

รูปภาพที่ 28 ขั้นตอนการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ประเมินผลการแก้ปัญหา

รูปภาพที่ 29 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 7

ผู้เรียนเลือกตัวเลือกที่ตรงกับการประเมินผลการแก้ปัญหานั้น โดยมีตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก โดยตัวเลือกสุดท้ายจะเป็นตัวเลือกในการกลับไปค้นคว้าหาข้อมูลใหม่ หากผู้เรียนยังไม่พร้อมที่จะประเมินผลการแก้ปัญหา ซึ่งหากตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้

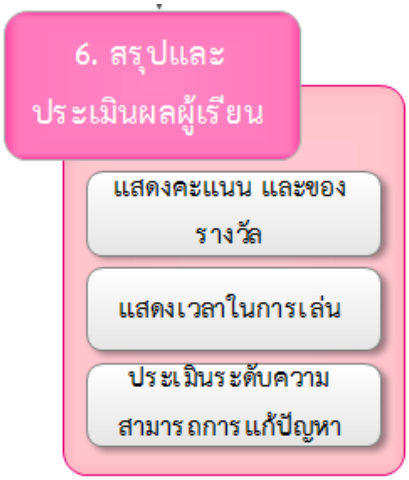
เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงตัวเลือกการประเมินผลการแก้ปัญหา

เป้าหมาย: เลือกตัวเลือกการประเมินผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

ประเมินผล: ความถูกต้องของตัวเลือกที่เลือก

รูปภาพที่ 30 การประเมินผลการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 8 สรุปและประเมินผลผู้เรียน



รูปภาพที่ 31 รายละเอียดกิจกรรมขั้นที่ 8

เมื่อผู้เรียนเกมครบทุกด่าน จะมีการสรุปและแสดงผลคะแนน ของรางวัล จำนวนครั้งที่ใช้ผลป้อนกลับ และเวลาในการเล่นให้ผู้เรียนทราบผลจากการเล่นของตนเอง นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลผู้เรียนว่ามีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับใด

เครื่องมือ/วิธีการ: แสดงคะแนน ของรางวัล เวลาในการเล่น และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

เป้าหมาย: ผู้เรียนทราบผลจากการเล่นของตนเอง

ประเมินผล: ความสามารถในการแก้ปัญหา

Chulalongkorn University

รูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีโครงเรื่องดังนี้

ชื่อเกม Fight for school เนื้อเรื่องโดยย่อ คือ ในจังหวัดของนักเรียนได้มีการจัดการแข่งขันโรงเรียนสะอาดปราศจากขยะขึ้น และโรงเรียนของนักเรียนก็ได้ถูกเชิญร่วมแข่งขันครั้งนี้ด้วย โดยโรงเรียนชนะเลิศจะต้องเป็นโรงเรียนที่มีการจัดการกับขยะได้ดีที่สุด ซึ่งนอกจากความสะอาดแล้วจะต้องสามารถนำขยะไปใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด ปัญหาอยู่ที่นอกจากโรงเรียนของนักเรียนจะมีขยะมากที่สุดแล้ว โรงเรียนยังไม่เคยมีมาตรการจัดการขยะเลย ชัยชนะครั้งนี้จะเกิดขึ้นได้ถ้านักเรียนทุกคนร่วมมือกัน เรามาร่วมสร้างสรรค์ให้โรงเรียนสะอาดปราศจากขยะกันดีกว่า การแก้ปัญหาขยะในโรงเรียนจึงเริ่มต้นขึ้น

เนื้อหาที่เรียนและภารกิจที่ต้องปฏิบัติในแต่ละด่าน เกม Fight for school แบ่งออกเป็น 5 ด่าน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ด่านที่ 1 แนะนำปัญหา

ผู้อำนวยการแจ้งแก่ครูและนักเรียนหน้าเสาธงว่าโรงเรียนได้เข้าร่วมแข่งขันโครงการโรงเรียนสะอาดปราศจากขยะ โดยโรงเรียนที่จะชนะเลิศต้องเป็นโรงเรียนที่มีการจัดการขยะได้ดีที่สุด จากนั้นผู้อำนวยการได้แต่งตั้งผู้เล่นแต่ละระดับเป็นหัวหน้าโครงการการจัดการขยะในโรงเรียน ซึ่งผู้เล่นจะได้รับเลือกให้เป็นหัวหน้าโครงการระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เล่นจะต้องเดินทางไปยังสถานที่ต่างในโรงเรียน ได้แก่ ห้องน้ำ โรงอาหาร สนามเด็กเล่น ห้องเรียน แปลงผัก อาคารบริหาร และห้องสมุด เพื่อสังเกตว่าในสถานที่แห่งนั้นมีปัญหาขยะหรือไม่ เป็นปัญหาขยะด้านใด และวิเคราะห์ว่าจะแก้ปัญหาในสถานที่ใดเร่งด่วนที่สุด และขยะประเภทใดที่เป็นปัญหามากที่สุด โดยการระบุปัญหานั้นผู้เล่นสามารถสอบถามได้จากคนในสถานที่นั้น หรือสามารถอ่านข้อมูลได้จากบันทึกประจำวันของนักการภารโรง อุปสรรคที่ผู้เล่นพบในเกม คือ การค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อไปสู่ด่านต่อไป

ด่านที่ 2 สำรวจปัญหา

ผู้เล่นจะต้องเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆในโรงเรียน เพื่อตามหาว่าขยะในสถานที่ต่างๆของโรงเรียนมีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง โดยการหาสาเหตุนั้นผู้เล่นสามารถสอบถามจากคนในสถานที่นั้นเพื่อมาวิเคราะห์ว่าสิ่งใดคือสาเหตุของปัญหา อุปสรรคที่ผู้เล่นพบในเกม คือ การค้นหาสาเหตุของปัญหาเพื่อไปสู่ด่านต่อไป

ด่านที่ 3 หาวิธีการแก้ปัญหาขยะ

ผู้เล่นจะต้องนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาขยะกับครูและผู้อำนวยการโรงเรียน โดยผู้เล่นจะต้องคิดหาวิธีในการกำจัดขยะที่ดีที่สุด ที่เกิดประโยชน์และมูลค่าต่อโรงเรียน ซึ่งผู้เล่นสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือห้องสมุดโรงเรียน อาจารย์กลุ่มสาระต่างๆ นักการภารโรง รวมถึงเพื่อนนักเรียน อุปสรรคที่ผู้เล่นพบในเกม คือ การคิดวิธีในการกำจัดขยะที่ดีที่สุด

ด่านที่ 4 ประเมินผลการแก้ปัญหา

ผู้เล่นจะต้องประเมินผลการแก้ปัญหาที่ผู้เล่นเสนอแก่ผู้อำนวยการและครู โดยผู้เล่นต้องบอกได้ว่าหากทำตามวิธีดังกล่าวแล้วจะเกิดผลอย่างไร และเกิดมูลค่าเพิ่มจากการกำจัดขยะนั้นอย่างไรบ้าง โดยผู้เล่นจะต้องทดลองทำจริงและหาคำตอบเพื่อกลับไปตอบคำถามกับผู้อำนวยการโรงเรียนและครู

ด่านที่ 5 สู้เพื่อโรงเรียน

ผู้เล่นจะต้องช่วยโรงเรียนในการจัดการขยะ โดยผู้เล่นสามารถเลือกสถานที่ในโรงเรียนที่ต้องการจัดการขยะ จากนั้นเลือกกิจกรรมที่ต้องการจัดการขยะดังกล่าว ซึ่งหากผู้เล่นจัดการขยะนั้นได้ถูกต้องโรงเรียนก็จะได้คะแนนการจัดการเพิ่ม 1 คะแนน โดยมีลำดับขั้นตอนการเล่นดังแสดงในตารางที่ 57

ตารางที่ 57 การกำหนดเนื้อหาและการออกแบบเกมแต่ละด่าน

ด่านที่	วัตถุประสงค์	ลักษณะด่าน
1	เพื่อให้ผู้เล่นสามารถระบุปัญหาได้	ชื่อด่าน: สำรวจ ตรวจตรา ฉาก: บริเวณต่างๆในโรงเรียน ซึ่งแบ่งเป็น 5 แห่ง ได้แก่ โรงอาหาร สนาม ห้องเรียน แปลงผัก และอาคารบริหาร ผู้เล่นสามารถเลือกเล่นบริเวณใดก่อนก็ได้ ขั้นตอนการเล่น: 1) เกมนำเสนอสถานการณ์ปัญหาขยะในโรงเรียน 2) เกมกำหนดเป้าหมายในการศึกษา คือ การศึกษาปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาบริเวณที่พบปัญหาขยะในโรงเรียน 3) เกมกำหนดให้ผู้เล่นเดินทางไปยังบริเวณต่างๆของโรงเรียน ได้แก่ โรงอาหาร สนาม ห้องเรียน แปลงผัก อาคารบริหาร และห้องสมุด ผู้เล่นสามารถเลือกเล่นบริเวณใดก่อนก็ได้ 4) ผู้เล่นสังเกต สำรวจ และรวบรวมข้อมูลว่าบริเวณดังกล่าวมีปัญหาขยะหรือไม่ 5) หากพบว่ามีปัญหาขยะในบริเวณดังกล่าว ให้ผู้เล่นระบุปัญหาที่พบ จากตัวเลือกที่กำหนด 6) หากผู้เล่นค้นหาข้อมูลไม่ครบ นางฟ้าผู้ติดตามในเกมจะเตือนให้ผู้เล่นค้นหาข้อมูลให้ครบจากบริเวณต่างๆของโรงเรียน 7)

ตารางที่ 57 การกำหนดเนื้อหาและการออกแบบเกมแต่ละด่าน (ต่อ)

ด่านที่	วัตถุประสงค์	ลักษณะด่าน
2	เพื่อให้ผู้เล่นสามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้	ชื่อด่าน: ตามล่าหาสาเหตุ ฉาก: สถานที่ในโรงเรียนที่ผู้เรียนเลือกจากด่านที่ 1 ขั้นตอนการเล่น: 1) เกมกำหนดให้ผู้เล่นสังเกต สำรวจและสืบสอบหาข้อมูลจากบริเวณที่เลือกในด่านที่ 1 รวมถึงพูดคุยซักถามบุคคลแวดล้อมในบริเวณนั้น เกี่ยวกับ ประเภทขยะ ปริมาณขยะ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากขยะ และแหล่งที่มาของขยะ 2) ผู้เล่นระบุสาเหตุของปัญหาจากตัวเลือกที่กำหนด
3	เพื่อให้ผู้เล่นสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้	ชื่อด่าน: เซตวิธีการแก้ปัญหา ฉาก: ห้องประชุมของโรงเรียน ขั้นตอนการเล่น: 1) เกมกำหนดให้ผู้เล่นสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุดของโรงเรียน (ในเกม) 2) เกมกำหนดให้ผู้เล่นเดินไปยังห้องประชุมของโรงเรียนเพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) ผู้เล่นระบุวิธีการแก้ปัญหาจากตัวเลือกที่กำหนด 4) ผู้เล่นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 1 วิธี
4	เพื่อให้ผู้เล่นสามารถประเมินผลการแก้ปัญหาได้	ชื่อด่าน: ประเมินค่าผลงาน ฉาก: ห้องประชุมของโรงเรียน ขั้นตอนการเล่น: ผู้เล่นระบุผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาที่เลือกในด่านที่ 3 จากตัวเลือกที่กำหนด

ตารางที่ 57 การกำหนดเนื้อหาและการออกแบบเกมแต่ละด่าน (ต่อ)

ด่านที่	วัตถุประสงค์	ลักษณะด่าน
5	เพื่อให้ผู้เล่นสามารถเลือกวิธีการจัดการปัญหาขยะในโรงเรียนได้อย่างเหมาะสม	ชื่อด่าน: จัดการกับขยะ ฉาก: สถานที่ในโรงเรียนที่ผู้เรียนเลือก จากด่านที่ 1 ขั้นตอนการเล่น: 1) เกมนำผู้เล่นกลับมายังสถานที่ที่ผู้เล่นเลือกในด่านที่ 1 2) หากผู้เล่นต้องการข้อมูลเพิ่มเติมสามารถสืบค้นจากห้องสมุดของโรงเรียน (ในเกม) 3) ผู้เล่นเลือกกิจกรรมที่ต้องการเพื่อจัดการขยะที่เป็นปัญหา 4) เกมแสดงคะแนนและของรางวัล
6	เพื่อให้ผู้เล่นสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้และประเมินผลการแก้ปัญหาได้	ชื่อด่าน: มามะร่วมแรงร่วมใจ ฉาก: สถานที่ต่างๆของโรงเรียน ขั้นตอนการเล่น: 1) เกมกำหนดให้ผู้เล่นต้องเข้าไปช่วยเหลือน้องๆในระดับต่างๆเพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหาขยะในโรงเรียน 2) เกมกำหนดให้ผู้เล่นวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหา 3) เกมกำหนดให้ผู้เล่นสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากห้องสมุดของโรงเรียน (ในเกม) 4) ผู้เล่นระบุวิธีการแก้ปัญหาจากตัวเลือกที่กำหนด 5) ผู้เล่นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 1 วิธี 6) ผู้เล่นระบุผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาที่เลือก จากตัวเลือกที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 ประเมินผลของเกมดิจิทัลการการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

การประเมินผลการเรียนรู้ในรูปแบบเกมนี้ใช้กระบวนการประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้การประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรม ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ว่าตนเรียนรู้อะไรและบกพร่องในจุดใด และให้ผลป้อนกลับเพื่อพัฒนาการเรียนให้ดีขึ้นต่อไป โดยสรุปแล้วการประเมินผลการเรียนทั้งในระหว่างกิจกรรม (Formative Evaluatution) และการประเมินผลรวม (Summative Evaluation) ประกอบด้วยประเด็นการประเมินที่ครอบคลุมใน 2 ส่วน คือ

1. การประเมินผลในระหว่างทำกิจกรรม (Formative Evaluatution) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.1 การประเมินขั้นเตรียมความพร้อมผู้เรียน ได้แก่การประเมินผลทักษะกระบวนวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการกำหนดและควรคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และการประเมินผลการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งในระหว่างการทำกิจกรรมหากผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามหรือเลือกทำกิจกรรมในด่านนั้นถูกก็จะไม่สามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้ และการเก็บคะแนนในการเล่นเกมของผู้เรียนจะเก็บเฉพาะคะแนนที่ผู้เรียนตอบคำถามหรือเลือกทำกิจกรรมในข้อนั้นถูกครั้งแรกเท่านั้น

1.2 การประเมินผลขั้นกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การระบุสาเหตุของปัญหา การระบุวิธีการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหา โดยการประเมินผลจากคะแนนในเกมทั้ง 5 ด่าน ซึ่งในแต่ละสถานการณ์นั้นหากผู้เล่นไม่สามารถตอบคำถามหรือเลือกทำกิจกรรมในสถานการณ์นั้นถูกก็จะไม่สามารถผ่านไปยังสถานการณ์ต่อไปได้ และการเก็บคะแนนในการเล่นเกมของผู้เรียนจะเก็บเฉพาะคะแนนที่ผู้เรียนตอบคำถามหรือเลือกทำกิจกรรมในข้อนั้นถูกครั้งแรกเท่านั้น

2. การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการขยะที่ใกล้เคียงกับในเกมแต่มีบริบทที่แตกต่างออกไป

ตอนที่ 5 การออกแบบเกมดิจิทัลการการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

1. หลักการออกแบบการเรียนการสอน

การออกแบบเกมดิจิทัลการการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาสามารถอธิบายตามหลักการของ ADDIE Instructional Design Model ได้ดังต่อไปนี้

1.1 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบเกม ซึ่งอาจารย์ผู้ที่ต้องการออกแบบควรทำการสำรวจและวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1.1.1 หน่วยการเรียนรู้

อาจารย์ผู้ออกแบบควรพิจารณาเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้นั้นว่าต้องการให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์และการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในเรื่องใด จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาข้อมูล ทฤษฎี หลักการ และกำหนดขอบเขตของเนื้อหา เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบในการพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ซึ่งข้อมูลจากการสำรวจสภาพ ปัญหา และความต้องการในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ในช่วงชั้นที่ 2 (ผลกรวิจัยตอนที่ 1) พบว่า เรื่องที่สามารถจัดการเรียนสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ดีที่สุด คือ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม พืช และดาราศาสตร์และอวกาศ โดยออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้มีความเหมาะสมเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้ จากนั้นวิเคราะห์วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยศึกษาข้อมูลจากเนื้อหาที่กำหนด วัตถุประสงค์ในการเรียน รวมไปถึงวิธีการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการประเมินผลเพื่อนำมาเป็นแนวทางและพื้นฐานในการกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1.2 ผู้เรียน

อาจารย์ผู้ออกแบบควรทำการวิเคราะห์ลักษณะของผู้เรียน เริ่มจากการสำรวจหน่วยการเรียนรู้ต่างๆที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วเพื่อพิจารณาว่ามีพื้นความรู้เดิมในเรื่องใดบ้าง จากนั้นสำรวจพฤติกรรมการเรียนจากอาจารย์ที่เคยสอนนักเรียนในกลุ่มนั้นหรือหากเป็นนักเรียนในห้องเรียนที่สอนเองก็พิจารณาทบทวนจากการสังเกตด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่านักเรียนมีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการเรียนเพียงไร และออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรในเกม และที่สำคัญจะทำให้ทราบจุดด้อยหรือสิ่งที่นักเรียนยังขาดอยู่ว่าคือเรื่องใดก็จะสามารถเพิ่มเติมหรือเน้นในขั้นตอนของการเตรียมความพร้อมผู้เรียนได้

1.1.3 คอมพิวเตอร์

เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการออกแบบและการเล่นเกมดิจิทัลการศึกษา อาจารย์ผู้ออกแบบต้องทำการตรวจสอบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ของหน่วยงานว่ามีความพร้อมหรือไม่ทั้งในเรื่องปริมาณและประสิทธิภาพในการใช้งาน

1.2 การออกแบบ (Design) หลักจากทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่างที่เกี่ยวข้องแล้ว อาจารย์ผู้ออกแบบควรนำผลลัพธ์ที่ได้มาพัฒนาโจทย์ปัญหา เครื่องมือ และกิจกรรมในเกม ดังนี้

1.2.1 โจทย์ปัญหา มีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

1.2.1.1 กำหนดมโนทัศน์และคำสำคัญ โดยการระบุมโนทัศน์หลัก (Core Concepts) ของเนื้อหาในหน่วยวิชาที่จะใช้สอน และระบุคำสำคัญ (Key Words) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์หลักนั้นๆ ซึ่งแต่ละมโนทัศน์อาจจะประกอบไปด้วยคำสำคัญมากกว่า 1 คำ

1.2.1.2 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เมื่อกำหนดมโนทัศน์หลักของโจทย์ปัญหาได้แล้ว อาจารย์ผู้ออกแบบต้องกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้เรื่องใดบ้าง

1.2.1.3 อธิบายสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา โดยการใช้คำสำคัญที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์หลักที่ระบุไว้แล้วมาเชื่อมโยงและอธิบายเป็นสถานการณ์เพื่อให้โจทย์ปัญหามีความน่าสนใจ

1.2.1.4 ตรวจสอบความเหมาะสมของโจทย์ปัญหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังอาจให้ผู้เรียนทดลองอ่านโจทย์สถานการณ์ปัญหาและแสดงความคิดเห็น ซึ่งโจทย์ปัญหาที่ดีต้องกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายอย่างกว้างขวางในกลุ่มผู้เรียน และสามารถจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา

1.2.2 เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนในการออกแบบดังนี้

1.2.2.1 ศึกษาการทำงานของเครื่องมือและคำสั่งต่างๆในโปรแกรม โดยพิจารณาจากลักษณะของบทบาทหน้าที่ของเครื่องมือชนิดนั้นๆ และความเหมาะสมกับกิจกรรมในเกม และที่สำคัญคือต้องเหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้เล่น พร้อมทั้งระบุข้อมูลหรือเนื้อหาที่จะบรรจุลงในเครื่องมือต่างๆ โดยเครื่องมือแต่ละชนิดมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

1.2.2.1.1 ผู้ช่วยในเกม ทำหน้าที่แทนอาจารย์ผู้สอน จึงควรพิจารณาบุคลิกหรือตัวละครที่มีความเหมาะสมน่าเชื่อถือ พร้อมๆกับมีความเป็นกันเอง เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลายไม่เครียด และกล้าที่จะขอความช่วยเหลือ ซึ่งสามารถนำเสนอได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ส่วนการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน ควรเป็นข้อความประกอบเสียง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

1.2.2.1.2 สถานการณ์ปัญหา สามารถนำเสนอด้วยภาพวีดิทัศน์ หรือเสียง สอดคล้องกับบริบทแวดล้อมในเกมนั้น สิ่งสำคัญควรมีความสมจริงในแง่ของรายละเอียดและวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่ผิดพลาด และควรเรียกดูได้สะดวกและยืดหยุ่น โดยผู้เรียนสามารถดูได้กี่ครั้งก็ได้ตามความต้องการ และควรมีข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เช่น การสอบถามจากตัวละคร

1.2.2.1.3 ฐานข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ผู้ออกแบบควรพิจารณาบรรจุเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาแนวทางการแก้ปัญหาจากโจทย์สถานการณ์ปัญหาที่ตั้งไว้เท่านั้น โดยครอบคลุมในประเด็นที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและควรแยกฐานข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ เช่น สภาพแวดล้อม สารเคมี โรค เป็นต้น ในที่นี้อาจจะออกแบบเป็นห้องสมุดในเกมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

1.2.2.1.4 ผลป้อนกลับในเกม สามารถนำเสนอด้วยภาพหรือข้อความ สิ่งสำคัญคือต้องสั้นและกระชับตรงประเด็น เพราะผู้เรียนในวัยประถมศึกษาระดับความสนใจในข้อความยาวค่อนข้างน้อย การให้ผลป้อนกลับในลักษณะเป็นข้อความยาวอ่านไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร และนอกจากการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบถูก-ผิด เพื่อให้ผู้เรียนทราบผลการกระทำแล้ว ควรมีข้อมูลป้อนกลับในลักษณะของคำอธิบายเพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้เลือกรับด้วย เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในข้อผิดพลาดของตนเองและได้เรียนรู้และทำความเข้าใจในข้อผิดพลาดนั้น

1.2.2.1.5 คะแนนและของรางวัลในเกม สามารถนำเสนอด้วยภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว สิ่งสำคัญควรเลือกให้เหมาะสมกับวัยและเพศของผู้เล่น นอกจากนี้สีสันอาจจะเป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ การให้คะแนนและของรางวัลในเกมควรให้อย่างเหมาะสมไม่มากเกินไปและไม่น้อยเกินไป สอดคล้องกับความยากง่ายของภารกิจที่เล่น เช่น ในภารกิจที่ยากขึ้นจากเดิมควรมีการเพิ่มคะแนนและของรางวัลในเกม เพื่อเป็นการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน

1.2.2.2 กำหนดโครงสร้างของเกม รวมทั้งเส้นทางการควบคุมและเชื่อมโยงการทำงานของเครื่องมือต่างๆภายในโปรแกรม จากนั้นเขียนสคริปต์ของสถานการณ์ปัญหา เขียนผังการทำงาน (Flow chart) ของโปรแกรม ร่างส่วนประกอบต่างๆในหน้าจอ แล้วจึงเขียนสตอรี่บอร์ดของแต่ละหน้าจอ

1.2.2.3 นำสคริปต์ ผังการทำงาน และสตอรี่บอร์ดไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบสื่อการสอนเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปผลิตและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นที่อาจจะมองข้ามไป

1.2.3 เครื่องมือวัดและประเมินผล มีแนวทางการออกแบบ ดังนี้

1.2.3.1 ออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผลระหว่างเรียน โดยกำหนดข้อคำถามที่ใช้ กิจกรรมในเกมที่ต้องการวัด และคะแนนหรือของรางวัลที่จะให้ในเกมเมื่อผู้เรียนผ่านภารกิจนั้น โดยพิจารณาจากเป้าหมายของกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละขั้นตอน

1.2.3.2 ออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผลรวม ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการเขียนสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะใช้เป็นคำถามและแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งควรเป็นโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนได้รับในเกม และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ตรวจสอบคุณภาพความตรงตามเนื้อหา และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบ

1.3 การพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนของการนำสิ่งที่ออกแบบไว้มาพัฒนาเป็นเครื่องมือต่างๆในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนในการพัฒนาคือ

1.3.1.1 จัดหาโปรแกรมที่มีความเหมาะสม และผู้ออกแบบมีความถนัดในการใช้งานโปรแกรมนั้น

1.3.1.2 จัดหาสื่อต่างๆที่ใช้ประกอบการนำเสนอเนื้อหา ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง รวมทั้งเตรียมกราฟิกที่ใช้ตกแต่งหน้าจอ จากนั้นเขียนและออกแบบโปรแกรม ทดสอบการใช้งานเบื้องต้นเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม

1.3.1.3 นำโปรแกรมต้นแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาเพื่อประเมินคุณภาพด้านการใช้งาน

1.3.1.4 หลังจากปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำเกมต้นแบบไปให้นักเรียนระดับประถมศึกษาทดลองใช้งานทั้งรายบุคคล กลุ่มเล็ก และกลุ่มใหญ่ เพื่อประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน โดยสังเกตพฤติกรรมการใช้งานและการสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้งาน และนำผลที่ได้

1.3.2 เครื่องมือวัดและประเมินผล มีขั้นตอนการพัฒนา คือ

1.3.2.1 นำเครื่องมือวัดและประเมินผลที่ออกแบบไว้ ไปใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.3.2.2 นำเครื่องมือวัดและประเมินผล โดยเฉาะแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวนอย่างน้อย 30 คน เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) อำนาจจำแนก และค่าความยากง่าย และปรับปรุงในรายข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งแบบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ดีควรเป็นแบบวัดที่มีความเป็นคู่ขนานกัน

1.4 การนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมในเกมตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งใช้เวลาในการเล่นเกมทั้งสิ้น 2 ชั่วโมงต่อ 1 เนื้อหา

1.5 ประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนการประเมินผล เป็นการวัดประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเกมดิจิทัลการศึกษา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.5.1 การประเมินผลหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม โดยพิจารณาจากความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและความคิดเห็นที่มีต่อเกมดิจิทัลการศึกษา รวมทั้งประเมินผลจากคะแนนและของรางวัลในเกม

1.5.2 นำผลที่ได้จากการประเมินทั้ง 2 ลักษณะมาสรุปผลและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแนวทาง รวมทั้งเครื่องมือเกมเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งต่อไปได้อย่างมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะของการวิจัยดังต่อไปนี้ 1) เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษา 2) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 3) เพื่อพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

1. ผลการศึกษาสภาพ ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษา จากครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 120 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน พบว่า

1.1 สภาพปัจจุบันด้านการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ปริมาณการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเวลา 1 ภาคการศึกษาของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร้อยละ 20 - 40 ซึ่งเนื้อหาที่จัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมากที่สุด คือ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องมีก่อนเข้า

สู่กระบวนการแก้ปัญหา พบว่า ครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าทักษะที่ผู้เรียนควรจะต้องมีมากที่สุดก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการสังเกต ทักษะการตีความหมายข้อมูล ทักษะการทดลอง ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล การเสนอสถานการณ์ปัญหา พบว่า ในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหามีการกำหนดปัญหาจากเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริงมากที่สุด ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ใช้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันมากที่สุด ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ควรเป็นปัญหาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา

1.2 ผลการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับการออกแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา แยกออกเป็น 8 ด้านดังนี้

1.2.1 รูปแบบของเกม ควรเป็นเกมผจญภัย (Adventure Game) หรือเป็นเกมบทบาทสมมติ (Role-Playing Game) กิจกรรมในเกมเน้นให้ผู้เรียนได้สังเกตปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาของผู้เล่นด้วยภารกิจการระบุปัญหา การระบุสาเหตุของปัญหา การระบุวิธีการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

1.2.2 การออกแบบฉาก ควรเป็นฉากที่มีรูปแบบ สีสัน สวยงาม มีสภาพแวดล้อมที่สนุกสนาน ดึงดูดความสนใจ เหมาะกับวัยของผู้เล่น และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและท้าทายให้ผู้เล่นใช้ความรู้ความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเล่นเกม นอกจากนี้ยังส่งเสริมจินตนาการซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เล่น

1.2.3 การออกแบบเรื่องราว ควรเป็นลักษณะของสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นจากเรื่องราวเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ควรมีตัวละครหลักในการถ่ายทอดเรื่องราว และตั้งคำถามนำผู้เล่นให้อภิปรายเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหา

1.2.4 การออกแบบความท้าทาย ควรเป็นลักษณะการกำหนดสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาให้เลือกหลากหลาย น่าสนใจ ให้นักเรียนได้คิด ได้สังเกต อาจท้าทายด้วยการกำหนดตัวละคร ที่ใช้คำถามกระตุ้นความคิด และเชื่อมโยงประเด็นต่างๆให้ผู้เล่นได้แก้ปัญหา

ด้วยตนเอง ท้าทายด้วยการเพิ่มระดับความยากของปัญหาและท้าทายด้วยเวลาที่ให้ผู้เล่นคิดและแก้ปัญหาอย่างจำกัด หรือมีการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเวลาที่จำกัด

1.2.5 การกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ควรกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เล่นด้วยบรรยากาศการเรียนรู้ในเกมที่แปลกใหม่และสร้างความประหลาดใจให้แก่ผู้แล่น และมีผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนตายตัว

1.2.6 การปฏิสัมพันธ์ในเกม ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่นตลอดเวลา ด้วยการเสริมแรงหรือการให้รางวัลแก่ผู้เล่น

1.2.7 ผลป้อนกลับ ควรมีการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหลังจาก ที่ทำกิจกรรมนั้นจบเพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้เล่นสามารถมุ่งไปสู่เป้าหมายได้มากน้อยเพียงใด ทำให้ผู้เล่นได้มีโอกาสประเมินความรู้ความเข้าใจของตัวผู้เล่นเอง และได้ตรวจสอบคำตอบและความคิด ของตนเอง นอกจากยังช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเล่นของตน อีกด้วย โดยให้ผลป้อนกลับแบบถูก-ผิด หรือผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายแก่ผู้เล่น

1.2.8 จำนวนเวลาในการเล่น ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าเกมหนึ่งเกมควรประกอบไปด้วยด่านย่อยๆที่ให้ผู้เล่นผ่านไป ทีละขั้น โดยแต่ละด่านไม่ควรใช้เวลานานเกินไปคือเฉลี่ยไม่เกิน 20 นาที ซึ่งเนื้อหาหนึ่งเรื่องควรใช้เวลาในการเล่นประมาณ 1- 2 ชั่วโมง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา พบว่า เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

1. องค์ประกอบที่ 1 กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ 1) เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด 2) เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด **3)** เกมมี

ภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด และ 4) เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. องค์ประกอบที่ 2 การประเมินผล ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ 1) เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา 2) เกมมีระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน 3) เกมมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน 4) เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน 5) เกมมีการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 6) เกมมีระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน 7) เกมมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วย

3. องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมผู้เรียน ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ 1) เกมมีการฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการประเมินผลการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น 2) เกมมีการฝึกทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการนำเสนอวิธีการปัญหา 3) เกมมีการฝึกทักษะการตีความหมายของข้อมูลให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 4) เกมมีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การสังเกต และการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้ผู้เรียน ก่อนเข้าสู่ภารกิจการกำหนดปัญหา 5) เมื่อเวลาผ่านไปตัวช่วยในเกมจะลดลง 6) เกมมีการสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากตัวช่วยในเกมด้วยตัวชี้นำ 7) เกมมีตัวช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด

4. องค์ประกอบที่ 4 การเสริมแรง ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเล่นเกมทั้งหมดจบทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากกระบวนการแก้ปัญหา 2) ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเล่นเกมในด่านเดิมได้ 3) เกมมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นหลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง 4) เกมมีการเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยคะแนนและของรางวัลในเกม 5) เมื่อผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ เกมจะมีการเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียนด้วยข้อความและ ของรางวัล 6) เกมมีการท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาที่นำเสนอในเกม

5. องค์ประกอบที่ 5 กลไกสนับสนุน ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ 1) เมื่อผู้เรียนทำภารกิจนั้นเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที 2) เมื่อได้รับผลป้อนกลับแบบบอกผลถูก-ผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบ มีคำอธิบายเพิ่มเติมได้ 3) เกมมีการสร้างสถานการณ์ปัญหาและเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

6. องค์ประกอบที่ 6 สถานการณ์ปัญหา ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ 1) เกมเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีเส้นทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย 2) เกมมีการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง 3) เกมมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป 4) เกมมีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบ 5) เกมมีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับบริบทของปัญหาที่นำเสนอ

7. องค์ประกอบที่ 7 สภาพแวดล้อมในเกม ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ 1) เกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน 2) เกมส่งเสริมการสร้างจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 3) เกมมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติ (Role-playing Game) 4) เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายกับผู้เรียนด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา 5) เกมมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์

8. องค์ประกอบที่ 8 บทบาทของเกม ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน 2) เกมมีภารกิจที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ 3) เกมมีการระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน 4) เกมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา 5) เกมมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง (Virtual Environment) 6) เกมเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาซ้ำๆ โดยค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น

ตอนที่ 3 ผลการสร้างและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ผลการกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา พบว่าเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย

3.1วัตถุประสงค์ของเกม คือ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา

3.2 หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาเกม ได้แก่ การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Centered) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-directed Learning) การเรียนรู้โดยการค้นพบ (discovery learning) การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning) การนำเกมดิจิทัลมาใช้เพื่อการเรียนโดยเน้นที่ความสนุกเป็นสำคัญ

3.3 องค์ประกอบของเกม ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การประเมินผล การเตรียมความพร้อมผู้เรียน การเสริมแรง กลไกสนับสนุน สถานการณ์ปัญหา สภาพแวดล้อมในเกม และลักษณะของเกม

3.4 กระบวนการเรียนรู้ในเกม ได้แก่ ขั้นเตรียมความพร้อมผู้เรียน การฝึกกระบวนการแก้ปัญหา และการประเมินผลของเกม

3.5 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า ด้านองค์ประกอบของเกมมีความเหมาะสม ครอบคลุมครบทุกด้าน ด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียนด้วยการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ทักษะมีความเหมาะสม แต่ควรเพิ่มการเตรียมความพร้อมผู้เรียนด้านเนื้อหาของประเภทของขยะให้แก่ผู้เรียนก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในเกม ด้านการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานในเกม ควรเพิ่มกระบวนการสืบสอบในเกมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ใหม่เพื่ออธิบายปัญหาที่พบและนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น ด้านผังการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรมเกมมีความถูกต้องเหมาะสม แต่ควรเพิ่มรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนชัดเจนมากยิ่งขึ้น และด้านการประเมินผลในเกมมีความเหมาะสม ครอบคลุมครบทุกด้าน

3.6 การสร้างและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานฯ และประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป 5 ขั้นตอน (ADDIE Model) คือ 1) การวิเคราะห์ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา 4) การดำเนินการใช้งาน 5) การประเมินผล ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า รายการประเมินทุกหัวข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในระดับ 0.67 – 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แสดงว่าต้นแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสามารถนำไปทดลองใช้ได้

ตอนที่ 4 การศึกษาผลการใช้เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนในการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลาในการเล่นเกมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกมที่ส่งผลความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับตัวแปรปัจจัยในเกม มีช่วงความสัมพันธ์อย่างระหว่าง 0.276 – 0.425 มีความสัมพันธ์กันทางบวก ในระดับปานกลางและระดับค่อนข้างต่ำ และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับตัวแปรอิสระทุกตัว

4.5 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบ stepwise ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกม พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ มี 3 ตัวแปรคือ จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับ และคะแนนในการเล่นเกม โดยตัวแปรทั้ง 3 ตัวสามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 35

4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลาในการเล่นเกมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.7 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มทดลอง พบว่า โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.70 SD. = 0.20) และเมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า หัวข้อที่กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยมากที่สุด 3 อันดับ คือ 1) เกม “Fight for School” ที่เล่นนี้มีความสนุกสนาน 2) นักเรียนได้ความรู้เรื่องการจัดการขยะเพิ่มขึ้นหลังจากเล่นเกม 3) ฉากต่างๆมีสีสันสวยงาม

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา สามารถอภิปรายผลการวิจัยใน 3 ประเด็น ดังนี้

1. องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

องค์ประกอบของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) การประเมินผล 3) การเตรียมความพร้อมผู้เรียน 4) การเสริมแรง 5) กลไกสนับสนุน 6) สถานการณ์ปัญหา 7) สภาพแวดล้อมในเกม 8) ลักษณะเกม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนับเป็นองค์ประกอบที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก ดังที่ ทิศนา แขมมณี (2545) ได้ไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะ กระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ และ Gallagher และคณะ (1995) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ดีจะต้องเป็นการเรียนที่เริ่มด้วยปัญหา โดยใช้ปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนโดยเฉพาะในการเรียนการสอน และครูเป็นผู้กระตุ้นความคิด มากกว่าผู้สั่งสอน โดยมีบทบาทในการช่วยผู้เรียนให้เข้าใจคำถาม ระหว่างการระบุปัญหา การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ลักษณะของเกมดิจิทัลแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจึงต้องเริ่มด้วยปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนจำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และเกิดการเรียนรู้หลายด้าน แต่ต้องมีระดับความซับซ้อนที่เหมาะสมต่อความรู้ของผู้เรียน เพื่อทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนเองสามารถแก้ปัญหานั้นได้ ไม่เช่นนั้นแทนที่จะท้าทาย อาจทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าปัญหานั้นยากหรือง่ายเกินไปและไม่สนใจที่จะหาแนวทางการแก้ปัญหา นอกจากนี้เกมยังมีผู้ช่วยในเกมซึ่งเสมือนทำหน้าที่แทนครูในการกระตุ้นความคิด กระตุ้นความสนใจ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในคำถามและแสวงหาคำตอบมากขึ้น

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้ ผู้เรียนจะต้องมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไปพร้อมกันทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ การระบุปัญหา การระบุสาเหตุของปัญหา การระบุวิธีการ

แก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา ในการออกแบบเกมเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นนี้ต้องอาศัยองค์ประกอบและขั้นตอนที่สำคัญในเกม ดังนี้ ในขั้นของการระบุปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจในปัญหานั้นชัดเจนเสียก่อนจึงจะสามารถระบุปัญหาได้ องค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาคือ เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เกดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยต้องฝึกซ้ำๆใน 5 สถานการณ์ มีการออกแบบเกมที่มีบริบทแวดล้อมในเกมเต็มไปด้วยปัญหาให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหาด้วยการสังเกตหรือค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากตัวละครเพื่อมาแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะมีการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาเพียงบางส่วน ผู้เรียนจะต้องสืบสอบและประติดประต่อข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการระบุปัญหาให้ถูกต้อง นอกจากนี้ควรจะออกแบบเกมให้มีตัวช่วยในเกม ซึ่งจะเป็นผู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างมากในเกมดิจิทัลแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังที่ Walker and Shelton (2008) และ Kiili (2007) กล่าวว่า ในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นครูเท่ากับผู้อำนวยความสะดวก (Teachers as Facilitators) ซึ่งในการออกแบบเกมนั้นผู้อำนวยความสะดวกนี้คือ ผู้ช่วยหรือตัวช่วยในเกมที่จะพาผู้เรียนให้ท่องไปยังโลกแห่งการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามที่ครูหรือผู้สอนได้ออกแบบไว้ แต่ไม่มีส่วนร่วมในการเล่นเกม โดยตัวช่วยหรือผู้ช่วยนั้นควรมีลักษณะการอำนวยความสะดวกผู้เรียนด้วยคำถามแบบเมตาคอกนิชันที่ช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น นอกจากนี้เมื่อเวลาผ่านไปสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกหรือตัวช่วยควรค่อยๆหายไป เพื่อให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตัวผู้เรียนเอง ซึ่งสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกต้องไม่ใช่คำสั่งที่เกิดขึ้นในเกม เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาในฐานนี้จึงได้ออกแบบให้มีผู้ช่วยในเกมเป็นนางฟ้า โดยนางฟ้านี้จะทำหน้าที่คอยช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อไม่สามารถดำเนินเกมต่อไปได้หรือไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งเมื่อผู้เรียนเดินมาหานางฟ้าจะมีคำถามเกิดขึ้นว่าต้องการให้นางฟ้าช่วยเหลืออย่างไร ได้แก่ ต้องการฟังคำสั่งหรือกติกาอีกครั้ง ต้องการคำถามอีกครั้งหรือต้องการคำใบ้ซึ่งนางฟ้าจะบอกใบ้หรือตั้งคำถามกลับไปเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิดรวบยอด และแก้ปัญหาต่อไปได้ นอกจากนี้แล้วเมื่อเวลาผ่านไป นางฟ้านี้ก็จะค่อยๆลดการช่วยเหลือลงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรกับจำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) มีความสัมพันธ์กันทางบวก ขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($0.200 < r < 0.400$) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกม แบบ stepwise พบว่า จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) เป็นตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .471 ตัวช่วยในเกมจึงเป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่จำเป็นต้องมีในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ซึ่ง

ตัวช่วยนี้จะมีอยู่ในทุกๆด่านของเกม และถ้าผู้เรียนยังไม่เข้าใจและระบุปัญหายังไม่ถูกต้อง เกมจะมีการให้ผลป้อนกลับแบบบอกผิดทันที เพื่อให้ผู้เรียนทราบผลของการกระทำ และเมื่อได้ผลป้อนกลับแบบบอกถูก–ผิดแล้ว เกมจะให้โอกาสผู้เรียนสามารถเลือกรับคำอธิบายเพิ่มเติมได้ เพื่อนำคำอธิบายเพิ่มเติมนั้นมาปรับความเข้าใจและเรียนรู้ในข้อผิดพลาดของตน จากนั้นให้ผู้เรียนกลับเข้ามาสู่กระบวนการระบุปัญหาอีกครั้งให้ถูกต้อง จึงจะสามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้ และเมื่อผู้เรียนเข้าใจในปัญหาและสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้องแล้ว เกมมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยต้องฝึกซ้ำๆใน 5 สถานการณ์เช่นเดียวกัน องค์ประกอบสำคัญในกระบวนการนี้คือ การจัดฉากและสภาพแวดล้อมในเกม รวมถึงทรัพยากรต่างในเกมที่เอื้อต่อการระบุสาเหตุของปัญหา ซึ่งการออกแบบโครงสร้างของปัญหาควรมีแบบแผนที่ไม่ชัดเจน มีคำตอบได้หลากหลาย กล่าวคือ ในปัญหาเดียวอาจจะมีสาเหตุของปัญหาได้มากกว่า 1 สาเหตุ ผู้เรียนสามารถตอบในสาเหตุใดก็ได้ที่มีความสอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น ในการออกแบบเกมในขั้นนี้ผู้ออกแบบควรมีช่องทางให้ผู้เรียนค้นคว้าและสืบสอบข้อมูลที่หลากหลาย เช่น จากฉากในเกมที่มีการออกแบบที่เอื้อต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้เรียนสามารถสังเกตเห็นได้ว่าปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจากสาเหตุใด จากตัวละครในเกม ซึ่งควรมีจำนวนตัวละครที่หลากหลายในการให้ข้อมูล เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับก่อนการตอบคำถามเพื่อระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และเช่นเดียวกันกับขั้นระบุปัญหาหากผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหายังไม่ถูกต้อง เกมจะมีการให้ผลป้อนกลับแบบบอกผิดทันทีและให้โอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกรับคำอธิบายเพิ่มเติมได้ และเมื่อผู้เรียนเข้าใจในปัญหาและสามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้องแล้ว เกมจะมีภารกิจให้ผู้เรียนระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยต้องฝึกซ้ำๆใน 5 สถานการณ์เช่นเดียวกัน องค์ประกอบสำคัญในกระบวนการนี้คือ ทรัพยากรในเกมที่เอื้อต่อการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งทรัพยากรที่สำคัญในเกมที่ควรมีเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติมคือห้องสมุดในเกม มีออกแบบเสมือนกับห้องสมุดทั่วไปที่มีการรวบรวมความรู้เนื้อหาสอดคล้องและเอื้อต่อการนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหาจากในหลายๆแหล่งไว้ในที่เดียว ซึ่งจากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ รวมกับตัวแปรกับจำนวนครั้งในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม (ห้องสมุด) พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม (ห้องสมุด) มีความสัมพันธ์กันทางบวกขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($0.200 < r < 0.400$) ขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคือ ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก องค์ประกอบที่สำคัญของขั้นนี้ก็จะเหมือนกับในขั้นของการระบุวิธีการแก้ปัญหานั่นคือ ทรัพยากรที่ใช้ในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมหรือห้องสมุดในเกม และตัวละครในเกมที่จะเอื้อให้ผู้เรียนสามารถสืบสอบและสังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดเพื่อประเมินผลการแก้ปัญหาหาที่เกิดขึ้น

สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับการออกแบบกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอีกประการ คือ การมอบภารกิจให้ผู้เรียนได้สวมบทบาทเป็นฮีโร่ ซึ่งเป็นหัวหน้านักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 มีหน้าที่หลักในการแก้ปัญหาในเกม เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนเพื่อทำภารกิจให้ประสบความสำเร็จ เห็นได้จากผลการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนชอบเกมนี้เพราะได้เรียนรู้และได้คิดหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสร้างแรงจูงใจของมาโลน Malone (1981) ที่กล่าวว่า ความรู้สึกได้ควบคุมบทเรียน (Control) เป็นองค์ประกอบที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เพราะได้ควบคุมกิจกรรมในเกมด้วยตนเองได้คิดได้หาตำตอบเอง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉงและสนุกสานาน

1.2 การประเมินผล เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการ การดำเนินกิจกรรมในเกมของผู้เรียนเป็นอย่างไรและประสบความสำเร็จหรือไม่สามารถดูได้จากผลการประเมินในเกม ซึ่งเป็นสิ่งสะท้อนหรือแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ดังที่ Prensky (2001) ได้กล่าว การประเมินผู้เรียนหลังการเล่น จากเวลา และคะแนน เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของเกมดิจิทัล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เล่นสามารถมุ่งไปสู่เป้าหมายได้มากน้อยเพียงใด นอกจากช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากการคิดหาวิธีการแก้อุปสรรคต่างๆแล้ว ยังช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเล่นของตนอีกด้วย และสอดคล้องกับ Walther (2013) ที่กล่าวว่า ระบบจัดเก็บคะแนนและเวลาในการเล่นแกมของผู้เล่น มีส่วนช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดของตนเอง นอกจากนี้ยังได้รู้ว่าตนเองเรียนรู้อะไรเกิดการประประเมินปละปรับปรุงตนเอง นอกจากนี้ยังเกิดประโยชน์แก่ผู้สอนที่สามารถนำคะแนนในเกม มาใช้ในการประเมินกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริง ลักษณะของเกมดิจิทัลแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้จึงมีระบบจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน ระบบจัดเก็บจำนวนของรางวัลของผู้เรียน ระบบจัดเก็บระยะเวลาที่ใช้ของผู้เรียน ระบบจัดเก็บจำนวนครั้งที่ใช้ตัวช่วยของผู้เรียน และมีการประเมินผู้เรียนหลังการเล่นจากเวลา คะแนน และจำนวนครั้งที่ใช้ ตัวช่วย เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากการเล่นของตนเอง สะท้อนการระบวนการเรียนรู้ที่ผ่านมา รวมถึงทราบระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง และจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนและของรางวัลในเกมกับความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้ พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนและของรางวัลในเกมกับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก จึงกล่าวได้ว่าคะแนนและของรางวัลในเกมเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับการออกแบบการประเมินผลอีกแนวทางหนึ่งคือ การกำหนดภารกิจให้ผู้เรียนฝ่าฟันภายในเวลาอันจำกัด ซึ่งเป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการจับเวลา และการกำหนดภารกิจให้ผู้เรียนแข่งขันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเวลาอันจำกัด เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียน แนวทางนี้สอดคล้องกับ Alessi and Trollip (2001) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า การแข่งขันในเกม

ซึ่งอาจจะเป็นการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้ามกับตนเองหรือแข่งกับเวลา จะช่วยเร้าความสนใจและก่อให้เกิดความท้าทายผู้เรียน ซึ่งความท้าทายนี้เองจะทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามเพื่อที่จะพัฒนาไปสู่เป้าหมายของเกมที่ตั้งไว้ รวมถึงยังทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานไม่น่าเบื่อ แต่ขณะเดียวกันการแข่งขันนี้ควรจะมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถของผู้เรียน ไม่เช่นนั้นแทนที่จะเป็นความท้าทายผู้เรียน กลับอาจทำให้ผู้เรียนไม่สนใจและเกิดความเบื่อหน่ายได้

1.3 การเตรียมความพร้อมผู้เรียน นับเป็นองค์ประกอบที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถการแก้ปัญหาได้อย่างราบรื่น ดังเช่นที่ Torp & Sage (1998) ได้กล่าวว่า การเตรียมความพร้อมของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเผชิญกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หากผู้เรียนไม่มีความพร้อมก็จะทำให้ล้มเหลวในการเรียนได้ ในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จำเป็นจะต้องการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้มีความพร้อมด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และจะมีความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่จะแก้ไข จากการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาและการวิจัยขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา พบว่าเกมดิจิทัลแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจำเป็นต้องมีการเตรียมความพร้อมของเรียนด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนเข้าสู่กระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ทักษะจากทั้งหมด 13 ทักษะ ดังนี้ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3) ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 4) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 5) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6) ทักษะการทดลอง และ 7) ทักษะการตีความหมายข้อมูล ซึ่งการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปปรับในกระบวนการแก้ปัญหา สามารถแก้ ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) ที่กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่ช่วยในการศึกษาค้นคว้า สืบสอบความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีขึ้น นอกจากนี้เกมยังมีการเตรียมความพร้อมผู้เรียนด้านความรู้พื้นฐานอีกด้วย ด้วยการทบทวนความรู้เดิมซึ่งมีเนื้อหาความรู้สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้เรียนต้องแก้ไข ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับขยะในโรงเรียน จึ่งได้ออกแบบให้เกมมีการทบทวนผู้เรียนเกี่ยวกับประเภทของขยะต่างๆ ได้แก่ ขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะรีไซเคิล และขยะอันตราย ด้วยการเล่นเกมในด่านแยกขยะก่อน ด่านนี้ผู้เรียนก็จะได้ทบทวนความรู้เดิมและเป็นการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้มีพื้นฐานความรู้เพื่อใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาต่อไป

สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านการเตรียมพร้อมผู้เรียนอีกประการคือ ตัวช่วยในเกม ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างมากในเกมดิจิทัลแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ช่วยนำพาผู้เรียนไป

ยังโลกแห่งการเรียนรู้ด้วยตนเองและก่อให้เกิดการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ในเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาในฐานในการวิจัยนี้มีการออกแบบให้มีผู้ช่วยในเกมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดรวบยอด โดยมีลักษณะเป็นนางฟ้า ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของความเมตตาอารี โดยจะทำหน้าที่คอยช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อไม่สามารถดำเนินเกมต่อไปได้หรือไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาผู้เรียนเดินมาหานางฟ้าจะมีคำถามให้ผู้เรียนเลือกว่าต้องการให้นางฟ้าช่วยเหลืออย่างไร เช่น ต้องการฟังคำสั่งหรือกติกาอีกครั้ง ต้องการคำถามอีกครั้ง หรือต้องการคำใบ้ ซึ่งคำใบ้ที่ให้นี้จะเป็นคำใบ้ที่ให้ผู้เรียนกระตุ้นคิด แนะแนวทางให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาความรู้และคิดต่อยอด หรือเป็นคำถามแบบเมตาคอกนิชันเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความรู้ของตนเองและนำความรู้นั้นมาหาทางออกของปัญหา จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรกับจำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) มีความสัมพันธ์กันทางบวกขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($0.200 < r < 0.400$) และเมื่อวิเคราะห์การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกมแบบ stepwise พบว่า จำนวนครั้งในการใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) เป็นตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .471 จึงกล่าวได้ว่าตัวช่วยในเกมจึงเป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน สอดคล้องกับ Walker and Shelton (2008) และ Kiili (2007) ที่กล่าวว่า ในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต้องมีผู้อำนวยความสะดวก(Teachers as Facilitators) ซึ่งคล้ายกับครูในการเรียนการสอนปกติ แต่จะเป็นเพียงผู้ช่วยเหลือให้คำปรึกษาหรือกระตุ้นความคิดเพื่อเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาต่อไป

1.4 การเสริมแรง นับเป็นองค์ประกอบที่ต้องให้ความสำคัญ การเสริมแรงเป็นสิ่งเร้าหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการกระทำและนำไปสู่การเรียนรู้ การเสริมแรงในเกมเป็นการเสริมแรงทางบวกโดยการให้สิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกพอใจแล้วเกิดพฤติกรรมที่ต้องการเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ มีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการเล่นเกมทั้งหมดทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลจากการะบวนการแก้ปัญหาและมีการบอกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่น หลังจากจบภารกิจในแต่ละด่านเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของตนเอง นอกจากนี้เมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในภารกิจได้ถูกต้องจะมีการเพิ่มแรงจูงใจด้วยข้อความ คะแนน และของรางวัลในเกม ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้รับจะก่อให้เกิดความพอใจ และเกิดความพยายามในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาให้ถูกต้องเพื่อให้ได้รับคะแนนหรือของรางวัลนั้นเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Prensky (2001) ได้กล่าวว่า การเรียนด้วยเกมดิจิทัลเกี่ยวข้องกับทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยเฉพาะทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner ซึ่งเป็นนักจิตวิทยา

กลุ่มพฤติกรรมนิยม เชื่อว่า สิ่งเสริมแรงเป็นสิ่งเร้าที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างจงใจกระทำ และเกิดพฤติกรรมที่ต้องการเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนามากยิ่งขึ้น

1.5 กลไกสนับสนุน นับเป็นองค์ประกอบที่ต้องให้ความสำคัญ ตัวบ่งชี้ที่สำคัญในองค์ประกอบนี้ คือการให้ผลป้อนกลับ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ เมื่อผู้เรียนทำภารกิจในเกมเสร็จ เกมจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกถูก-ผิดแก่ผู้เรียนทันที ซึ่งการให้ผลป้อนกลับในรูปแบบนี้จะช่วยให้ผู้เล่นทราบผลการกระทำของตนเองในทันที และเกิดการเรียนรู้ผลการกระทำของตนเอง รวมถึงเกิดการเรียนรู้จากผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเล่นของตนและก่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมไปสู่การพัฒนาที่ดีขึ้น และหลังจากผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับแบบถูกผิดแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติมได้ ซึ่งการให้ผลป้อนกลับในรูปแบบนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจากคำอธิบาย ผู้เรียนได้แก้ไขความเข้าใจในสิ่งที่ผิดเกิดการเรียนรู้ไปในทางที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นและนำไปสู่การพัฒนาความรู้และทักษะการแก้ปัญหามากขึ้น และจากผลการสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกมที่ส่งผลความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กับจำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับแบบมีคำอธิบายเพิ่มเติม มีความสัมพันธ์กันทางบวก ขนาดความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($0.200 < r < 0.400$) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับตัวแปรปัจจัยในเกม แบบ stepwise พบว่า จำนวนครั้งในการรับผลป้อนกลับมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .291 สอดคล้องกับ Prensky (2001), Sorensen (2002), Connolly, Stansfield and McLeiian (2006) และTan, Ling และ Ting (2011) ที่กล่าวว่าเกมการศึกษาที่ดีต้องมีการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน ซึ่งการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) จะช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากการคิดหาวิธีการแก้อุปสรรคต่างๆ และช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเล่นของตนอีกด้วย และจากงานวิจัยของพรพิมล (2550) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของรูปแบบของการให้ผลป้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เมื่อเรียนด้วยเกมมัลติมีเดียที่มีรูปแบบการให้ผลป้อนกลับแบบให้โอกาสในการเลือกรับคำอธิบาย มีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงสุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Collins, 1987 ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเลือกรับผลป้อนกลับซึ่งเป็นการให้คำอธิบายอย่างละเอียด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับผลป้อนกลับแบบไม่มีคำอธิบายแต่บอกเฉพาะผลการกระทำ และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Lee, 1989 ; Kim, 1992 ; นุชน้อย กิจ

ทรัพย์ไพบูลย์, 2532 ; พุชนีย์ บุญนาค, 2540) ซึ่งพบว่าการให้ผลป้อนกลับแบบอธิบายอย่างละเอียดมีผลดีและทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

1.6 สถานการณ์ปัญหา นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะสถานการณ์ปัญหาที่ดีจะเป็นตัวกระตุ้น เร้าความสนใจ และก่อให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ สืบสอบ ค้นคว้า ตรวจสอบเพื่อสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งต่อการแก้ปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ลักษณะปัญหาที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาต้องท้าทาย และไม่ใช่ปัญหาที่มีเนื้อหาเชิงทฤษฎีมากเกินไป แต่เป็นปัญหาที่ยึดหลักความจริง (Authentic problems) ไม่ว่าจะเป็นการนำประสบการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเห็นในชีวิตประจำวันมาออกแบบสถานการณ์ปัญหา จึงจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนได้ นอกจากนี้ควรเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างของลักษณะการแก้ปัญหาที่มีแบบแผนไม่ชัดเจน มีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และมีคำตอบได้หลายคำตอบจะทำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และเกิดการเรียนรู้ในหลายด้าน และมีระดับความซับซ้อนที่เหมาะสมต่อความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนเองสามารถแก้ปัญหานั้นได้ ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าปัญหายากหรือง่ายเกินไปและไม่สนใจที่จะหาแนวทางแก้ปัญหา เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้มีการออกแบบเกมด้วยการเริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา แล้วให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหา และค้นคว้า / แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และมีการนำเสนอด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้ผู้เรียนเพียงบางส่วน หรือได้มีการแก้ไขแล้วบางส่วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบสอบในเกมต่อไป ด้วยการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากบุคคลต่างๆในเกม ผู้ช่วยในเกมหรือนางฟ้า ห้องสมุดในเกม ทำให้ผู้เรียนถูกกระตุ้น และเร้าความสนใจ และเกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาต่อไป สอดคล้องกับ Barrows (1996) และ Duch (1996) ที่กล่าวว่าปัญหาและสถานการณ์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนจะช่วยให้กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเกิดการอภิปรายเกี่ยวกับปัญหานั้นและพยายามศึกษาหาแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น เกิดการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

1.7 สภาพแวดล้อมในเกม นับเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ ตัวบ่งชี้ที่สำคัญในองค์ประกอบนี้คือ การจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะกับวัยของผู้เรียน โดยเกมมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมเป็นโรงเรียน ซึ่งมีสถานที่ต่างๆ ได้แก่ อาคารเรียน โรงอาหาร สนามหญ้า แปลงผัก ที่มีสีสันสวยงาม ดึงดูดความสนใจ การเลือกออกแบบเกมเป็นรูปแบบโรงเรียนก็เพื่อฝึกให้ผู้เรียนแก้ปัญหาจากสถานที่ที่ใกล้ตัวผู้เรียน ผู้เรียนมีความคุ้นเคยก่อน เพื่อให้การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดขึ้นนั้นไม่ยากและไกลตัวผู้เรียนจนเกิดไปจนผู้เรียนขาดประสบการณ์ มีการส่งเสริมจินตนาการที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วยการเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปีศาจร้าย และมีการผู้ช่วยเหลือในการแก้ปัญหาในเกมเป็นนางฟ้า ตัวละครทั้งสองในเกมนี้จะก่อให้เกิดจินตนาการให้ผู้เรียนทำให้เกิดบรรยากาศในการเรียนที่น่าสนใจและส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้เกมยังมีลักษณะเป็นเกมแบบบทบาทสมมติที่สมมติให้ผู้เรียนเป็นตัวละครหนึ่งในเรื่องราวในเกมที่ต้องมีส่วนช่วยในการแก้ไขปัญหาในเรื่องราวนั้น ซึ่งเกมในลักษณะนี้จะสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนในการแก้ปัญหา และสิ่งหนึ่งที่จะเพิ่มการจูงใจในการแก้ปัญหาของผู้เรียนคือ เกมมีการเพิ่มระดับความท้าทายด้วยการเพิ่มความยากของปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะเกิดความรู้สึกตื่นเต้นไปกับสถานการณ์ในเกมและอยากแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น สุดท้ายคือตัวบ่งชี้ด้านการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมกับปัญหาและสถานการณ์ ในการวิจัยนี้จะมีการจัดสรรทรัพยากรในเกม คือ ตัวละครในเกมและห้องสมุดในเกม ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบสำคัญในการให้ข้อมูลแก่ที่ผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา จากการออกแบบตัวบ่งชี้ที่กล่าวมาในองค์ประกอบนี้ สอดคล้องกับPrensky (2001) กล่าวถึงหลักการของการเรียนด้วยเกมดิจิทัลไว้ว่า การเรียนด้วยเกมดิจิทัลนั้นต้องเน้นที่ ความสนุกเป็นสำคัญ โดยมีการจัดฉากและสภาพแวดล้อมที่สนุกสนานเหมาะสมกับวัย ส่งเสริม การสร้างจินตนาการ และมีการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสม เพราะสิ่งนี้จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนใจเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน จนกระทั่งสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนได้ตามที่ครูต้องการ และสอดคล้องกับทฤษฎีสร้างแรงจูงใจของมาโลน (Malone, 1981) ที่กล่าวว่า ความท้าทาย ความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการเพ้อฝัน และการควบคุม เป็นองค์ประกอบที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนด้วยเกมและนำไปสู่การพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียน

1.8 ลักษณะเกม นับเป็นอีกองค์ประกอบสุดท้ายที่ต้องให้ความสำคัญ ตัวบ่งชี้ที่สำคัญในองค์ประกอบนี้คือ เกมมีกฎกติกาที่ชัดเจน ซึ่งเป็นการบอกวิธีการเล่น ข้อจำกัด และข้อปฏิบัติที่ผู้เล่นต้องปฏิบัติตาม การระบุเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งเป้าหมายนับเป็นสิ่งสำคัญของเกมดิจิทัลทุกเกม ซึ่งเกมที่สนุกต้องมีเป้าหมายของเกมที่ผู้เล่นสามารถไปได้ถึง และมีความน่าสนใจ การแจ้งเป้าหมายเป็นการกำหนดภารกิจให้ผู้เล่นทราบว่าจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ไปถึงทำให้ผู้เล่นเกิดแรงจูงใจภายใน มีลักษณะมุ่งเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ โดยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์กับเกม โดยอาศัยหลักการปฏิสัมพันธ์ในการเรียน 2 ลักษณะ คือ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาสาระและการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเกม นอกจากนี้เกมยังมีการจัดจำลองสภาพแวดล้อมและกิจกรรมเสมือนจริง เพื่อให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน และมีการเสนอปัญหาและสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้ำๆ และค่อยๆเพิ่มระดับปัญหาขึ้น เพื่อสร้างความท้าทายและสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น จากการออกแบบองค์ประกอบดังกล่าวนี้สอดคล้องกับ Ellington et al. (1982), Alessi (1989), Evans 1979 cited in Gredler (1992), Bunt-Kokhuis, Hansson และ Toska (2005), และ Beth (2006) ได้กล่าวว่า เกมเป็นสื่อการเรียนการสอนหนึ่งที่ช่วยให้การสอนเกิดประสิทธิภาพ ทั้งยังสร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เรียนไป

พร้อมๆกับการให้ความรู้ในระหว่างการเล่น โดยภายในเกมจะมีกฎกติกา ปฏิสัมพันธ์ ภารกิจและเป้าหมายให้ผู้เล่นท้าทาย ได้รับความบันเทิง และเกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้เกมต้องการเสนอปัญหาและสถานการณ์ที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้นอีกด้วย

2. ขั้นตอนของรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ขั้นตอนของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ คือ 1) แจ้งกฎ กติกาการเล่น 2) ทบทวนความรู้เดิม 3) เสนอสถานการณ์ปัญหา 4) กำหนดกรอบการศึกษา 5) รวบรวมข้อมูล 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา 7) ประเมินผลการแก้ปัญหา และ 8) สรุปและประเมินผลการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แจ้งกฎ กติกาการเล่น

เป็นขั้นตอนแรกของรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาซึ่งมีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากการแจ้งกฎ กติกาการเล่นเป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับ หรือข้อจำกัดต่างๆของสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้ในเกม รวมถึงเป้าหมายหรือภารกิจในเกมที่ผู้เรียนจะต้องบรรลุ ประกอบด้วย 3 กระบวนการย่อย คือ 1. แจ้งกฎกติกาการเล่น เป็นการบอกวิธีการเล่น ข้อจำกัด และข้อปฏิบัติที่ผู้เล่นต้องปฏิบัติตาม อีกทั้งยังทำให้การเล่นเป็นไปอย่างยุติธรรมและสร้างความตื่นเต้นให้กับผู้เล่นอีกด้วย 2. แจ้งเป้าหมายการเล่น เป้าหมายนับเป็นสิ่งสำคัญของเกมดิจิทัลทุกเกม ซึ่งเกมที่สนุกต้องมีเป้าหมายของเกมที่ผู้เล่นสามารถไปได้ถึง และมีความน่าสนใจ การแจ้งเป้าหมายเป็นการกำหนดภารกิจให้ผู้เล่นทราบว่าจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ไปถึงทำให้ผู้เล่นเกิดแรงจูงใจภายในซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ เป้าหมายที่แน่นอนตายตัว ได้แก่ การฝึกทักษะการระบวนการวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง การระบุปัญหาได้ถูกต้อง การระบุสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง การระบุวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และการประเมินผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม เป็นต้น และเป้าหมายที่ไม่ตายตัว เช่น ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กับตัวละครต่างๆในเกม การขอคำใบ้จากตัวช่วยในเกม เป็นต้น 3.ลงทะเบียนเล่น เป็นขั้นตอนให้ผู้เล่นกรอกชื่อของตนเองก่อนการเล่น เพื่อเป็นการระบุตัวตนของผู้เล่น รวมถึงเป็นการช่วยผู้ออกแบบหรือครูผู้สอนในการประเมินผลผู้เล่น สอดคล้องกับ Prensky (2001); Alessi and Trollip (2001); Sorensen (2002); Blunt (2007); Tan, Ling and Ting (2011); Connolly, Stansfield and Mclellan (2006) ที่กล่าวว่า กฎ กติกาการเล่น และเป้าหมายในเกมเป็นสิ่งที่เกม

ต้องเพราะเป็นการกำหนดขอบเขตข้อบังคับ หรือข้อจำกัดต่างๆของสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้ในเกม รวมถึงเป้าหมายหรือภารกิจในเกมที่ผู้เรียนจะต้องบรรลุ

2.2 ทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนสำคัญในการปรับพื้นฐานและเตรียมตัวผู้เรียนให้มีความพร้อมเพื่อเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1. การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3) ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 4) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัว 5) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6) ทักษะการทดลอง และ 7) ทักษะการตีความหมายข้อมูล 2. การทบทวนความรู้เดิม ซึ่งเป็นกระบวนการกระตุ้นความรู้เดิมที่ผู้เรียนมี เพื่อเตรียมความพร้อมในการนำข้อมูลนั้นมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาต่อไป สอดคล้องกับ Torp & Sage (1998) ได้กล่าวถึงการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนว่าเป็นขั้นตอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเผชิญกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หากผู้เรียนไม่มีความพร้อมก็จะทำให้ล้มเหลวในการเรียนได้ ดังนั้นเกมจึงควรมีการตระเตรียมผู้เรียนให้พร้อมเพื่อเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา

2.3 เสนอสถานการณ์ปัญหา

เป็นขั้นตอนสำคัญในการนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ 1. การเกริ่นนำเข้าสู่ปัญหา เป็นการเร้าและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนก่อนเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงเป็นการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้นๆ 2. เสนอสถานการณ์ปัญหา ในขั้นตอนนี้เกมจะเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ โดยสถานการณ์ปัญหานั้นต้องมาจากเหตุการณ์ต้องมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและมีความใกล้ตัวผู้เรียน ยิ่งผู้เรียนในวัยประถมศึกษาการเลือกสถานการณ์ปัญหาเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนจำเป็นต้องให้ความสำคัญอย่างมาก จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ (Piaget's Cognitive Theory) นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงวัยที่เริ่มเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆได้ดีขึ้น รู้จักนำความรู้ในสิ่งหนึ่งไปอธิบายหรือแก้ปัญหาหรือสามารถนำเหตุผลทั่วๆไปมาสรุปแก้ปัญหา แต่เหตุผลของเด็กจะขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนเองรับรู้เท่านั้น (ประสาท อิศรปรีดา, 2521) ดังนั้นการเลือกสถานการณ์ปัญหาไม่ควรเป็นนามธรรมและไกลตัวเกินสิ่งที่ผู้เรียนในวัยนี้จะรับรู้ได้ ซึ่งจะส่งผลให้การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ 3. การกระตุ้นและสร้างความท้าทาย ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียนให้สนใจในปัญหาและอยากดำเนินการแก้ปัญหานั้นให้ลุล่วง การสร้างอาจจะใช้ตัวละครในเกมหรือผู้ช่วยในเกมเป็นผู้กระตุ้นและสร้างความท้าทายให้กับผู้เรียน จากการวิจัยนี้ได้ใช้ตัวละครปีศาจเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวกับปัญหาโดยกำหนดว่าขยะเปรียบเหมือนปีศาจร้ายที่ผู้เรียนจะต้องดำเนินการจัดการแก้ไข ซึ่งจากผลการประเมินความพึงพอใจหลังการเล่นเกม พบว่า นักเรียนหลายคน

มีความชอบในด่านที่ได้จัดการปีศาจเป็นอย่างมากเพราะท้าทายความสามารถในการจัดการปัญหา 4) แนะนำแหล่งค้นคว้าข้อมูล ในขั้นตอนนี้จะเป็นการแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าในเกมมีแหล่งข้อมูลใดบ้างที่สามารถสืบค้นเพิ่มเติมได้ ซึ่งการปล่อยให้ผู้เรียนในวัยประถมศึกษาค้นหาข้อมูลเองโดยขาดการแนะนำอาจจะทำให้ผู้เรียนบางคนไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือเข้าถึงข้อมูลได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

2.4 กำหนดกรอบการศึกษา

เป็นขั้นตอนสำคัญเข้าใจกรอบการทำงานของเกมและกรอบของเนื้อหาในการศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1. กำหนดประเด็นการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นตอนในการแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนจะต้องดำเนินภารกิจอะไรบ้างในเกมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนด การกำหนดประเด็นการเรียนรู้นี้จะเป็นอีกขั้นตอนที่คอยกระตุ้นเตือนให้ผู้เรียนมุ่งไปสู่เป้าหมายที่เกมกำหนดไว้ ผู้เรียนในวัยประถมศึกษาควรมีการกำหนดประเด็นการเรียนรู้รวมทั้งเกมและรู้โดยแบ่งย่อยเป็นรายด่านจะเหมาะสมกว่าการกำหนดประเด็นการเรียนรู้และแบ่งย่อยเป็นรายด่าน เนื่องจากการกำหนดประเด็นการเรียนรู้รวมจะไม่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเท่าที่ควรเพราะอาจจะใช้เวลานานกว่าจะบรรลุเป้าหมายเนื่องจากผู้เรียนวัยประถมศึกษาค่อนข้างมีสมาธิจดจ่อกับงานสั้น การกำหนดประเด็นการเรียนรู้รายย่อยจะทำให้ผู้เรียนมุ่งสู่จุดหมายได้ดีกว่า 2. นำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาเพื่อสำรวจข้อมูล ในเกมควรมีการเกริ่นนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจก่อนจากนั้นให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม การนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาเพื่อสำรวจข้อมูลในเกมสำหรับนักเรียนประถมศึกษาควรมีข้อความที่ดึงดูด กระชับ เข้าใจง่าย อาจจะใช้ตัวละครที่น่าสนใจหรือใช้ภาพที่น่าสนใจสอดคล้องกับปัญหาเป็นตัวนำเข้าสู่สถานการณ์ได้

2.5 รวบรวมข้อมูล

ขั้นนี้เป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเกม ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ 1.พิจารณาปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องพิจารณาปัญหาที่ได้รับจากสถานการณ์นั้นอย่างละเอียด ทำความเข้าใจกับศัพท์และข้อความที่ได้รับจากบุคคลต่างๆให้ชัดเจน ดังนั้นการออกแบบปัญหาจึงมีความสำคัญมากควรมีการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับวัยประถมศึกษากล่าวคือควรใช้ศัพท์ ข้อความที่ง่าย สอดคล้องกับประสบการณ์ และเหมาะสมกับผู้เรียนส่วนใหญ่ หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นนามธรรมมากเกินไป ก็จะทำให้ผู้เรียนเข้าถึงปัญหาและนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Charies & Lester (1982) กล่าวว่าประสบการณ์เดิมหรือประสบการณ์ส่วนตัว ความสนใจ การกระตุ้น สติปัญญาและความคิด ล้วนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลตอการแก้ปัญหา ดังนั้นการเลือกปัญหาจึงมีความสำคัญอย่างมากในการออกแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 2. ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากความรู้เดิมที่ตนเองมีเกี่ยวกับประเด็นปัญหาต่างๆจากแหล่งข้อมูลในเกม ได้แก่ ห้องสมุดในเกม ตัวละครในเกม 3. ระบุปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากที่ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูล

เรียบร้อยแล้วต้องนั้นข้อมูลดังกล่าวนั้นมาพิจารณาตัวเลือกที่ตรงกับการระบุปัญหาที่พบในสถานการณ์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องตอบให้ถูกต้องจึงจะสามารถผ่านไปยังด่านต่อไปได้ 4.เลือกสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องคัดเลือกสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุที่น่าจะเป็นไปได้ การคัดเลือกสมมติฐานเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์มากขึ้นเพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนย่อยคือ 1. การค้นคว้าข้อมูลเพิ่ม เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุมาในขั้นตอนข้างต้น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาข้อมูลซึ่งทำให้การเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นเกิดจากความเข้าใจไม่ใช่การเดาคำตอบ 2. การระบุสาเหตุของปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะเลือกตัวเลือกที่ตรงกับสาเหตุของปัญหาที่ค้นพบ ซึ่งตัวเลือกตอบควรกำหนดให้ตัวเลือกสุดท้ายเป็นตัวเลือกในการกลับไปค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นการทบทวนตัวเองว่าพร้อมที่จะระบุสาเหตุของปัญหาแล้วหรือไม่ ซึ่งหากไม่พร้อมผู้เรียนก็สามารถกลับไปค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ การมีตัวเลือกนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น 3. ระบุวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องจากการระบุสาเหตุของปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องเลือกวิธีการแก้ปัญหาจากตัวเลือกที่ตรงกับปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่ระบุมาข้างต้น เช่นเดียวกันกับขั้นการระบุสาเหตุของปัญหา คือตัวเลือกตอบควรกำหนดให้ตัวเลือกสุดท้ายเป็นตัวเลือกในการกลับไปค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมอีกครั้ง

2.7 ประเมินผลการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเช่นเดียวกัน คำตอบของการประเมินผลการแก้ปัญหาต้องสอดคล้องกับปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนระบุมาข้างต้น ซึ่งอาศัยความรู้ด้านการตัดสินคุณค่าโดยอาศัยและมาตรฐานด้านการตรวจสอบและการใช้วิจารณญาณ และเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนพร้อมที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการประเมินผลการแก้ปัญหา ตัวเลือกตอบควรกำหนดให้ตัวเลือกสุดท้ายเป็นตัวเลือกในการกลับไปค้นคว้าใหม่ ทั้งนี้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้การเลือกตอบมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.8 สรุปและประเมินผลการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ซึ่งขั้นตอนในการสรุปและประเมินผลการแก้ปัญหาของผู้เรียนทั้งเกมเมื่อผู้เรียนทำภารกิจได้ครบทุกด่าน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ 1. แสดงคะแนนและของรางวัล 2) แสดงเวลาในการเล่น 3) ประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา การแสดงคะแนน แสดงเวลา และประเมินระดับความสามารถนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้

ทบทวนและจัดระเบียบข้อมูลความรู้ในสมองของตน รวมทั้งได้เห็นระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง ทำให้ผู้เรียนมองเห็นความเป็นไปได้ของแนวทางการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Prensky (2001) ที่พบว่า การแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถมุ่งไปสู่เป้าหมายได้มากเพียงใด และยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการคิดแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆและเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจาการเล่นของตนเอง

3. ผลการทดลองใช้เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

ผลที่เกิดจากการทดลองใช้เกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา สามารถอภิปรายตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

นักเรียนชั้นประถมศึกษา ช่วงชั้นที่ 2 เมื่อเรียนด้วยเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ได้พัฒนาขึ้น มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพิสูจน์ให้เห็นว่าเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีองค์ประกอบทั้ง 8 องค์ประกอบ 43 ตัวบ่งชี้ ภารกิจต่างๆในเกม ซึ่งผู้เล่นจะได้เผชิญกับปัญหาที่เกมกำหนด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผล ในการคิดวิเคราะห์และตัดสินใจ ในสถานการณ์ต่างๆด้วยกระบวนการซ้ำๆ ด้วยกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นตอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเป็นมีลำดับขั้นตอน ตั้งแต่การแจ้งกฎกติกา การเตรียมความพร้อมผู้เรียน การเสนอสถานการณ์ปัญหา กำหนดกรอบการศึกษา รวบรวมข้อมูล เสนอวิธีการแก้ปัญหา ประเมินผลการแก้ปัญหา และสรุปและประเมินผลผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Micheal & Chen, 2006; White, 2000; Lynam, 2005; ศิริวรรณ ฤกษนันท์, 2549; อานนท์ เอื้ออุมากุล, 2549 ที่พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลการศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ พบองค์ประกอบที่สำคัญของเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา 8 องค์ประกอบ รวมถึงขั้นตอนในเกม 8 ขั้น ที่ผู้ออกแบบ ผู้ผลิตโปรแกรมเกมเพื่อการศึกษา และครูผู้สอน สามารถนำองค์ประกอบและขั้นตอนดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบเกมดิจิทัลได้ตามแต่บริบทของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา

1.2 การนำรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานนั้น ผู้สนใจสนใจสามารถ นำไปใช้ได้ทั้งกลุ่มโรงเรียนสพฐ.และกลุ่มโรงเรียนเอกชน เนื่องจากผลวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้พบว่าคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 การนำรูปแบบเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานนั้น ในการพัฒนาองค์ประกอบด้าน ตัวช่วยในเกม และการให้ผลป้อนกลับ นับเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ออกแบบหรือผู้สอนควรจะสร้างให้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนที่ไม่เข้าใจหรือแก้ปัญหาไม่ได้ สามารถเรียนรู้เพิ่มเติมและต่อยอดความรู้จากองค์ประกอบทั้ง 2 นี้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเพียงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน ควรมีการศึกษาแนวทางการนำเกมดิจิทัลการศึกษาที่พัฒนาขึ้นไปใช้เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการคิดในด้านอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นต้น

2.2 ในการวัยครั้งนี้พบว่าผู้เรียนมีลักษณะและมีรูปแบบการเรียนที่แตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาว่าเกมดิจิทัลการศึกษาที่พัฒนาขึ้นนั้น ส่งผลต่อผู้เรียนที่มีลักษณะ (Characteristics)

หรือรูปแบบการเรียน (Learning Styles) ที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพื่อให้สมารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2.3 การวิจัยนี้มุ่งเน้นการทดลองและเก็บข้อมูลในตัวแปร การใช้ตัวช่วย (นางฟ้า) การรับผลป้อนกลับ และคะแนนในการเล่นเกม ซึ่งผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบ stepwise พบว่าตัวแปรทั้งสามตัวนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 35 ควรมีการออกแบบหรือศึกษาทดลองตัวแปรอื่นๆ เช่น ตัวละครในเกม ตัวชี้นำ ว่าอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหรือไม่

2.4 การวิจัยนี้มุ่งเน้นในการทดลองใช้เกมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ควรมีการนำเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Acredolo, L. (2007). Baby minds : Brain-building games your baby will love. Retrieved from http://parentcenter.babycenter.com

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

Alessi, S. M. a. T., Stanley.R.S. (2001). *Multimedia for Learning : Methods and Development* (3rd ed.). Boston : Allyn and Bacon.

Asubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Baroody, A. J., and Coslick, R. T. (1998). *Fostering children's mathematical power: An investigate approach to K-8 mathematics instruction*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Barrows, H. S. (1996). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education,* 20(6), 481-486.

Barrows, H. S. a. T., R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer Publishing Company.

Beth, E. K. (2006). Digital games definitions. Retrieved from http://faculty.washington.edu/bkolko/games/definitions.html

Betz, J. A. (1995). Computer games : Increase learning and thinking in an interactive multidisciplinary environment. Retrieved from http://www.fact.suny.edu/cit95/abstracts.html

Blunt, R. (2007). Does Game-based Learning Work? Result from Three Recent Studies *In Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC)*. Orlando, Florida, USA: NTSA.

Bransford, J., Brown, A. L., and Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school: Expanded Edition*. Washington, DC: National Academy Press.

Bridges, E. M. (1992). *Problem based learning for administrators*. Eugene: ERIC Clearing house on Educational Management.

Britz, J., and Richard , N. (1993). *Problem solving in the early childhood classroom*. Washington, DC: National Education Association.

Bruner, J. T. (1986). *Schools for thought: A science of learning the classroom*. Cambridge, MA: MIT Press.

Bunt-Kokhuis, S., Hansson, H., and Toska, J.A. . (2005). The filter project. Retrieved from www.eurodl.org

Cagwin, P. (1997). *Formulating a building-wide behavior management system for a middle or junior high school: the creation of a problem based learning experience (middle school).* (Doctoral dissertation), Miami University.

Charles, R. a. L., F. (1982). *Teaching problem solving: What, why, & how*. Palo Alto, CA: Dale Seymour.

Connolly, T. M., Stansfield. M., McLellan. E. (2006). Using an online games-based Learning Approach to teach databased desing concepts. *The electronic Journal of e-Learning,* 4(1).

Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Dewey, J. (1976). *Lectures on psychological and political ethics:* 1898. New York Hafner Press.

Duch, B. (1995). Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. *about teaching,* 47(January), 6-7.

Duch, B. (1996). A key factor in PBL. Retrieved from http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html

Egenfeldt – Nielsen, S. (2005). *Beyond edutainment : Exploring the Educational potential of computer games. .* Denmark, IT-University of Copenhagen.

Ellington, H. I., Addinall, E. and Percival, F. (1982). *A Handbook of Game Design*. London: Kogan Page.

Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS: Introducing Statistical Method*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Finkle, S. L. a. T., L. L. (1995). *Introductory documents*. Illinois Math and Science Academy.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and comprehension monitoring: A new era of cognitive development inquiry. *American Psychologist,* 34, 906-911.

Gagne, R. M. (1985). *The condition of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: aresearch and practice model. *Simulation & Gaming,* 33(4), 441-467.

Gee, J. (2003). *What Video Games have to teach us about learning and literacy*. New York : Palgrave Macmilian.

Gee, J. (2004). Good video games and good learning. *Phi Kappa Phi Forum,* 85(2), 33-37.

Gredler, M. (1992). *Designing and evaluating games and simulations : A process approach*. London: Kogan page.

Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.

Guilford, J. P. a. H., R. (1971). *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.

Jansson, D. G., & Smith, S.M. (1991). Design fixation. *Design Studies,* 12(1), 3-11.

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development,* 48(4), 63-85.

Kiili.K. (2007). Foundation for problem-based gamimg. *British Journal of Educational Technology,* 38(3), 394-404.

Kim, B., Park, H., & Baek, Y. (2009). Not just fun, but serious strategies: using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education,* 52(4), 800-810.

Klawe M., M. (1994). The educational potential of electronic games and the E-GEMS Project In T Ottman and I Tomek (eds). *Proceedings of the ED-MEDIA* 94 *World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia*.

Koballa, T. R., Crawley, F. Jr. and Shrigley, R. L. (1990). Problem solving. *Science Education,* 74(3), 334-351.

Krulik, S. a. R., J. A. (1993). *Reasoning and problem solving*. Boston: Allyn and Bacon.

Lavoie, M. (2007). Components of user experience in digital games. Retrieved from http://www.mclavoie.com/projects/gamingpaper/gamingpaper.htm

Linda, T. T. (1997). WHAT IS PROBLEM-BASED LEARNING? Retrieved from http://www.johnsonfdn.org/summer97/pbl.html

Lynam, M. L. (2005). *Using computer games to help increase an awareness of problem solving skill in primary school math students*. Dublin: University of Dublin.

Malone, T. W. (1981). Towards a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science,* 5(4), 333-369.

Mayer, B. a. H., L.E. (1962). *Introduction to research in nursing*. Philadelphia: J.B. Loppincolt Company.

Mayer, R. E. a. W., M.C. (1996). Problem solving transfer. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.) *Handbook of research in Education Psychology*. Washington DC: American Psychological Association.

Mclnerney, D. M. (2002). *Educational psychology : Construction learning*. South Wales: Prentic Hall.

Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious games: games that educate, train, and inform*. Boston, MA: Thomson.

Morgan, C. T. (1978). Thinking and Problem Solving. *A brief introduction to psychology,* 54(309-316).

Papert, S. (1998). Does easy do it? Children game and learning. *Game Developer Magazine*(June).

Paras, B., & Bizzocchi, J. (2005). *Game, motivation, and effective learning: An integrated model for educational game design*. Vancouver: BC.

Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.

Randel, J. M. e. a. (1992). The Effectiveness of Games for Educational Purposes: A Review of Recent Research. *Simulation & Gaming,* 23(3), 261-276.

Richard, V. E. (2006). Digital Game-Based Learning : It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. Retrieved from http://www.educause.edu/apps/er/erm06/erm0620.asp

Rohwer, W. D., Jr., & Thomas, J. W. (1989). The role of autonomous problem-solving activities in learning to program. *Journal of Educational Psychology,* 81(4), 584-593.

Sedighian, K. a. S., A.S. (1996). Can Educational Computer Games Help Educators Learn About the Psychology of Learning Mathematics in Children? 18*th*

Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education the North American Chapter. Florida.

Shelton, B. E. (2007). Designing educational games for activity-goal alignment. In B. E. Shelton & D.Wiley (Eds.) *The Design and Use of Simulation Computer Games in Education* The Netherlands: Sense Publishers.

Shiretuddin, N., Zaibon, S.B. (2011). Designing User Experience for Mobile Game-Based Learning. *International Conference on User Science and Engineering (i-USEr)*.

Singh, J., Ling L.W. and Shanmugam, M. (2008). Designing computer games to introduce Programming to children *Proceeding of the 4th International conference on Information and Multimedia*. Kuala Lumpur: Malaysia.

Sorensen, B. H. (2002). *Children's new Learning Skill- Educational Perspectives*. Kobenhavn: Gads Forlag.

Squire, K., et al. (2005). Form Users to Designer : Buildind a self–Organizing Game–Based Learning Environment. Retrieved from http://www.aect.org/Publications/index.asp

Squire, K. D. (2002). Cultural framing of computer/video games. *Game Studies,* 2(1).

Squire, K. D. (2004). Replaying history. Retrieved from http://website.education.wisc.edu/kdsquire/dissertation.html

Sternberg, R. J., and Ben-Zeev, T. (2001). *Complex cognition the psychology of human thought*. Oxford: Oxford University Press.

Tan, P. H., Ling, S.W., and Ting. C.Y. (2007). Adaptive Digital Game- based Learning Framework. *Paper presented at the Proceedings of the 2nd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts.*

Teed, R. (2006). Game-based learning. Retrieved from http://serc.carleton.edu/introgeo/games/index.html

Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., and Dorval, K. B. (2000). Creative problem solving (CPS Version 6.1TM) A contemporary framework for managing change Retrieved from http://books.google.co.th/books?id=qLZ3nMUPsyYC&pg=PA20&lpg=PA20&dq=creative+problem+solving+(cps+version+6.1tm)+a+contemporary+Treffinger&source=bl&ots=oeV9osy7Lq&sig=6MjehCBo4TtBYZi0FmKC7mvXg_4&hl=th#v=o

nepage&q=creative%20problem%20solving%20(cps%20version%206.1tm)%20a%20contemporary%20Treffinger&f=false

Walker, A. a. S., B. E. (2008). Problem-based educational game: Connections, Prescriptions, and Assessment. *JL. Of Interactive Learning Research,* 19(4), 663-684.

Walton, H. J., and Matthews, M.B. (1989). Essentials of problem-based learning. 23, 542-558.

Webster. (1994). *Webster's encyclopedic unabridged dictionary of the english language*. USA: Dilithum Press.

Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody' problem. *The Science Teacher,* 41, 16-18.

Welker, E. (2006). Decision making & problem solving with teens. Retrieved from http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/5301.html

White, B. Y. (2000). Desidning computer games to help physics students understand Newton's laws of motion. *Cognition and Instruction,* 1(1), 69-108.

Wilkerson, L., and Feletti, G. (1989). Problem-based learning: One approach to increasing student participation. In the department chairperson's role in enhancing college teaching, A.F. Lucas ed. *New directions for teaching and learning*.

Woods, D. R. (1994). *Problem-based leaning: how to gain the most from PBL*. Woods Publisher, Waterdown ON Canada distributed by McMaster University Bookstore: Hamilton.

Wynroth, L. Z. (1970). *Learning arithmetic by playing games.* (Doctoral dissertation), Cornell University.

Yang, S. P. (2002). *Problem-based learning on the World Wide Web in an undergraduate kinesiology class: an integrative approach to education.* (Master), The University of New Brunswick.

ภาษาไทย

กมลทิพย์ ต่อติด. (2547). ผลของการฝึกกระบวนการสืบสอบที่มีต่อความสามารถในเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรุงเทพธุรกิจออนไลน์. (2555). เด็กไทยรั้งท้ายผลสอบ"PISA" นักวิชาการชี้ขาดคิดวิเคราะห์. Retrieved from http://www.bangkokbiznews.com/home/detail/politics/education.html

กันยา สุวรรณแสง. (2532). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: รวมสาส์น.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย [เอสพีเอสเอส ฟอร์ วินโดวส์] *SPSS for Windows*. กรุงเทพมหานคร: ธรรมสาร.

ขวัญเรือน พุทธรัตน์. (2546). ผลของการเรียนรู้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศ ที่มีต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, ก., สำนักงาน. (2543). ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

คมกริบ ธีรานุรักษ์. (2552). การพัฒนามาตรวัดเมตาคอกนิชันโดยใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรรยา สุวรรณทัต. (2529). พื้นฐานความเข้าใจทางจิตวิทยา เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. (2542). การสอนให้รู้จักคิดแก้ปัญหา. วารสารศิลปกรรมศาสตร์, 7(1), 47-48.

จำเนียร ช่วงโชติ. (2521). ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มบุคคล. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ฉัตรลดา สุนทรนนท์. (2549). ผลการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เฉลิม วราวิทย์. (2531). แนวคิดใหม่ในแพทยศาสตร์ศึกษา. วารสารครุศาสตร์, 16(มกราคม-มีนาคม), ก-ฎ.

ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2522). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพาณิช.

ชูศักดิ์ พุกกะพันธุ์. (2541). การเปรียบเทียบความสัมฤทธิ์ผลในการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอนเชิงทดลองแบบการแก้ปัญหาและการสอนเชิงทดลองแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ดวงกมล ตั้งกิจเจริญพร. (2548). ผลของแบบการเรียนโดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียตามแนวคิดคอนสตักติวิสต์ เรื่องมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์. (2531). ทักษะการแก้ปัญหากับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. กรุงเทพมหานคร: หน่วยแพทยศาสตรศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองสุข คำธนะ. (2538). ผลของการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลผู้สูงอายุของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมณี และคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2537). ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น [ลิสเรล] *LISREL:* สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคม และพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นาถวดี นันทาภินัย. (2546). รูปแบบปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายและเมตาคอคนิชันในการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาที่มีผลต่อการแก้ปัญหาในวิชาโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

น้ำค้าง แสงส่ว่าง. (2542). ผลของการเรียนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์อักษณไขว้ที่มีต่อความรู้ในการใช้ศัพท์ภาษาอังกฤษเพื่อการวินิจฉัยทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุตอนงค์ ทัดบัว. (2540). การศึกษาบทบาทของครูในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของเด็กวัยอนุบาลในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดนนทบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เนตร หงษ์ไกรเลิศ. (2545). ผลของการควบคุมบทเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมไม่อยู่นิ่งระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชู บุญลิขิตศิริ. (2548). ผลของรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนในการฝึกอบรมโดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบุคลากรศูนย์ฝึกอบรมและควบคุมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปณิตา วรรณพิรุณ. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประเวศ วะสี. (2544). ยุทธศาสตร์ทางปัญญา และการปฏิรูปการศึกษาที่พาประเทศพ้นวิกฤต. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

ประสาท อิศรปรีดา. (2521). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: กราฟิคอาร์ต.

ปิยนันท์ ปานนิ่ม. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเสริมแรงทางบวกในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่ง. (ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยะธิดา ขจรชัยกุล. (2547). การพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาสำหรับเด็กปฐมวัยตามแนวคิดทฤษฎีสกีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงแก้ว ปุณยกนก. (2531). แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (เอ็มอีคิว) เพื่อใช้วัดทักษะการแก้ปัญหา รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ Basanti Majumdar. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา (*Problem-based learning)*. กรุงเทพมหานคร: ธนาเพรส แอนด์ กราฟฟิค จำกัด.

พิชิต สนั่นเอื้อ. (2542). ผลของการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบสอดแทรกในวิชาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์สกลนคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นส าคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2549). คู่มือครูพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศาสตร์: การบูรณาการทักษะกระบวนการคิดในการเรียนการสอนเนื้อหาสาระ โครงการวิจัย เรื่อง การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิตนักศึกษาครู ระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศึกษา: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. . (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุวดี ฤาชา. (2536). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม การจัดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับอาจารย์พยาบาล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิชั่น จำกัด.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

วัลนิกา ฉลากบาง. (2535). จิตวิทยาและการแนะแนวเด็กประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการประเมิน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริพร หัตถา. (2538). ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้การเสริมแรงด้วยเกมคอมพิวเตอร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษเรื่องการใช้บุพบทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษต่ำ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริวรรณ ฤกษนันท์. (2549). ผลของการใช้เกมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร(1), 83-88.

ศิวพร เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา. (2529). การศึกษาเปรียบเทียบความามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ*m*ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 โดยวิธีสอนตามขั้นทั้งสี่ของอริยสัจกับการสอนตามคู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, ส. (2552). ตัวชี้วัดและ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2538). กระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร.

สุกัญญา ยุติธรรมนนท์. (2539). ผลของการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ ประสิทธิรัฐสินธุ์ และ ลัดดาวัลย์ รอดมณี. (2527). เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

สุภมาส อังศุโชติ และคณะ. (2551). สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ : เทคนิคการใช้โปรแกรม [ลิสเรล]*LISREL*. กรุงเทพมหานคร: มิสชั่นมีเดีย.

สุภาพร สายสวาท. (2548). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยการจัดประสบการณ์แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), คณะศึกศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อรรถกร เหล่าศิริหงส์ทอง. (2538). เอกสารประกอบการสัมมนา โครงการสัมมนาระยะยาว หลักสูตร Mini Master Factory Management. สำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: เอกสารอัดสำเนา.

อานนท์ เอื้ออุมากุล. (2549). ผลของการใช้เกมดิจิทอลในการเรียนฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ตอนที่ 1

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ
   อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. ธีรวดี ถังคบุตร
   อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฑาภรณ์ สุวรรณเปี่ยม
   อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม

ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัยตอนที่ 2

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ใจทิพย์ ณ สงขลา
   อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ
   อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์จีระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์
   อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม

ผู้ทรงคุณวุฒิการตรวจเครื่องมือขั้นตอนที่ 3

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ
   อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์อรชา พันธุบรรยงก์
   อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม
3. อาจารย์ ดร. ไอยศรา สุภาไวย์
   อาจารย์โรงเรียนดลวิทยา
4. อาจารย์ ดร. วรีสา ชูวัฒนกูล
   อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. อาจารย์ ดร. พีรพงษ์ พรวงศ์ทอง
   อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6 อาจารย์ ดร. ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. สุรพล บุญลือ
อาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรกฤช มณีวรรณ
อาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกลาธนบุรี

9. อาจารย์ ดร. ธีรวดี ถังคบุตร
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจเครื่องมือแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ซ่อนกลิ่น วิรัตย์โยสินทร์
อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม

2. อาจารย์อรชา พันธุบรรยงก์
อาจารย์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม

3. อาจารย์ ดร. ภาวิณี โสธายะเพ็ชร
อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
ผลการหาค่าความยากอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา
การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องขยะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการหาคุณภาพด้านความเที่ยง ค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

ข้อ	แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา			
	ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2	
	p	r	p	r
1	0.76	0.56	0.52	0.33
2	0.59	0.33	0.79	0.44
3	0.28	0.56	0.38	0.22
4	0.34	0.22	0.72	0.22
5	0.41	0.22	0.41	0.22
6	0.41	0.33	0.66	0.56
7	0.62	0.33	0.45	0.67
8	0.24	0.22	0.28	0.33
9	0.48	0.56	0.66	0.22
10	0.24	0.22	0.38	0.22
11	0.52	0.22	0.52	0.33
12	0.55	0.22	0.45	0.22
13	0.55	0.33	0.45	0.33
14	0.45	0.33	0.42	0.78
15	0.52	0.44	0.24	0.22
16	0.52	0.33	0.62	0.33
17	0.59	0.22	0.34	0.33
18	0.48	0.78	0.52	0.44
19	0.59	0.67	0.38	0.67
20	0.31	0.56	0.41	0.56
		ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ		
		0.80		0.72

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียน

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

สถานการณ์ที่ 1

ปัจจุบันปริมาณขยะที่เก็บจากโรงเรียนต่างๆมีเป็นจำนวนมากจนกลายเป็นปัญหาสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในโรงเรียนที่อยู่ในเขตเมือง ซึ่งขยะที่พบส่วนใหญ่เป็นขยะที่ย่อยสลายได้ยากและเป็นปัญหาต่อการกำจัด เช่น โฟม พลาสติก

1. ข้อใดคือประเด็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. นักเรียนใช้ทรัพยากรมากขึ้น
   ข. โรงเรียนสร้างขยะเพิ่มมากขึ้น
   ค. จำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
   ง. ขยะที่ย่อยสลายได้ยากมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น
2. ข้อใดคือสาเหตุสำคัญของปัญหาในข้อที่ 1
   ก. ประชากรในโรงเรียนเพิ่มมากขึ้น
   ข. การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดขยะเป็นจำนวนมาก
   ค. ครอบครัวขาดการคุมกำเนิดทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้น
   ง. หน่วยงานของรัฐไม่รับผิดชอบดูแลจัดเก็บและกำจัดขยะ
3. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นแนวทางที่ดีที่สุดที่จะช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. รณรงค์ให้มีการคุมกำเนิดมากขึ้น
   ข. เรียกร้องให้รัฐรับผิดชอบดูแลการกำจัดขยะ
   ค. เลิกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดขยะและมลพิษ
   ง. ใช้จานกระดาษแทนการใช้ถ้วยโฟมและจานพลาสติก
4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในข้อที่ 3 ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
   ก. ประชากรมีจำนวนลดลง
   ข. โรงเรียนสะอาดปราศจากขยะ
   ค. ขยะย่อยสลายยากมีจำนวนลดลง
   ง. รัฐดำเนินการเก็บขยะอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถานการณ์ที่ 2

บ่อขยะของชุมชนแห่งหนึ่งตั้งอยู่ใกล้ๆกับโรงเรียน กลิ่นของขยะลอยไปตามลม ในบางครั้งมีกลิ่นเหม็นมาก นักเรียนในโรงเรียนได้กลิ่นอยู่เสมอ บางวันมีนักเรียนหลายคนมีอาการวิงเวียน คลื่นไส้ อาเจียน หน้ามืด จนต้องถูกนำส่งโรงพยาบาล

5. จากสถานการณ์นี้ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร
   ก. คนทิ้งขยะผิดกฎหมาย
   ข. นักเรียนถูกนำส่งโรงพยาบาล
   ค. มลภาวะเป็นพิษทางอากาศ
   ง. ขยะที่ถูกทิ้งไว้มีสารพิษและสารตกค้าง
6. จากข้อความ สาเหตุของปัญหาในข้อ 5 คืออะไร
   ก. บ่อขยะสร้างมลพิษทางอากาศ
   ข. อากาศเป็นพิษทำลายระบบประสาท
   ค. นักเรียนขาดความรู้ในการดูแลตัวเอง
   ง. เจ้าหน้าที่ของรัฐไม่เข้มงวดในการทิ้งขยะ
7. นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องที่สุดคืออะไร
   ก. ติดเครื่องกรองอากาศทั่วโรงเรียน
   ข. รีบจัดการแยกขยะไปใช้ประโยชน์
   ค. ให้ความรู้แก่นักเรียนในการดูแลตนเอง
   ง. ใช้มาตรการทางกฎหมายจัดการคนทิ้งขยะ
8. ผลที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 7 จะเป็นอย่างไร
   ก. ไม่มีบ่อขยะในชุมชนนี้อีก
   ข. โรงเรียนสะอาดปราศจากมลพิษ
   ค. นักเรียนหายจากอาการวิงเวียน คลื่นไส้
   ง. ระบบประสาทของนักเรียนไม่ถูกรบกวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สถานการณ์ที่ 3

โรงอาหารของโรงเรียนแห่งหนึ่งตั้งอยู่ใกล้กับถังขยะรวม ทำให้มีแมลงวันจำนวนมากบินตอมจานอาหารและเศษอาหารบนโต๊ะ ทำให้คนเจ็บป่วยด้วยโรคท้องร่วงเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดความรำคาญในระหว่างรับประทานอาหาร

9. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ประเด็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร
   ก. คนเจ็บป่วยด้วยโรคท้องร่วง
   ข. คนมาใช้บริการโรงอาหารน้อย
   ค. โรงอาหารมีแมลงวันจำนวนมาก
   ง. โรงอาหารเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน
10. จากข้อความ สาเหตุของปัญหาในข้อ 9 คืออะไร
   ก. โรงอาหารตั้งอยู่ใกล้ถังขยะ
   ข. อาหารในโรงอาหารไม่สะอาด
   ค. แมลงวันเป็นพาหะนำโรคท้องร่วง
   ง. แมลงวันก่อให้เกิดความรำคาญขณะรับประทาน
11. นักเรียนจะเสนอวิธีการแก้ปัญหานี้อย่างไร
   ก. ฉีดย่าฆ่าแมลงทั่วโรงอาหาร
   ข. ย้ายถังขยะรวมของโรงเรียน
   ค. ร่วมกันรักษาความสะอาดในโรงอาหาร
   ง. เลือกรับประทานอาหารที่ไม่มีแมลงวันตอม
12. ผลที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 11 จะเป็นอย่างไร
   ก. โรงอาหารสะอาดเรียบร้อย
   ข. โรงอาหารไม่มีแมลงรบกวน
   ค. คนไม่เจ็บป่วยจากโรคท้องร่วง
   ง. คนมาใช้บริการโรงอาหารจำนวนมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถานการณ์ที่ 4

การส่งเสริมการบริโภคของโรงเรียนแห่งหนึ่งส่งผลให้นักเรียนบริโภคอาหารในโรงอาหารมากขึ้น และส่งผลกระทบให้โรงเรียนมีขยะเพิ่มมากขึ้น นักเรียนหลายคนทิ้งขยะไม่เป็นที่ อีกทั้งเจ้าหน้าที่ในการจัดเก็บมีจำนวนน้อย ทำให้ทัศนียภาพของโรงเรียนไม่สวยงาม

13. ประเด็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร
    ก. จำนวนขยะมีมากขึ้น
    ข. เจ้าหน้าที่จัดเก็บขยะมีน้อย
    ค. นักเรียนทานอาหารเพิ่มมากขึ้น
    ง. ทัศนียภาพของโรงเรียนไม่สวยงาม
14. จากข้อความ สาเหตุของปัญหาในข้อ 13 คืออะไร
    ก. นักเรียนทิ้งขยะไม่เป็นที่
    ข. การเก็บขยะมูลฝอยไม่หมด
    ค. เจ้าหน้าที่ขาดความรับผิดชอบ
    ง. การส่งเสริมการบริโภคของโรงเรียน
15. นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องที่สุดคืออะไร
    ก. ปรับปรุงทัศนียภาพของโรงเรียน
    ข. ลดการส่งเสริมการบริโภคของผู้เรียน
    ค. เพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ในการเก็บขยะให้มากขึ้น
    ง. ปลูกจิตสำนึกในการรักษาความสะอาดแก่นักเรียน
16. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาในข้อ 15 คืออะไร
    ก. ปริมาณขยะลดลง
    ข. โรงเรียนสะอาดมากขึ้น
    ค. โรงเรียนขายอาหารดีขึ้น
    ง. เจ้าหน้าที่รับผิดชอบงานดีขึ้น
    จ.

สถานการณ์ที่ 5

โรงงานอุตสาหกรรมได้มีการนำขยะประเภทโลหะหนัก เช่น ตะกั่วและปรอท มาทิ้งไว้ในที่ดินรกร้าง ทำให้ดินบริเวณนั้นมีโลหะหนักสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก จากการตรวจวัดสภาพดินบริเวณนั้นพบว่า ดินมีสภาพความเป็นพิษสูง ทำให้พืชจำนวนมากที่ปลูกบริเวณนั้นตาย

17. จากข้อความ ประเด็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร
    ก. ดินมีสภาพเป็นพิษ
    ข. การบุกรุกที่รกร้าง
    ค. พืชจำนวนมากตาย
    ง. โรงงานกำจัดขยะไม่ถูกวิธี
18. จากข้อความ สาเหตุของปัญหาในข้อ 17 คืออะไร
    ก. ตรวจพบตะกั่วและปรอทในดิน
    ข. รัฐขาดมาตรการตรวจสอบโรงงาน
    ค. การปลูกพืชในสถานที่ที่มีดินเป็นพิษ
    ง. โรงงานอุตสาหกรรมทิ้งขยะเป็นพิษลงในดิน
19. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นแนวทางที่ดีที่สุดที่จะช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. นำขยะประเภทโลหะหนักไปทิ้งที่อื่น
    ข. จัดจำนวนถังขยะในที่สาธารณะให้มากขึ้น
    ค. ปลูกพืชในสถานที่ที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์
    ง. วางกฎระเบียบข้อบังคับการกำจัดขยะของโรงงานอุตสาหกรรม
20. ผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาในข้อที่ 19 จะเป็นอย่างไร
    ก. พื้นที่รกร้างสะอาดขึ้น
    ข. พืชเจริญเติบโตงอกงามดี
    ค. ปริมาณสารพิษในดินลดน้อยลง
    ง. ปริมาณขยะที่เป็นอันตรายลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียน

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

สถานการณ์ที่ 1

ในวิชาวิทยาศาสตร์ อาจารย์ผู้ใหญ่ท่านหนึ่งเล่าเหตุการณ์ในอดีตเกี่ยวกับโรงเรียนให้นักเรียนในห้องฟังว่า

อาจารย์: เมื่อก่อนที่ครูเข้ามาทำงานในโรงเรียนนี้ใหม่ๆ สระน้ำของโรงเรียนสะอาดมาก มีดอกบัว บานเป็นจำนวนมากในสระน้ำ และน้ำในสระใสมากจนเห็นตัวปลาว่ายน้ำไปมา

นักเรียนต้น: สระน้ำโรงเรียนนี้หรือครับ (นักเรียนคนนี้ถามอย่างตกใจ ทำหน้าแบบไม่น่าเป็นไปได้เลย

อาจารย์: ใช่จ้ะ สระของโรงเรียนแห่งเดียวนี่แหละ ตอนนั้นน้ำในสระใสสะอาดมาก ครูยังเคยนำพืชน้ำบางชนิดในสระ เช่น สาหร่ายหางกระรอกมาให้นักเรียนสังเกตในวิชาวิทยาศาสตร์ และหลังเลิกงานคนในโรงเรียนมักจะมานั่งพักผ่อนใกล้ๆสระน้ำเป็นประจำ

นักเรียนแอน: อยากให้สระน้ำในโรงเรียนเป็นเหมือนสมัยครูเข้ามาทำงานใหม่ๆจังค่ะ เพราะน้ำในสระตอนนี้ มีสีคล้ำ มีแต่ขยะลอยเต็มไปหมด และน้ำเสียจากที่ทิ้งขยะใกล้ๆก็ไหลลงสระน้ำ ไม่น่าเชื่อเลยค่ะว่าสมัยก่อนสระน้ำแห่งนี้จะเป็นแหล่งพักผ่อนของคนในโรงเรียน

1. จากการสนทนาดังกล่าว อาจารย์และนักเรียนสนทนากันถึงปัญหาใด
   ก. ปัญหาน้ำในสระเน่าเสีย
   ข. ปัญหาขยะในแหล่งน้ำ
   ค. ปัญหาการผลิตน้ำประปา
   ง. ปัญหาน้ำสะอาดมีไม่เพียงพอ
2. จากบทสนทนาข้างต้น นักเรียนสรุปได้ว่ามีสาเหตุจากอะไร
   ก. มีคนจำนวนมากนำน้ำในสระน้ำไปใช้
   ข. มีคนในโรงเรียนไม่เห็นประโยชน์ของน้ำ
   ค. มีการจับสัตว์น้ำในสระเป็นจำนวนมาก
   ง. มีการทิ้งขยะลงในน้ำและน้ำเสียจากขยะไหลลงสระน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นแนวทางเร่งด่วนที่สุดที่ควรทำเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. ไม่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลต่างๆลงในสระน้ำ
   ข. เดินรณรงค์รักษาความสะอาดของแหล่งน้ำในโรงเรียน
   ค. ชักชวนเพื่อนๆช่วยกันรักษาความสะอาดของโรงเรียน
   ง. เสนออาจารย์ให้จัดนักการภารโรงทำความสะอาดสระน้ำและบริเวณรอบสระน้ำ
4. ถ้าทุกคนในโรงเรียนร่วมใจกันแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่นำเสนอในข้อ 3 จะเกิดผลดีอย่างไร
   ก. น้ำในสระจะใสสะอาดขึ้น
   ข. น้ำในสระมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น
   ค. ปริมาณสิ่งมีชีวิตในสระจะเพิ่มมากขึ้น
   ง. คนในโรงเรียนจะกลับมาใช้น้ำในสระตามเดิม

สถานการณ์ที่ 2

โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งมักจะมีเศษอาหารเหลือทิ้งจำนวนมาก ทุกวันแม่ครัวมักจะนำเศษอาหารที่เหลือ ทิ้งลงในท่อระบายน้ำที่ไหลออกสู่บ่อพักน้ำข้างโรงเรียน เมื่อเวลาผ่านไปบ่อพักน้ำข้างโรงเรียนนี้ก็เริ่มเน่าและส่งกลิ่นเหม็นไปทั่วบริเวณอาคารอเนกประสงค์ของโรงเรียน ที่ใช้จัดเป็นสถานที่เล่นกีฬาในร่ม ทำให้นักเรียนไม่อยากมาเล่นที่อาคารแห่งนี้และบางคนมีอาการแสบจมูก

Chulalongkorn University

5. ปัญหาจากสถานการณ์นี้คือข้อใด
   ก. เศษอาหารอุดตันท่อระบายน้ำ
   ข. เด็กไม่มีสถานที่เล่นกีฬาในร่ม
   ค. บริเวณอาคารอเนกประสงค์มีกลิ่นเหม็น
   ง. นักเรียนป่วยเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ
6. สาเหตุของปัญหาในข้อที่ 5 คืออะไร
   ก. การกำจัดเศษอาหารไม่ถูกสุขลักษณะ
   ข. ขาดแคลนภาชนะในการการจัดเก็บเศษอาหาร
   ค. แม่ครัวทำอาหารเกินความต้องการของนักเรียน
   ง. นักเรียนรับประทานอาหารเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก

7. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นแนวทางที่ดีที่สุดที่จะช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. นำเศษอาหารไปหมักทำปุ๋ยชีวภาพ
   ข. รณรงค์ให้นักเรียนรับประทานให้หมด
   ค. ทำอาหารให้พอดีกับความต้องการของนักเรียน
   ง. จัดหางบประมาณในการจัดซื้อภาชนะเก็บเศษอาหาร
8. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในข้อที่ 7 ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
   ก. ลดปริมาณเศษอาหาร
   ข. สภาพแวดล้อมในโรงเรียนดีขึ้น
   ค. มีภาชนะเก็บเศษอาหารเพียงพอ
   ง. เด็กนักเรียนหายป่วยจากโรคระบบทางเดินหายใจ

สถานการณ์ที่ 3

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขได้ทำการตรวจสุขภาพของคนในชุมชนแห่งหนึ่งพบว่าเป็นโรคกาฬโรคเป็นจำนวนมาก หลังจากการสำรวจพื้นที่ภายในชุมชน พบว่ามีขยะมูลฝอยกองรวมกันเป็นจำนวนมากในพื้นที่ร้าง อีกทั้งบริเวณที่ร้าง นั้นยังเต็มไปด้วยหนูแมลงสาบ ยุงและแมลงวันที่อาศัยอยู่ในกองขยะ

9. จากข้อความดังกล่าวปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร
   ก. ในชุมชนมีพื้นที่รกร้าง
   ข. ไม่มีที่รักษาพยาบาลผู้ป่วย
   ค. ในชุมชนมีหนูเป็นจำนวนมาก
   ง. คนในชุมชนเป็นกาฬโรคจำนวนมาก
10. ข้อใดคือสาเหตุสำคัญของปัญหาในข้อที่ 9
   ก. ความมักง่ายของคนในชุมชน
   ข. ชุมชนห่างไกลจากสถานพยาบาล
   ค. ขาดสถานที่ในการกำจัดขยะที่ถูกสุขลักษณะ
   ง. คนในชุมชนไม่ได้ฉีดวัคซีนป้องกันกาฬโรค

11. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นแนวทางที่ยั่งยืนที่จะช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้

ก. ควบคุมการขยายพันธุ์ของหนู

ข. นำพื้นที่ร้างไปทำเป็นสวนสาธารณะ

ค. จัดหาวัคซีนป้องกันกาฬโรคให้แก่คนในชุมชน

ง. ให้ความรู้กับคนในชุมชนเกี่ยวกับการจัดการขยะที่ถูกวิธี

12. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในข้อที่ 11 ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ก. หนูมีจำนวนลดลง

ข. คนในชุมชนปราศจากโรคต่างๆ

ค. ไม่มีแหล่งเพาะและแพร่พันธุ์เชื้อโรค

ง. ชุมชนมีสวนสาธารณะไว้ใช้ประโยชน์

สถานการณ์ที่ 4

การส่งเสริมการท่องเที่ยวจังหวัดกระบี่ของหน่วยงานราชการผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น แต่ส่งผลกระทบให้แหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดกระบี่มีขยะเพิ่มมากขึ้น มีการทิ้งขยะไม่เป็นที่ อีกทั้งจำนวนเจ้าหน้าที่ในการจัดเก็บมีจำนวนน้อย ทำให้ทัศนียภาพของแหล่งท่องเที่ยวไม่สวยงาม

13. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

    ก. จำนวนขยะเพิ่มมากขึ้น

    ข. นักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น

    ค. เจ้าหน้าที่จัดเก็บขยะมีน้อย

    ง. ทัศนียภาพของแหล่งท่องเที่ยวไม่สวยงาม

14. สาเหตุของปัญหาคืออะไร

    ก. การเก็บขยะมูลฝอยไม่หมด

    ข. นักท่องเที่ยวขาดจิตสำนึกที่ดี

    ค. เจ้าหน้าที่ขาดความรับผิดชอบ

    ง. การส่งเสริมการท่องเที่ยวของหน่วยงานราชการ

15. นักเรียนคิดว่าข้อใดเป็นแนวทางที่ดีที่สุดที่จะช่วยแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้

    ก. จัดจำนวนถังขยะให้มากขึ้น

    ข. เพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ให้มากขึ้น

    ค. ปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์ให้แก่นักท่องเที่ยว

    ง. วางกฎระเบียบข้อบังคับปรับโทษให้ผู้ทิ้งขยะไม่เป็นที่

16. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในข้อที่ 11 ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

    ก. ปริมาณขยะลดลง

    ข. ธุรกิจการท่องเที่ยวดีขึ้น

    ค. แหล่งท่องเที่ยวสะอาดมากขึ้น

    ง. จำนวนถังขยะเพียงพอสาหรับนักท่องเที่ยว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

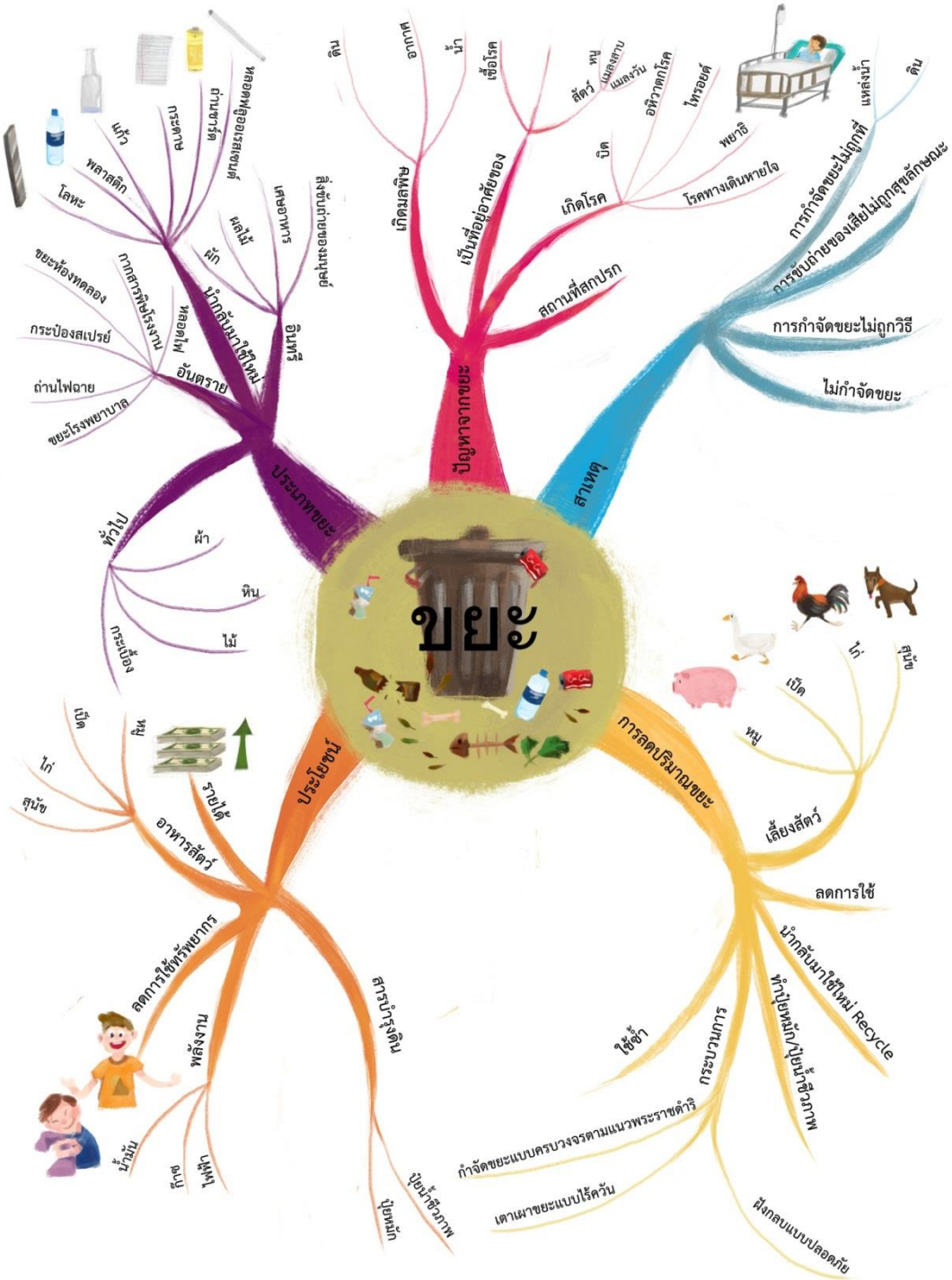
สถานการณ์ที่ 5

เมื่อฝนตก โรงเรียนประชารัฐมักจะเกิดน้ำท่วมทางเดินและบริเวณต่างๆอยู่เสมอ ทั้งๆ ที่โรงเรียนอื่นๆที่อยู่ใกล้เคียงไม่เคยเกิดน้ำท่วมขึ้นเลย แต่เมื่อมีการสำรวจจากเจ้าหน้าที่ภายในโรงเรียน พบว่า ในโรงเรียนนี้มีท่อระบายน้ำอย่างดี แต่ในท่อระบายน้ำส่วนใหญ่มีเศษขยะ ห่อขนม ถุงพลาสติก ขวดน้ำพลาสติก และเศษกิ่งไม้ใบไม้จำนวนมาก

17. ข้อใดคือปัญหาของสถานการณ์นี้
    ก. ท่อระบายน้ำในโรงเรียนอุดตัน
    ข. ระบบระบายน้ำในโรงเรียนขัดข้อง
    ค. โรงเรียนนี้เกิดน้ำท่วมบริเวณต่างๆอยู่เสมอ
    ง. โรงเรียนนี้มีเศษขยะประเภทขวดน้ำดื่มจำนวนมาก
18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์นี้
    ก. ท่อระบายน้ำมีเศษขยะอุดตัน
    ข. โรงเรียนนี้ตั้งอยู่บริเวณที่มีฝนตกชุก
    ค. ท่อระบายน้ำของโรงเรียนมีขนาดเล็ก
    ง. โรงเรียนนี้ตั้งอยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าโรงเรียนอื่น
19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ให้นักเรียนย้ายไปอยู่ในโรงเรียนที่ดีกว่านี้
    ข. ให้หน่วยงานเข้ามาถมที่โรงเรียนให้สูงขึ้น
    ค. ให้โรงเรียนปรับปรุงขยายขนาดท่อระบายน้ำ
    ง. ให้ช่วยกันเก็บขยะและขุดลอกท่อระบายน้ำของโรงเรียน
20. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
    ก. พื้นที่ในโรงเรียนสูงขึ้น
    ข. นักเรียนได้อยู่ในโรงเรียนใหม่ที่ดีขึ้น
    ค. ในโรงเรียนมีท่อระบายน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
    ง. ท่อระบายน้ำในโรงเรียนสามารถระบายน้ำได้ดีขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์เนื้อหา เรื่องขยะ ระดับชั้น



ภาคผนวก ค
รูปภาพการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพการทดลองโรงเรียนเกษมพิทยา

ภาพการทดลองโรงเรียนประชานิเวศน์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพรพิมล รอดเคราะห์ เกิดเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2526 ภูมิลำเนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 ปัจจุบันทำงานเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University