

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลก
เสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ
การแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รัชณีวัลย์ อัครวิกรัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาคาร

พ.ศ. 2563

**The Development of a Science Learning Activity Model Integrated with
Augmented Reality Technology to Enhance Critical Thinking Abilities
and Problem Solving for Mathayomsuksa III Students**

Rachaneewan Akharawikrai

**A Thesis Submitted in Partial of the Requirements
for the Degree of Doctor of Education Program
Department of Curriculum and Instruction
College of Education Sciences, Dhurakij Pundit University**

2020



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรฉา

ปริญญา ศึกษาศาสตรคุษฎฐบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลก
เสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและ
การแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เสนอโดย

นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรัย

หลักสูตร

ศึกษาศาสตรคุษฎฐบัณฑิต

สาขาวิชา

หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.วีระเดช เชื้อนาม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรรงค์ ผลโภค)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร.วีระเดช เชื้อนาม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พงษ์ภิญโญ แม้นโกศล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรรณุก์ วงษ์อยู่น้อย)

วิทยาลัยครุศาสตร์รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์
(อาจารย์ ดร.พงษ์ภิญโญ แม้นโกศล)

วันที่ ...11... เดือน ...สิงหาคม... พ.ศ. 2563...

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ชื่อผู้เขียน	รัชณีวัลย์ อัครวิกรัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. วีระเดช เชื้อนวม
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาและ 2) ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ และ ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษานี้คือเรื่องพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 36 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง ใช้เวลาการทดลองจำนวน 28 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

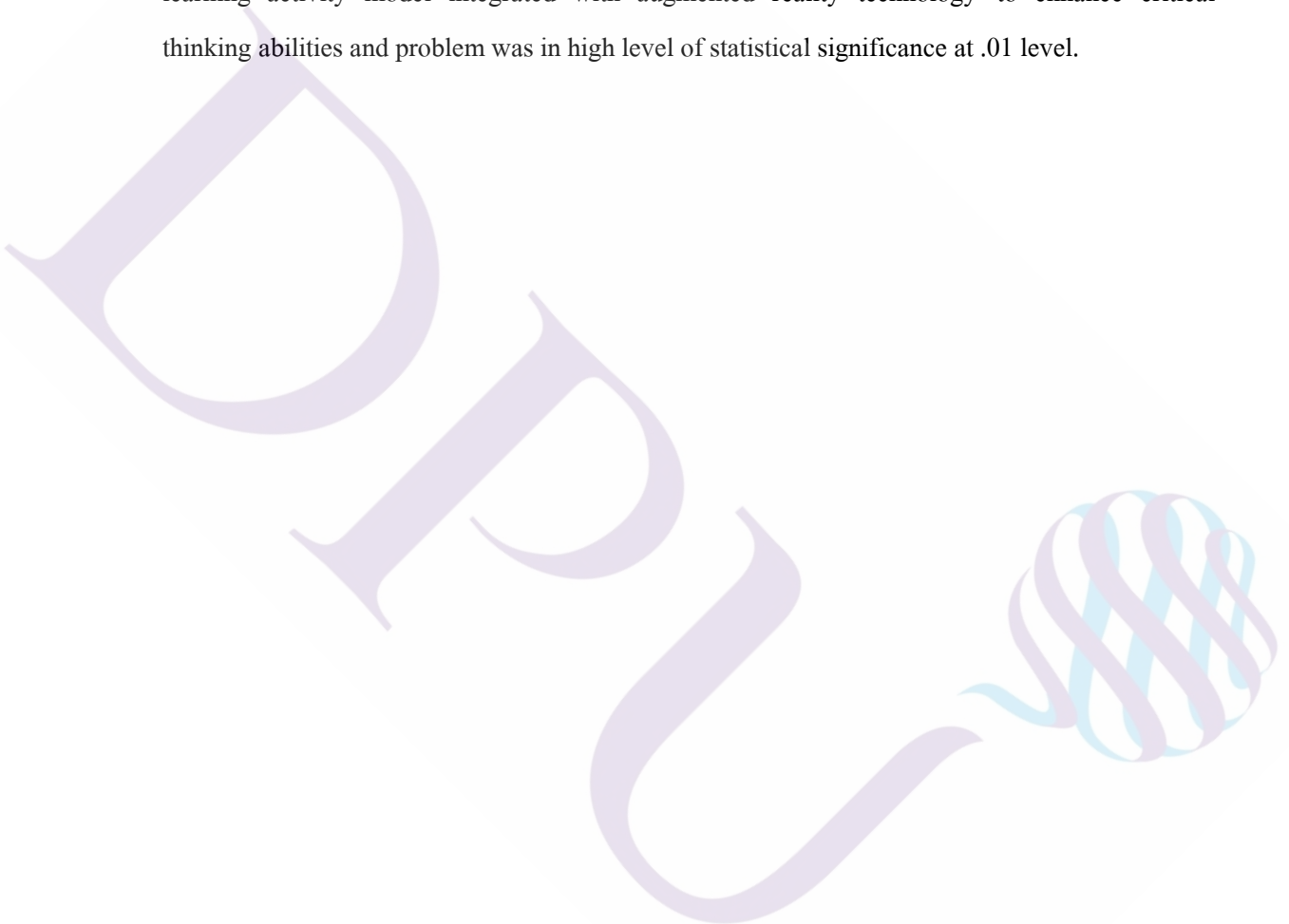


Thesis Title	The Development of a Science Learning Activity Model Integrated with Augmented Reality Technology to Enhance Critical Thinking Abilities and Problem Solving for Mathayomsuksa III Students
Author	Rachaneewan Akharawikrai
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Thunyakorn Chuaytukpuan
Co-Thesis Advisor	Dr. Weeradej Cheunam
Department	Curriculum and Instructions
Academic Year	2019

ABSTRACT

The purposes of this research aimed to 1) develop science learning activity model integrated with augmented reality technology to enhance critical thinking abilities and problem solving for mathayomsuksa 3 students and 2) study the effectiveness of science learning activity model integrated with augmented reality technology to enhance critical thinking abilities and problem solving. there were 6 steps as follows: 1) preparation 2) problem statement 3) problem analyze 4) practice 5) skill assessment and 6) conclusion. Electrical energy content used in this study consists of 4 learning units; Basic electrical circuit, House electrical circuits, Electrical energy and Electric power. The participants sampling by cluster random method were divided into one group with 36 students of the ninth-grade students at Kasetsart University Laboratory School Center for Education Research and Development. The research is one group pre-test post-test design. It took 28 hours used. Research tools were the development of a science learning activity model integrated with augmented reality technology to enhance critical thinking abilities and problem, science learning activity model integrated with augmented reality technology, achievement test, critical thinking abilities test, problem abilities test and satisfactory questionnaires. The statistics used for data analyzing were medians, standard deviation and t-test dependent.

The results found that the students learning achievement after learning with the process were significantly higher than before learning and also higher than the selected standard efficiency criterion at .01 level. Students had critical thinking abilities higher than before learning significantly and also higher than the selected standard efficiency criterion at .01 level. Problem abilities mean score was in the high level of statistical significance and also higher than the selected standard efficiency criterion at .01 level and students' opinion about learning science learning activity model integrated with augmented reality technology to enhance critical thinking abilities and problem was in high level of statistical significance at .01 level.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้รับความกรุณาและความเมตตาให้คำแนะนำแก่ใจวิทยานิพนธ์ และดูแลความก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลาจากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชันยกร ช่วยทุกข์เพื่อน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.วิระเดช เชื้อนาม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ได้กรุณาที่ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นตรวจสอบ และแก้ไขร่างวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ศูนย์วิจัยและผู้อำนวยการสถานศึกษา คณาจารย์ทุกท่านตลอดจนนักเรียนทุกท่านที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยความสะดวกและประสานงาน ในการทำวิทยานิพนธ์ให้ผู้เขียนตลอดมาตลอดจนค้นคว้าหาข้อมูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์ของผู้เขียนครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงอำนาจบารมีของคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายที่อยู่ในสากลโลก อันเป็นที่พึ่งให้ผู้เขียนมีสติปัญญาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนขอให้เป็นกตเวทิตาแต่บิดามารดา ครอบครัวยุติวงศ์ของผู้วิจัย ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยจนสามารถให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

รัชณีวัลย์ อัครวิกรัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๖
กิตติกรรมประกาศ.....	๗
สารบัญตาราง.....	๘
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	5
1.2 คำถามของการวิจัย.....	5
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.4 สมมติฐานของการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2. แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	14
2.2 เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง.....	30
2.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	49
2.4 การคิดแก้ปัญหา.....	77
2.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา.....	95
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	103
2.7 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้.....	112
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	120
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	120

สารบัญ (ต่อ)

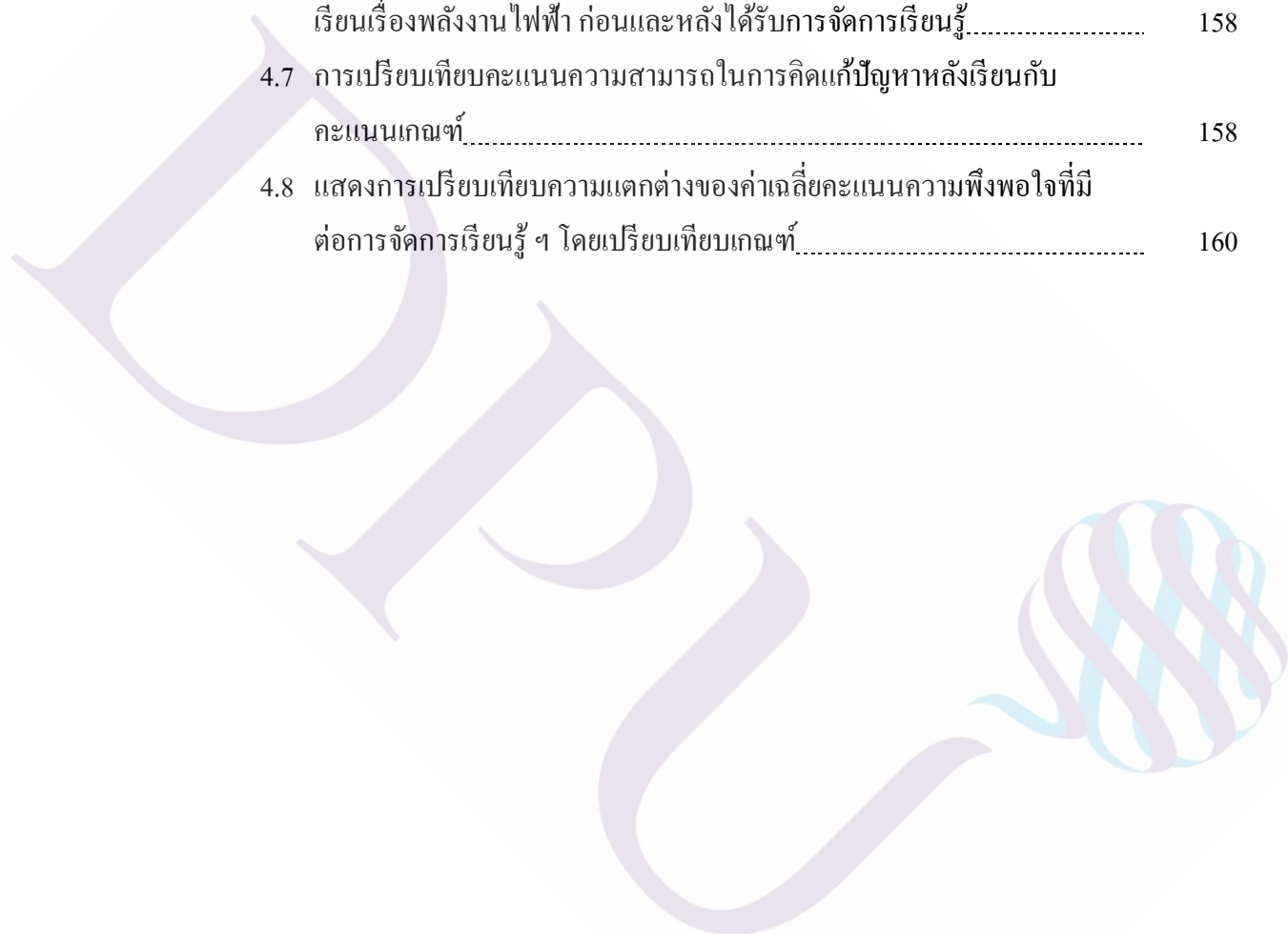
บทที่	หน้า
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ.....	123
ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ.....	138
ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯไปทดลองใช้จริง.....	140
ขั้นตอนที่ 5 ขึ้นประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ.....	146
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	149
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและสำรวจความต้องการพื้นฐาน.....	150
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ.....	152
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ.....	154
ตอนที่ 4 ผลการประเมินและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ.....	160
5. สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	164
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	166
5.2 อภิปรายผล.....	166
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	174
บรรณานุกรม.....	175
ภาคผนวก.....	194
ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	195
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือ.....	506
ภาคผนวก ค ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้.....	265
ภาคผนวก ง การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	275
ประวัติผู้เขียน.....	315

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แนวคิดที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.2 แสดงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของนักวิชาการ.....	62
2.3 แสดงพฤติกรรม ระดับขั้นพัฒนาการเรียนรู้และการจัดหลักสูตร การสอนของผู้เรียน.....	82
2.4 แสดงกระบวนการคิดแก้ปัญหา.....	85
2.5 แสดงระดับความเป็นจริงและกลวิธีการแก้ปัญหา.....	88
2.6 การวิเคราะห์หลักการ แนวคิด และทฤษฎีแสดงให้เห็นขั้นตอน.....	96
2.7 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ การแก้ปัญหา.....	97
2.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น.....	98
2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น.....	100
3.1 แสดงการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยี โลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา.....	125
3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพลังงานไฟฟ้า.....	128
3.3 แบบแผนการทดลอง.....	141
4.1 แสดงจำนวน ร้อยละ ข้อมูลพื้นฐานจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น.....	150
4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า ก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	154
4.3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนน เกณฑ์.....	155
4.4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	155

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์.....	156
4.6 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนเรื่องพลังงาน ไฟฟ้า ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	158
4.7 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์.....	158
4.8 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ฯ โดยเปรียบเทียบเกณฑ์.....	160



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2.1 แสดงหลักการทำงาน AR.....	32
2.2 แสดงการทำงานของระบบAR.....	32
2.3 แสดงการใช้ AR การทดสอบโดยใช้งานผ่านสมาร์ทโฟน.....	33
2.4 แสดงรูปแบบแนวคิด ADDIE Model.....	36
2.5 แสดง เส้นเชื่อมโยงของโลกแห่งความจริงกับโลกเสมือนจริงในงานของ.....	44
2.6 AR pop-up book (Digilog Books).....	44
2.7 แสดงแบบจำลองการประมวลสารสนเทศ	52
2.8 หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่สนับสนุนการพัฒนาารูปแบบการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสาน โลกจริงฯ.....	102
3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสาน โลกจริง.....	148
4.1 แสดงองค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสาน โลกจริง.....	153
4.2 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1-4.....	157
4.3 แสดงคะแนนพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหาของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4.....	159

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เศรษฐกิจไทยจะขับเคลื่อนต่อไปอย่างไร ถ้าการศึกษาไทยไม่พัฒนา ในยุคศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศในทุกมิติ ได้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้ง ทำให้ประเทศไทยต้องมีการเตรียมความพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยวางรากฐานให้กับเด็กและเยาวชนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ให้เข้าสู่การแข่งขันในศตวรรษที่ 21 และไทยแลนด์ 4.0 ที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมในการพัฒนาคนให้มีสมรรถนะและสนับสนุนให้เกิดเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ ที่เอื้อต่อการอารยวิวัฒน์ประเทศ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2559) ถึงเวลาที่ทุกภาคส่วนต้องเข้ามามีบทบาทสำคัญในการวิจัยและสร้างองค์ความรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรมขั้นสูง ดังนั้นการศึกษาไทย 4.0 จึงเป็นบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน สามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ทุกที่ มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ ให้สอดคล้องในการศึกษาในยุคสารสนเทศของศตวรรษที่ 21 การศึกษาไทยในโลกยุคใหม่ต้องก้าวสู่การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ค้นคว้าสิ่งใหม่ในการพัฒนาการคิดเพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้และต้องคำนึงถึงความต้องการของตลาดแรงงานเพื่อนำพาประเทศสู่ความยั่งยืนสืบต่อไป

การพัฒนาการคิดของนักเรียนจึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างยิ่งของการจัดระบบการศึกษา ความสามารถในการคิดขั้นสูงนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาประเทศและการแข่งขันกับต่างประเทศ จากผลการจัดอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของประเทศไทยกับนานาชาติ โดยใช้ดัชนีของสถาบันเพื่อพัฒนาการจัดการศึกษาหรือInternational Institute for Management Development (IMD) พบว่าความสามารถในการแข่งขันด้าน การศึกษาของประเทศไทยในปี 2561 ภาพรวมอยู่ในอันดับที่ 58 จาก 63 ประเทศ ลดลง 2 อันดับจากปี 2560 เมื่อพิจารณาโครงสร้างพื้นฐานในด้านการศึกษาอยู่ในอันดับที่ 56 ได้ อันดับเท่าเดิมจากปี 2560 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยควรมีการเร่งดำเนินการพัฒนาศักยภาพของ

ทรัพยากรมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561) นอกจากนี้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2561(สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2561) พบว่าจะคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 36.10 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำเป็นอันดับ 2 ของการสอบวัดผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.), 2559) จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังเป็นปัญหาที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน

จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังเป็นปัญหาสำคัญสำหรับระบบการศึกษาไทยทั้งในเรื่องของผู้สอน ทรัพยากรการเรียน และการจัดการเรียนรู้ต่างๆ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแสดงถึงปัญหาที่เน้นแต่การจำข้อมูลเพื่อไปสอบ ทั้งผู้สอนและนักเรียนยังยึดติดวิธีการสอนการเรียนแบบเก่าที่ล้าสมัย (วิทยากร เชียงกูล, 2562) นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ แม้ว่าอัตราการใช้อินเทอร์เน็ตของคนไทยจะเพิ่มสูงขึ้น แต่ส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้อ่านเพื่อหาความรู้ และอัตราการอ่านเฉลี่ยของคนไทยยังอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ แหล่งเรียนรู้ส่วนใหญ่ที่มีอยู่ยังไม่ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นเพียงแหล่งให้ความรู้ การจัดการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่ต้องปรับให้อยู่บนฐานของนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัล รวมทั้งเอื้อต่อคนทุกกลุ่มให้สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่

จากกรอบร่างแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ได้กำหนดกรอบเป้าหมายและทิศทางการจัดการศึกษาของประเทศในการพัฒนาศักยภาพ ความสามารถของคนไทยทุกช่วงวัย โดยสามารถแสวงหาความรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต นักเรียนควรมีทักษะและคุณลักษณะ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ควรส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้สารสนเทศเช่น DLIT, DLTV เป็นต้น เพื่อพัฒนาทักษะ ด้านการคิด และต้องเร่งปฏิรูปการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบและเน้นการปฏิบัติมากกว่าการท่องจำ เพื่อให้ นักเรียนมีความสามารถในการคิด ได้แก่ คิดวิเคราะห์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดใคร่ครวญ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ในโลกแห่งอนาคต โดยทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) ที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยเฉพาะในด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม(Learning and Innovation Skills) ซึ่งทักษะนี้จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนในการเข้าสู่การทำงานต่อไป ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้การคิดอย่างมี

ประสิทธิภาพได้แก่การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2548, น. 22)

ทั้งนี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความจำเป็นอย่างมากต่อการ วิเคราะห์หาคำตอบ โดยทั่วไปความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเพิ่มขึ้นตามวัย เด็กจะมีความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถ้าได้รับการส่งเสริมตั้งแต่เริ่มต้น จะทำให้พัฒนา ศักยภาพความคิดของเด็กให้ก้าวหน้าได้ โดยทั่วไปเด็กที่สามารถคิดเข้าใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดี มักเป็นผู้ที่ฉลาดกว่าเด็กในวัยเดียวกัน บุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีนิสัยใฝ่รู้ เชื่อสิ่งที่มี เหตุผล ใจกว้าง รอบคอบในการตัดสินใจ แสวงหาข้อมูลเพื่อหาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง (Monroe, 1987 และอรพรรณ ลือบุญรัชชัย, 2543, น.24-25) การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ กระบวนการคิดของนักเรียนให้เกิดความคิดระดับสูงได้นั้น ต้องสอนให้นักเรียนได้มองเห็นปัญหา รู้จักซักถาม คิดวิเคราะห์ พิจารณาค้นหาเหตุผลและสาเหตุแสวงหาความรู้ เพื่อเชื่อมโยงความคิด ไปสู่ แนวทางที่จะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อ การพัฒนาคนให้มีความพร้อม และรู้เท่าทันกับสภาพความเปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาในการ เรียนการสอนแบบ Active Learning จำเป็นต้องเลือก วิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียน ระดับการศึกษา และวัตถุประสงค์ที่ต้องการเพื่อให้ เกิดประโยชน์สูงสุด ผลกระทบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมีทั้งสองด้านทั้งในด้านบวกและ ด้านลบ (ปีติชา คงฤทธิ์ , 2560) ซึ่งหากนำมาใช้ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี จึงต้อง มีการพิจารณานำมาใช้ให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ เป็นเครื่องมือที่เพื่อจะพัฒนา ทรัพยากรมนุษย์ให้มีความสามารถทางด้านสติปัญญาความรู้ และความสามารถในการปฏิบัติงานได้ เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นด้านการเข้าถึง การรับส่งข้อมูล ภาพ และเสียง ให้สามารถติดต่อสื่อสาร ได้อย่างรวดเร็วได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งยัง สามารถสร้างสรรค์ข้อมูลได้เอง และแบ่งปันแลกเปลี่ยน ข้อมูลกับผู้อื่นได้ทั่วโลก ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีเหล่านี้ได้ก้าวเข้าสู่ยุคดิจิทัล โดยการนำเอา นวัตกรรมมาสู่การปฏิบัติ (Implement Innovations) โดยปฏิบัติเชิงสร้างสรรค์ให้เกิดคุณประโยชน์ ต่อการปรับใช้และพัฒนา สร้างความสมจริงที่จะ ช่วยดึงดูดให้มีความน่าสนใจมากขึ้น ซึ่งปัจจุบัน ได้มีการนำนวัตกรรมเทคโนโลยีโลกเสมือนผสาน โลกจริง (Augmented Reality (AR)) ที่ประกอบ ไปด้วยภาพเคลื่อนไหวสามมิติ ภาพเคลื่อนไหวสองมิติ มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ทำให้การ เรียนเห็นภาพประกอบเนื้อหาและเข้าใจมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียน สนุก ชอบ และมีความสุข (ชันษา นวลละออง และนงลักษณ์ ปรีชาดิเรก, 2558) ส่งเสริมนักเรียนให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหา

ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพ และเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น สามารถทำให้สิ่งที่เป็นามธรรม มองให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ ซึ่งเหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่อยากต่อการเข้าใจ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เกิดความสนุก และเกิดเจตคติที่ดีในการเรียน อีกทั้ง ยังเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียนด้วย นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนดไว้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด สามารถเข้าไปสืบค้นได้จากแหล่งเรียนรู้นั้น ได้เลย แทนที่จะเสียเวลาในการสืบค้นจากแหล่ง อื่น ๆ ซึ่งอาจไม่มีข้อมูลหรือสารสนเทศที่ต้องการ สามารถสร้างกระบวนการพัฒนาการคิดที่เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยที่นักเรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านระบบการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่และเวลาเดียวกันเหมือนกับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ(Khan, 1997; Parson, 1997 อ้างอิงใน ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2542) สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียนเกิดการใฝ่เรียนใฝ่รู้ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งพัฒนาและส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาได้

การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ได้ประสิทธิผล ปัจจัยด้านอุปสรรคเกี่ยวกับการใช้สารสนเทศที่มีส่วนสำคัญ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาโรงเรียนในเครือข่ายสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐบาลที่มีความพร้อมในด้านอุปกรณ์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เหตุผลสำหรับการวิจัย เพื่อให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะเป็แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงมาพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ กระตุ้นและส่งเสริมให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันและส่งผลต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

1.2 คำถามของการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะอย่างไรและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิผลในด้านการจัดการเรียนรู้หรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อหาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้าน

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีสมมติฐานของการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์

2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์

3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงๆ มีความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์

4. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงๆ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนในสถานศึกษาเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 9 แห่ง ประกอบด้วย โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยรัฐบาล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยกลุ่มที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 จำนวน 3 คน ซึ่งแบ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน การศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 2 จำนวน 6 คน ซึ่งแบ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 2 คน และการศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 3 จำนวน 30 คน รวมกลุ่มตัวอย่างนี้ 39 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา

4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

3. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วย

1. วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
2. วงจรไฟฟ้าในบ้าน
3. พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
4. วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4. ระยะเวลาของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ เวลา 8 สัปดาห์ รวม 28 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 24 ชั่วโมงและทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์รูปแบบแอปพลิเคชันและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผ่านเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality Technology: AR) ซึ่งเน้นการฝึกปฏิบัติ เพื่อให้ นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation) เป็นขั้น เตรียมความพร้อมด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นเพื่อสร้างแรงจูงใจภายใน (Self-Motivation)

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา (Problem Statement) เป็นขั้น กระตุ้นนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิด ตระหนักในสถานการณ์ปัญหา สำรวจและทำความเข้าใจให้ครอบคลุมทุกด้านโดยต้องอาศัยทักษะการคิด

ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำ ไปสู่การค้นพบโดยสำรวจ ค้นหาข้อเท็จจริงและหาแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice) เป็นขั้นที่พัฒนานักเรียนด้านความสามารถในการคิดใช้หลักการการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยสื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีและ

การบูรณาการ ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ฝึกทักษะเป็นกลุ่ม เป็นคู่หรือรายบุคคล

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment) เป็นขั้นประเมินผลการทำกิจกรรม และการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป(Conclusion) เป็นขั้นสรุปทำความเข้าใจสาระสำคัญ นักเรียนอภิปราย สรุปและเชื่อมโยงความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับเพื่อนและผู้สอน ฝึกการนำความรู้และ ทักษะมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality Technology: AR) หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสาน โลกในความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสานเข้าด้วยกันผ่าน ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เป็นการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลก เสมือน (Virtual World) โดยมีรูปแบบ รูปทรงสามมิติ ภาพกราฟิก วิดีโอ และข้อความ ตัวอักษร เป็นต้น ซึ่งภาพที่สร้างจะซ้อนทับกับวัตถุทางกายภาพในเวลาจริง

ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการบูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการบูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ การแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาจาก 4 ประการ คือ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่เกิดจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุม เนื้อหาเรื่องพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ

1. ความจำ หมายถึง ความสามารถสมองในการจดจำเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ถึง ข้อเท็จจริง ข้อตกลง แนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียน โดยสามารถแปล สร้างความหมาย ยกตัวอย่างสรุป อ้างอิง การศึกษาด้วยตนเอง ในสิ่งที่ศึกษาได้
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถนำความรู้ที่ศึกษาเข้าใจเนื้อหาและนำสิ่งที่ เรียนรู้มาใช้ในชีวิตประจำวัน หรือนำความรู้ของตนไปแก้ปัญหาได้
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา รายละเอียด เพื่อที่จะ ได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หา ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น

5. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด รายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่ชัดเจน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้การเรียนรู้ได้

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง การคิดไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล จากข้อมูลที่มีอยู่ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ ผู้การสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประเมินได้จากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การนิยามปัญหาเป็นขั้นการกำหนดสถานการณ์ของปัญหา และการวิเคราะห์ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาสรุปประเด็นปัญหาให้ชัดเจน และตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบจากข้อมูลหลักฐานที่มี

ขั้นที่ 2 การตัดสินใจข้อมูล จากการรวบรวม และจัดระบบข้อมูล เป็นขั้นที่ นักเรียนทำการพิจารณา จำแนก แยกแยะความแตกต่างของข้อมูลที่ได้มาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 3 การสรุป โดยใช้หลักเหตุผล และการประเมินผล เป็นขั้น หาข้อสรุปของสมมติฐาน มีการประเมินข้อสรุปอย่างเป็นลำดับเพื่อหาวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่ไปสรุปอย่างสมเหตุสมผล และประเมินความสมเหตุสมผล

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้จากประสบการณ์ เพื่อหาสาเหตุของปัญหา และตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตรงกับสาเหตุของปัญหา คิดค้นหาแนวทางต่าง ๆ และไตร่ตรอง ซึ่งประเมินได้จากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้น ระบุปัญหาขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 แก้ปัญหา เป็นขั้นหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาในรูปแบบวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา

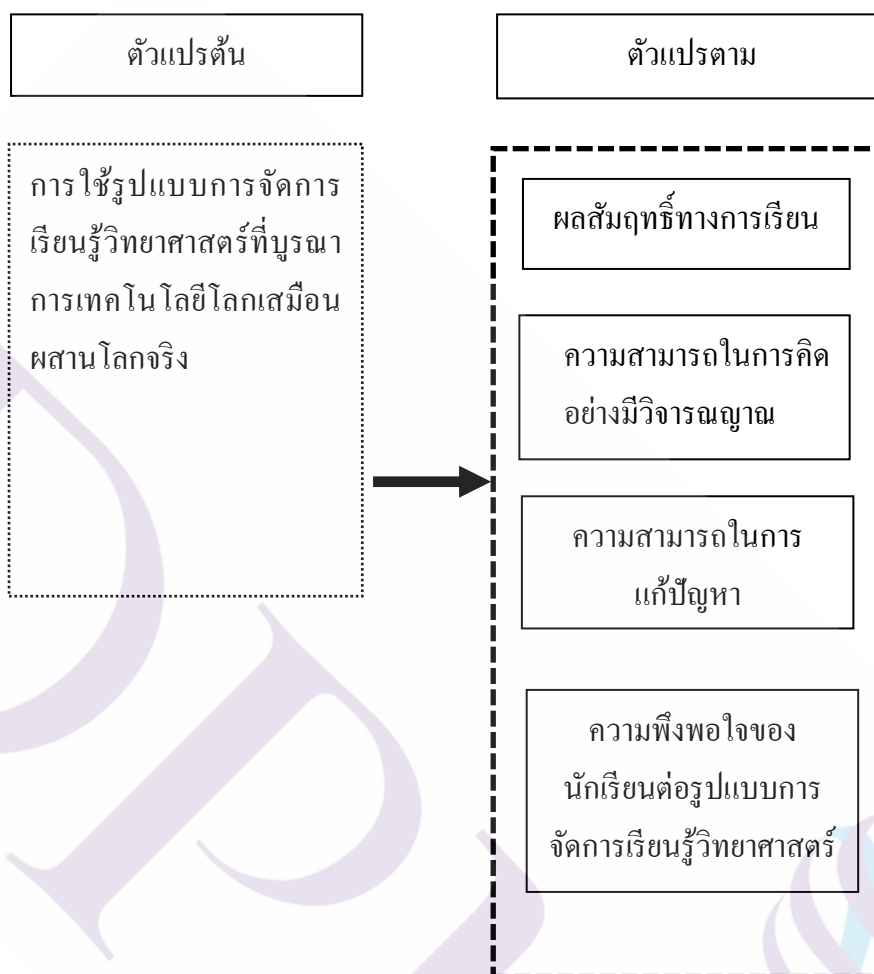
ความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความรู้สึกความคิดเห็น ต่อการเรียนรู้ ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมกิจกรรมต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพลังงานไฟฟ้า โดยวัด 2 ด้านคือ

1. ด้านการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอนกับนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
2. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับนักเรียน สามารถเรียนรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเป็นแนวทางในการพัฒนาวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ ได้
4. ผู้สอนสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาไปประยุกต์กับเนื้อหาอื่น ๆ ได้

1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2 เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.1 ความหมายเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.3 ประเภทเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.4 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.5 การหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.7 หนังสือที่ผสมผสานเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.8 องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

2.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.3 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.4 แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.5 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- 2.3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 2.4 การคิดแก้ปัญหา
 - 2.4.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา
 - 2.4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา
 - 2.4.3 กระบวนการการคิดแก้ปัญหา
 - 2.4.4 แนวทางการพัฒนาการคิดแก้ปัญหา
 - 2.4.5 การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
 - 2.4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา
- 2.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
- 2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.6.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.6.3 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.7 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้
 - 2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 2.7.2 แนวคิดกับความพึงพอใจ
 - 2.7.3 การวัดความพึงพอใจ
 - 2.7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ



2.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้หาความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Joyce & Weil (1996, p. 11) อ้างแนวคิดของคิวอี้ (Dewey) ที่กล่าวว่าแก่นของกระบวนการสอนก็คือ การจัดสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมด้วยเพื่อศึกษาหาวิธีว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร ดังนั้น รูปแบบการสอนจึงเป็นการอธิบายสภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ต่าง ๆ ตั้งแต่การวางแผนหลักสูตร รายวิชา หน่วยการเรียนรู้และบทเรียน ไปจนถึงการออกแบบและพัฒนาสื่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตำราและโปรแกรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อเป็นเครื่องมือการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

Eggen & Kauchak (2006, p. 21) กล่าวว่ารูปแบบการสอน หมายถึงกลวิธีการสอนเฉพาะที่ได้รับการออกแบบโดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้และการมุ่งใจเพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะ รูปแบบการสอนจะบรรยายสภาพทั่วไปของการดำเนินการที่ครูทำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีได้เป็นลักษณะของการสั่งการให้ครูต้องทำตามทุกรูปแบบการสอนเป็นแนวทางทั่วไปสำหรับชี้แนะการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งไม่สามารถแทนที่ทักษะหรือความชำนาญของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญได้

ทิสนา แคมมณี (2555, น. 221) กล่าวว่า รูปแบบการสอน หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างมีระบบระเบียบ มีแบบแผนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือดังนั้นคุณลักษณะสำคัญของรูปแบบการสอนจึงต้องประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

มีปรัชญาหรือทฤษฎีหรือหลักการหรือแนวคิดหรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักการของรูปแบบการสอนนั้น ๆ มีการบรรยายหรืออธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนมีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการพิสูจน์ ทดลองถึงประสิทธิภาพของระบบนั้นดังนั้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้จึงหมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่จัดไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนการสอน โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบหรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้

บรรล่วัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) การพัฒนาด้านจิตพิสัย (affective domain) การพัฒนาด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) การพัฒนาด้านทักษะกระบวนการ (process skills) หรือ การบูรณาการ (integration) ทั้งนี้รูปแบบดังกล่าวล้วนเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ดังนั้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นแผน ตามแนวทางที่ประกอบด้วยกระบวนการ ขั้นตอน และองค์ประกอบ ของหลักทฤษฎี หรือความเชื่อต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยการนำเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยทำ ให้สภาพการเรียนรู้เป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ทางการเรียน

2.1.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา องค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับและใช้กันแพร่หลาย โดยมีนักการศึกษา ได้จัดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

Tyler (อ้างถึงใน ชมพันธ์ กุญชร ณ อยุธยา, 2530, น. 37-68) ได้เสนอหลักในการพัฒนา หลักสูตรและการเรียนการสอนไว้ 4 ประการ คือ มีจุดมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียน ควรจะแสวงหา มีประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรจัดขึ้นเพื่อช่วยให้บรรลุดัง จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอย่างไรให้มีประสิทธิภาพ จะชี้ชัดได้อย่างไรว่าจุดมุ่งหมายเหล่านั้น ได้บรรลุตามที่กำหนดไว้

Keeves (อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2550, น. 220) ได้กล่าวว่ารูปแบบจะต้องมี องค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

- 1) รูปแบบจะต้องนำไปสู่การทำนาย (Prediction) ผลที่ตามมาซึ่งสามารถพิสูจน์ ทดสอบได้ กล่าวคือ สามารถนำไปสร้างเครื่องมือเพื่อไปพิสูจน์ทดสอบได้
- 2) โครงสร้างของรูปแบบจะต้องประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationship) ซึ่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์/เรื่องนั้นได้
- 3) รูปแบบจะต้องสามารถช่วยสร้างจินตนาการ (Imagination) ความคิดรวบยอด (Concept) และความสัมพันธ์ (Interrelations) รวมทั้งช่วยขยายขอบเขตของการสืบเสาะความรู้
- 4) รูปแบบควรจะต้องประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Structural Relationships) มากกว่าความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยง (Associative Relationships)

Joyce, Weil, & Calhoun (2004) กล่าวถึงการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน คือ

- 1) การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องมีการนำทฤษฎีรองรับ
- 2) การพัฒนา รูปแบบการสอนก่อนจึงจะนำไปใช้ พร้อมทั้งต้องมีการศึกษาวิจัย ตรวจสอบทฤษฎี และประสิทธิภาพการใช้งานตามสถานการณ์และนำมาปรับปรุงแก้ไข
- 3) รูปแบบการสอนอาจออกแบบในการพัฒนาหรือเพื่อวัตถุประสงค์โดยตรง การพัฒนา รูปแบบการสอนต้องมีจุดมุ่งหมายหลักเป็นหลักเพื่อนำรูปแบบการสอนให้ตรงตาม จุดประสงค์ของรูปแบบ จึงจะทำให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง โดยสามารถนำรูปแบบการ สอนนั้นประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสม

สังค์ อุทรานันท์ (2525, น. 26) ได้นำเสนอองค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 9 ส่วน คือ

- 1) ลักษณะของผู้เรียน
- 2) จุดมุ่งหมายของการสอน
- 3) เนื้อหาสาระ
- 4) การเตรียมความพร้อม
- 5) ดำเนินการสอน
- 6) กิจกรรมสร้างเสริมทักษะ
- 7) การจัดกิจกรรมสนับสนุน
- 8) การควบคุมและตรวจสอบ
- 9) สัมฤทธิ์ผลของการสอน

ทิสนา แจมมณี (2554, น. 4) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังนี้

- 1) ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของ รูปแบบการสอน
- 2) มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ
- 3) มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของ ระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ
- 4) มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนหรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้ กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

สรุปได้ว่าแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Tyler (1970); Keeves (1997); Joyce; Weil & Calhoun (2004); สัจด์ อุทรานันท์ (2525) และทิตนา แคมมณี (2545) สามารถสรุปเป็นตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้	แนวคิดที่เกี่ยวข้อง				
	ไทเลอร์ (Tyler, 1970)	คีฟ (Keeves, 1997)	จอยส์, เวล และ คาลฮาวน์ (Joyce; Weil & Calhoun ,	สัจด์ อุทรานันท์ (2525)	ทิตนา แคมมณี (2545)
หลักการหรือแนวคิด		✓	✓		✓
วัตถุประสงค์	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นตอนติดตามและประเมินผล	✓		✓	✓	

จากตารางที่ 2.1 สรุปได้ว่าองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ 4 ประการ คือ 1) ปรัชญา หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และ 4) การวัดและประเมินผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีรูปแบบหลากหลายรูปแบบในการพิจารณานี้ ผู้วิจัยเลือกสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้นำเสนอการสอนแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.1.3.1 การจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ(Integration Instruction)

1) ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยแบบการบูรณาการ (Integration Instruction)

กระทรวงศึกษาธิการ (2546, น.19, อ้างถึงใน พระเทพเวที, 2531, น.24) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การบูรณาการ หมายถึงการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่สัมพันธ์

เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่มีความหมาย มีความหลากหลายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สำนักงานประสานงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (2540, น. 6) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึงการเชื่อมโยงวิชาหนึ่งเข้ากับวิชาอื่น ๆ ในการสอน เช่น การเชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์และภาษาไทย การเชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์กับสังคมศึกษา การเชื่อมโยงวิชาศิลปะกับภาษาไทย เป็นต้น

โสภณา บุญยะกัลัมพ (2546, น. 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึงการสอนซึ่งนำเอาสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ เข้ามาผสมผสานกันเพื่อประโยชน์แก่ผู้เรียน โดยใช้สาระการเรียนรู้ใดสาระการเรียนรู้หนึ่งเป็นแกนหลักแล้วขยายวงกว้างขวางออกไป เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดความสมบูรณ์ในตัวของเขาเอง

นิรมล ศตวุฒิ (2547, น. 74) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึงการจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในลักษณะองค์รวม(Holistic Way) ระหว่างวิชาต่างๆ อย่างมีความหมายตามสภาพความเป็นจริงในชีวิตหรือสภาพปัญหาสังคมที่ซับซ้อน

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการ เป็นการเชื่อมโยงวิชาหนึ่งเข้ากับวิชาอื่นๆ ในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ที่หลากหลาย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2) แนวทางของการจัดการเรียนรู้โดยแบบการบูรณาการ (กรมวิชาการ 2545, น. 21-22) มี 4 รูปแบบ คือ

2.1) การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) การสอนรูปแบบนี้ ครูผู้สอนในวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่น ๆ เข้าไปในการสอนของตนเป็นการวางแผนการสอนและสอนโดยครูเพียงคนเดียว

2.2) การสอนบูรณาการแบบขนาน (Parallel Instruction) การสอนตามรูปแบบนี้ ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปสอนต่างวิชากัน ต่างคนต่างสอนแต่ต้องวางแผนการสอนร่วมกันโดยมุ่งสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาเดียวกัน (Theme/concept/problem) ระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจร่วมกันว่าจะสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหานั้น ๆ อย่างไรในวิชาของแต่ละคน งานหรือการบ้านที่มอบหมายให้นักเรียนทำจะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดจะต้องมีหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาร่วมกัน

2.3) การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) ขนาน (Parallel Instruction) กล่าวคือครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปสอนต่างวิชากัน มุ่งสอนหัวเรื่อง ความคิดรวบยอด/ปัญหาเดียวกันต่างคนต่างแยกกันสอนเป็นส่วนใหญ่ แต่มีการมอบหมายงาน หรือ

โครงการ (Project) ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ครูทุกคนจะต้องวางแผนร่วมกันเพื่อที่จะระบุว่าจะสอนหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหานั้น ๆ ในแต่ละวิชาอย่างไร และวางแผนสร้างโครงการร่วมกัน(หรือกำหนดงานจะมอบหมายให้นักเรียนทำร่วมกัน) และกำหนดว่าจะแบ่งโครงการนั้นออกเป็นโครงการย่อย ๆ ให้นักเรียนปฏิบัติแต่ละรายวิชาอย่างไร

2.4) การสอนบูรณาการแบบข้ามวิชาหรือเป็นคณะ (Transdisciplinary Instruction) การสอนตามรูปแบบนี้ครูที่สอนวิชาต่างๆ จะร่วมกันสอนเป็นคณะหรือเป็นทีม ร่วมกันวางแผนปรึกษาหารือและกำหนดหัวเรื่อง/ความคิดรวบยอด/ปัญหาาร่วมกัน แล้วร่วมกันดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มเดียวกันขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยแบบการบูรณาการ ไว้ทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน และได้สรุปขั้นตอน (ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ, 2546)

3.1) กำหนดเรื่องที่จะสอน โดยศึกษาหลักสูตรและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือปัญหา

3.2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยศึกษาจุดประสงค์ของวิชาหลักและวิชารองที่จะนำมาบูรณาการ จากนั้นกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสอนสำหรับหัวข้อเรื่องเพื่อการวัดและการประเมินผล

3.3) กำหนดเนื้อหาย่อย เป็นการกำหนดเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3.4) วางแผนการสอน กำหนดรายละเอียดของการสอน ตั้งแต่ต้นจนจบโดยการเขียนแผนการสอน ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญเช่นเดียวกับแผนการสอนโดยทั่วไป คือสาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล

3.5) ปฏิบัติการสอน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการสอน รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ฯลฯ โดยมีการบันทึกจุดเด่น จุดด้อยไว้สำหรับ การปรับปรุงและการพัฒนา

3.6) การประเมิน นำผลที่ได้จากการบันทึกรวบรวมขณะปฏิบัติการ สอนมาร่วมวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแผนการสอนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยแบบการบูรณาการ เป็นการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยกำหนดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง ด้วยการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) และ ปัญหา (Problem) จะต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการสอนที่เป็นบูรณาการ

(Integrative Teaching Styles) ซึ่งต้องมีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ใช้เทคนิคการเรียนการสอนที่ผสมผสานกัน เพื่อฝึกให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยวิธีสืบสอบ (Inquiry) หรือใช้วิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) จึงต้องพิจารณาขอบเขตการเรียงลำดับของเนื้อหาของลักษณะวิชา รวมทั้งลักษณะของผู้เรียนด้วย และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริงทั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) ข้อดีคือผู้สอนคนเดียวบริหารจัดการทั้งเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้โดยสะดวก

2.1.3.2 การจัดการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)

1) ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองหมายถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม หรือการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552 , น. 82) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (construct) โดยผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น โดยจะต้องท้าทายความคิดของผู้เรียนในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ให้ได้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ตามแนวทางที่ผู้สอนวางไว้อย่างกว้างๆ วิธีการสอนแบบนี้จะเน้นที่การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพราะผู้สอนจะคอยดูแลและช่วยผู้เรียนทุกเรื่องไม่ว่าจะเป็นการจัดหาอุปกรณ์ การแนะนำหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ ชี้แนะแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติม ฯลฯ เป็นต้น

2) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์อาศัยพื้นฐาน แนวคิดรูปแบบดังต่อไปนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551)

2.1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม (Cognitive Constructivism) มีพื้นฐานมาจากแนวคิดของ Piaget แนวคิดของทฤษฎีนี้เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการลงมือกระทำ Piaget เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา(Disequilibrium) ผู้เรียนต้องพยายามปรับ โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structuring) ให้เข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ใน โครงสร้างทางปัญญา และการปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญา การเชื่อมโยง โครงสร้างทางปัญญาเดิม (Accommodation) คือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลสารสนเทศใหม่ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับ โครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นเอง ผู้เรียนจะมีโอกาสสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ของตนเอง ที่ไม่ใช่มาจากการบอกหรือการสอนจากครู จะมีการเน้นเกี่ยวกับการสอนทักษะเฉพาะน้อยลง ในทางตรงข้ามจะเพิ่มการ

เน้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในบริบทที่มีความหมายโดยนำเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อมวลชน(Multi Media) เป็นสิ่งที่จะสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ด้วยเทคโนโลยีที่มาสนับสนุน ได้แก่ สื่อบนเครือข่าย (Web Base) และซีดีรอม (CD-ROMs) ครูผู้สอนสามารถจัดหาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่จะช่วยขยายพื้นฐานของแนวคิด (Conceptual) และประสบการณ์ (Experiential) ของผู้ที่มาศึกษา แม้ว่าซอฟต์แวร์ทางการศึกษาเหล่านี้จะต้องถูกผลิตขึ้นมาใช้ในทศวรรษที่ 1970 และ 1980 อย่างไรก็ตาม ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่สามารถที่จะสนองตอบเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามแนวทางการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2.2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้สังคมนิยม (Social Constructivism) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานจาก ไวก็อตสกี(Vygotsky) ซึ่งมีแนวคิดสำคัญที่ว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่าบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการทางปัญญา(The Zone of Proximal Development) ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่าบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการทางปัญญา (The Zone of Proximal Development) จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ ที่เรียกว่า ฐานการช่วยคิด (Scaffolding) และ ไวก็อตสกี (Vygotsky) เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็กกับผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครูและเพื่อน ในขณะที่เด็กอยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural Content) ในทุกชั้นเรียนกลยุทธ์ทางเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้สังคมนิยม (Social Constructivism) ของไวก็อตสกี(Vygotsky) อาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมที่เหมือนกันทุกอย่างก็ได้ กิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจะมีหลักการ 4 ประการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในชั้นเรียนที่เรียกว่า ไวก็อตสกีเรียน“Vygotskian” หรือตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้สังคมนิยม(Social Constructivism) ดังนี้

- 1) การเรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative Activity)
- 2) ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียน (Zone of Proximal Development)
- 3) การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกจากการเรียนรู้ และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real World) ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ใน โรงเรียนของผู้เรียนจากแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสรับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ๆ และ

นำมาใช้ในการคิด กลั่นกรองข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูลเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความหมายข้อมูลความรู้ด้วยตนเอง จะเห็นได้ว่าครูมีบทบาทที่สำคัญในการจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่นบุคคลอื่น ๆ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่เขาจะต้องมีส่วนร่วมในการสร้างการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยครูมีหน้าที่จัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ในการให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด ไตร่ตรอง หากอธิบายหรือสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจต่อเหตุการณ์ที่ได้พบอย่างมีความหมายและสามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นนี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม

3) ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) Driver and Bell (อ้างถึงใน Matthews, 1994) ได้กำหนดขั้นตอนไว้ ดังนี้

3.1) ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

3.2) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of the prior knowledge) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออก อาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เขามีอยู่ ผู้เรียนอาจเสนอความรู้เดิมด้วยเทคนิคผังกราฟิก (Graphic Organizers) ขั้นนี้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุล (Unequilibrium)

3.3) ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning Restructuring of Ideas) นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญหรือเป็นหัวใจสำคัญตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันและกัน (clarification and exchange of ideas) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้น เมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ผู้สอนจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็น กระตุ้นให้คิด

2) การสร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางแบบวิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่

3) ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of The New Ideas) โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ในขั้นตอนนี้

ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

3.4) **ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of Ideas)** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เป็นการแสดงว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การเรียนรู้ที่ไม่มีให้นำความรู้ไปใช้เรียกว่าเรียนหนังสือไม่ใช่เรียนรู้

3.5) **ขั้นทบทวน (Review)** เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่า ความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว (Long-Term Memory) เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถจำได้ถาวรและสามารถนำไปใช้ได้ ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพราะโครงสร้างทางปัญญาคือกรอบของความหมาย หรือแบบแผนที่บุคคลสร้างขึ้น ใช้เป็นเครื่องมือในการตีความหมาย ให้เหตุผลแก้ปัญหา ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ นอกจากนี้ยังทบทวนเกี่ยวกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทบทวนว่าจะนำความรู้ไปใช้ได้อย่างไร และยังมีเรื่องใดที่ยังสงสัยอยู่อีกบ้าง

ไคเวอร์ และเบลล์ เน้นว่า ผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาสาระไปพร้อมกับการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้การสอนแบบให้ผู้เรียนสร้างความรู้เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสำคัญของความรู้เดิมและยังได้สรุปแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ได้ดังนี้

- 1) ผลการเรียนรู้ไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนด้วย
- 2) การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์นั้น เช่น การสร้างคำจำกัดความ สร้างความคิดสำคัญ ผู้เรียนได้จากการสร้างด้วยตนเองมากกว่าการรับฟังจากคนอื่น
- 3) การสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้ทำ เป็นผู้ตัดสินใจ
- 4) มโนทัศน์ที่สร้างขึ้น เมื่อประเมินแล้วอาจเป็นที่ยอมรับ หรือไม่เป็นที่ยอมรับก็ได้
- 5) ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนรู้การเป็นผู้สร้างความรู้เอง คือ การเป็นผู้รับผิดชอบในการเรียนนั่นเอง

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองในที่นี้ได้นำหลักการที่สำคัญของทั้งสองกลุ่มแนวคิด คือ ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม (Cognitive Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้สังคมนิยม (Social Constructivism) มาใช้ในการออกแบบ ดึงมืองค์ประกอบที่

สำคัญ 1) สถานการณ์ปัญหา (Problem Base) มาจากพื้นฐานของ Cognitive Constructivism 2) แหล่งเรียนรู้ (Resource) เป็นที่รวบรวมข้อมูล เนื้อหา สารสนเทศที่ผู้เรียนจะใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญ 3) ฐานการช่วยคิด (Scaffolding) มาจากแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้สังคมนิยม (Social Constructivism) ของไวทส์กอตสกี (Vygotsky) ซึ่งฐานความช่วยเหลือจะสนับสนุนผู้เรียนในการแก้ปัญหา หรือการเรียนรู้ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติการกิจให้สำเร็จด้วยตัวเองได้ 4) การโค้ช (Coaching) เปลี่ยนบทบาทของครูที่ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้หรือ บอกความรู้ มาเป็น “การโค้ช” ที่ให้ความช่วยเหลือ การให้คำแนะนำสำหรับผู้เรียนจะเป็น การฝึกหัดผู้เรียน โดยการให้ความรู้ แก่ผู้เรียนในเชิงการให้การรู้คิดและการสร้างปัญหา 5) การร่วมมือกันแก้ปัญหา (Collaboration) เปิดโอกาสให้ทั้งผู้เรียน ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ ได้สวานาแสดงความคิดเห็นของตนเองกับผู้อื่นสำหรับการออกแบบการร่วมมือกันแก้ปัญหาในขณะสร้างความรู้

2.1.3.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาพื้นฐาน (Problem-Based Learning)

1) ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาพื้นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาพื้นฐาน (Problem-Based Learning) (Barrows, 2000) หมายถึง วิธีการเรียนรู้บนหลักการของการใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิม ให้ผสมผสานกับข้อมูลใหม่ แล้วประมวลเป็นกับความรู้ใหม่ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา โดยฝึกวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาและค้นคว้าหาความรู้ ความเข้าใจ ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นสูง ไพศาล สุวรรณน้อยและคณะ(2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) คือรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม(Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning Context) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษา ไปพร้อมกันด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาคือหลักถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นเทคนิคการสอน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่น การคิดวิจารณ์ญาณ คิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาพื้นฐานหมายถึง วิธีการเรียนรู้บนหลักการของการใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิม ให้ผสมผสานกับข้อมูลใหม่ แล้วประมวลเป็นกับความรู้ใหม่ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาคือหลัก

2) ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาพื้นฐานมีดังนี้

Barnara Duch, J. (อ้างถึงใน วัชราน เล่าเรียนดี, 2556, น.108) ได้นำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานดังนี้

1. นักเรียนได้รับการเสนอปัญหา เช่น กรณีปัญหาจากงานวิจัยจากเหตุการณ์โดยใช้รูปภาพหรือวีดิทัศน์ เป็นต้น
2. จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม 4-5 คน ระดมความคิดจากความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและพยายามนิยามปัญหาให้ชัดเจน
3. นักเรียนช่วยกันเสนอปัญหาต่าง ๆ จากประเด็นที่ได้รับหรือเรียกว่าเป็น “ประเด็นที่ต้องเรียนรู้” ในเรื่องที่เราเข้าใจไม่เข้าใจ นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้ระบุเรื่องที่รู้และไม่รู้ต่าง ๆ

4. นักเรียนช่วยกันจัดลำดับความสำคัญของประเด็นที่ต้องศึกษาและเรียนรู้ นักเรียนร่วมกันตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ ที่จะสืบหาความรู้ คำตอบ นักเรียนอาจจะมอบหมายงานเป็นรายบุคคล บางประเด็นอาจจะมอบหมายงานแบบกลุ่มร่วมกันศึกษา ครูและนักเรียน อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับแหล่งความรู้และแหล่งการเรียนรู้

5. นักเรียนร่วมประชุมกันใหม่เพื่อศึกษาเรื่องต่าง ๆ ที่กำหนดบูรณาการความรู้ใหม่ที่ได้ให้เข้ากับบริบทของปัญหา ร่วมกันสรุปความรู้เชื่อมโยงความคิดรวบยอดใหม่กับความคิดรวบยอดเดิม ทำความเข้าใจกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ในขณะที่แก้ปัญหาและนักเรียนจะพบว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการดำเนินการตามกระบวนการ โดยตลอดและมีเรื่องใหม่ ๆ ที่ต้องศึกษาและเรียนรู้เสมอ

Stepien and Gallagher (อ้างถึงใน วัชราน เล่าเรียนดี, 2553, น. 110) ได้นำเสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เฝยญและนิยามปัญหา (Encountering and Defining the problem) ผู้เรียนจะได้รับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงให้อ่านวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น หรือให้ดูภาพ จาก VDO จากสถานที่จริง โดยอาจตั้งคำถาม ถามตัวเองว่า

- รู้อะไรบ้างเกี่ยวกับปัญหาหรือคำถามนี้
- จำเป็นต้องรู้อะไรบ้างเพื่อจะได้แก้ไขปัญหานี้
- ต้องใช้ข้อมูลสื่อการเรียนรู้อะไรบ้างเพื่อได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือสมมติฐานใน

ขั้นตอนนี้ก็ควรได้คำถามที่ชัดเจน ถึงแม้ว่าแนวทางการแก้ปัญหานั้นจะต้องใช้ความรู้ใหม่เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 หาข้อมูล และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Data Collection) ประเมินข้อมูลและนำไปใช้เมื่อผู้เรียนได้ปัญหาที่ชัดเจนจากขั้นที่ 1 ผู้เรียนจะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ หรือสื่อต่าง ๆ ที่ต้องใช้ ซึ่งข้อมูลและสื่อต่าง ๆ ต้องมีการประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม ความคุ้มค่าเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์ข้อมูลและปฏิบัติ (Synthesis and Performance) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสร้างหรือกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา อาจมีการสร้างสื่อประกอบหรือจัดการกับสาระการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งแตกต่างจากการทำรายงานธรรมดา แต่เป็นการเสนอแนวทาง วิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจนและดำเนินการแก้ปัญหา สรุปผล หรือหลักการทั่วไปที่จะได้จากการแก้ปัญหาและนำเสนอผลการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ConKin (อ้างถึงใน วัชราน เล่าเรียนดี, 2556, น. 198) ได้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

- 1) นำเสนอปัญหาจริงที่เกิดขึ้นในโลก ซึ่งควรเกี่ยวข้องกับมาตรฐานหลักสูตรและวิธีการนำเสนอที่เหมาะสมกับวัย
- 2) พิจารณาข้อเท็จจริง และวิธีการ เข้าถึงข้อมูลสำหรับผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจปัญหาโดยเชื่อมโยงกับเรื่องที่คุณเรียนสนใจ
- 3) ให้ผู้เรียนอภิปรายข้อเท็จจริงที่รู้เกี่ยวกับปัญหานั้นให้ชัดเจนอาจใช้ยุทธวิธีอ่านเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วน เช่น ยุทธวิธี KWHLAQ ของ Barel (อ้างถึงใน วัชราน เล่าเรียนดี, 2556, น. 198)
- 4) นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาตามความคิดเกี่ยวกับปัญหาและระบุปัญหาด้วยข้อความที่ชัดเจน
- 5) นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลที่จำเป็น เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหายิ่งขึ้น และเลือกแหล่งทรัพยากรสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล
- 6) นักเรียนศึกษาแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ เก็บรวบรวมข้อมูลหรือศึกษาวิจัยในรูปแบบอื่น ทบทวนปัญหา และกำหนดคำถามย่อย ๆ อื่น ๆ ถ้าจำเป็น

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (Active Learning) ประกอบด้วย นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันศึกษา จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของปัญหาในการจัดการเรียนรู้ การเตรียมตัวของครูก่อนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ และบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้

2.1.3.4 การจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะ (General Inquiry Model for Instruction)

1) ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะ

ชาตรี เกียรติธรรม (2542, น. 76) หมายถึง วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ในชีวิตประจำวันได้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 56) หมายถึง ผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สรุปได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้หมายถึง คำถามที่สงสัยสืบค้นหาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

2) ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะมีดังนี้

รูปแบบกระบวนการสืบเสาะของ Eggen and Kuachak (1996) มีวิธีการกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

- 1) ระบุปัญหา หรือคำถาม (Identifying a question or Problem)
- 2) สร้างสมมุติฐาน (Making hypotheses)
- 3) รวบรวมข้อมูล (Gathering data)
- 4) ตรวจสอบและประเมินสมมุติฐาน (Assessing hypotheses)
- 5) นำผลที่ได้ไปใช้ต่อ (Generalizing)

รูปแบบกระบวนการสืบเสาะของเรดเฮด (Redhead, 1998) มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ระบุประเด็นปัญหา (Identify and Focus on The Issue)
- 2) ตั้งคำถามและวิธีการในการวิจัย (Establish Research Question and Procedures)
- 3) รวบรวมและจัดข้อมูล (Gather and Organize Data)
- 4) วิเคราะห์และประเมินข้อมูล (Analyze and Evaluate Data)
- 5) สังเคราะห์ข้อมูล (Synthesize Data)
- 6) แก้ไขปัญหา (Resolve the Issue)
- 7) ตัดสินใจ (หรือเลื่อนการกระทำใด ๆ ออกไป)(Apply the Decision or Postpone

Taking Action)

8) ประเมินผลการตัดสินใจ กระบวนการ และการกระทำ (Evaluate the Decision, the Process, and Where Pertinent The Action)

รูปแบบกระบวนการสืบเสาะของซัคแมน มีขั้นตอนดังนี้

กระบวนการสืบเสาะของซัคแมน (Suchman Inquiry Model for Instruction) (Suchman, 1962 อ้างถึงใน Gunter et al,1995) เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบกระบวนการสืบเสาะทั่วไปในการสอนของเอกเก็นและกัวซัค(Eggen and Kuachak, 1996) แต่ซัคแมน (Suchman) จะพยายามแก้ปัญหาเกี่ยวกับข้อจำกัดเรื่องเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการที่ครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ปัญหา และนักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา นั้นด้วยการถามคำถามจากครูผู้สอน ครูต้องจัดเตรียมแผนข้อมูล (Fact Sheet) หรือข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ ที่จะใช้ในการตอบคำถามกับนักเรียน และนักเรียนก็จะนำคำตอบต่าง ๆ เหล่านั้นมาผ่านกระบวนการคิด เพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้น กระบวนการของซัคแมน (Suchman) จึงสามารถลดเวลาในการที่จะให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เอง และนักเรียนสามารถฝึกปฏิบัติกระบวนการสืบเสาะ แบบครบขั้นตอนได้ภายในเวลา 1 คาบเรียน (Period) นอกจากนั้น รูปแบบและกระบวนการสืบเสาะในการเรียนการสอนของ ซัคแมน (Suchman) สามารถใช้กับการเรียนการสอนในทุกเนื้อหา ในขณะที่วิธีการตามกระบวนการสืบเสาะทั่วไปในการเรียนการสอนของ เอกเก็นและกัวซัค (Eggen and Kuachak) มักจะใช้กับด้านวิทยาศาสตร์ เท่านั้น

สรุปได้ว่ารูปแบบกระบวนการสืบเสาะเป็นกระบวนการสอนที่มีองค์ประกอบ 1) ระบุปัญหา หรือคำถาม 2) สร้างสมมติฐาน สังเคราะห์ข้อมูล 3) รวบรวมข้อมูล 4) ตรวจสอบและตัดสินใจ และ5) ประเมินผลการตัดสินใจ กระบวนการ และการกระทำ

2.1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ประพรรธน์ พลชะวีระ (2554) การนำเสนอรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับการฝึกแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้วิธีการเรียนรู้ร่วมกันในการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบการเรียนที่ผสมกันระหว่างการเรียนบนเว็บแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล และการสรุปผล 2. รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับการฝึกแก้ปัญหา ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน 9 องค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิธีการปฏิสัมพันธ์บน

เว็บ บทบาทผู้เรียน บทบาทผู้ดำเนินการสอน บทบาทของผู้เชี่ยวชาญและผู้สนับสนุนการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนรู้ และ3. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับการฝึกแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้พัฒนาขึ้นพบว่า ผู้เรียนที่ได้เรียน โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นภาพรณ์ เพียงดวงใจ (2558) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิจัย พบว่า1)รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีชื่อว่า “SCIENCE Model” มี 5 องค์ประกอบ 2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน 4)การวัดและประเมินผล 3 ด้าน คือ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และด้านจิตวิทยาศาสตร์ และ5) เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย ผู้เรียนต้องมีความสามารถและความพร้อมในการใช้และเข้าถึงเทคโนโลยีมีความรับผิดชอบ เชื่อมั่น มีวินัยและมุ่งมั่นในการทำงาน จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ของผู้เรียน โดยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/80.21 2. ประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า 2.1)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2)ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับสูง 2.3)จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมากที่สุด และ2.4)ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในภาพรวมพบว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิต

วิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆของตนเองเนื่องจากกิจกรรมในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมกลุ่ม มีสื่อให้ศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาและยังสามารถแก้ปัญหาการขาดเรียนได้

Selehattin Gonen, Serhat (2006) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนมัธยมศึกษาโดยเปรียบเทียบการสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ในวิชาฟิสิกส์ โดยการทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาทัศนคติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทัศนคติในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

Semra Sungur, Ceren Tekkaya and Ömer Geban (2006) ได้ทำการศึกษาผลของวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem Based Learning :PBL) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการปฏิบัติ (Academic Achievement and Performance Skills) ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมและผู้เรียนกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการปฏิบัติ (Performance Skills) โดยมีทักษะใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) การใช้ข้อมูลที่ตรงหรือสัมพันธ์กับปัญหา (Use Relevant Information in Addressing the Problem) 2) การจัดระบบกับความไม่แน่นอน (Articulate Uncertainties) 3) การจัดระบบความคิดรวบยอด (Organize Concepts) และ 4) การแปลความหมายข้อมูล (Interpret Information) หลังการสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

2.2.1 ความหมายเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

Adrian David Cheok (2013) นักวิชาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เสนองานวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมให้มนุษย์สามารถติดต่อกันได้มากกว่าการอ่านและการฟังอย่างที่เป็นอย่าง โดยต้องการให้สามารถเสพข้อมูลหรือสื่อสารกันผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า รวมไปถึงงานวิจัยของ Ranasinghe et al (2011) ที่สร้างระบบเพื่อพยายามจะทำให้มนุษย์สามารถสื่อสารกัน โดยการได้รับส่งคลื่น ส่วนการมองเห็นก็จะไม่ใช่เพียงแค่เห็นในหน้าจอคอมพิวเตอร์ แต่หมายรวมถึงจะมีกราฟิกคอมพิวเตอร์ไหลออกมาให้ข้อมูลที่ข้างนอกจอ หรือที่เรียกว่าความเป็นจริงเสริม หรือ ภาษาอังกฤษใช้คำว่า อ็อกเมนต์ที่เรียลลิตี้ (Augmented Reality) หรือ AR คือ เทคโนโลยีที่มีการผสมผสานโลกเสมือนเพิ่มเข้าไปในโลกจริง เพื่อทำให้เกิดการกลมกลืนกันมากที่สุดจนมนุษย์ไม่สามารถแยกออก

ชุตินันต์ เกิดวิบูลย์เวช (2555) เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง คือ AR เป็นการนำเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์ Webcam, กล้องมือถือ, Computer รวมกับการใช้ Software ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นใน

จอภาพ (คน, สัตว์, สิ่งของ, สัตว์ประหลาด, ยานอวกาศ) เป็น 3 มิติ และมีมุมมอง 360 องศาหันเลขที่เดียว

พนิดา ตันศิริ (อ้างถึงใน ฉัญจุ คิชเจริญและคณะ) เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงคือพัฒนาขึ้นมาในรูปแบบ Human-Machine Interface ซึ่งเป็นการผสาน โลกของความจริง (Real World) เข้ากับ โลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ตสมาร์ทโฟน หรือกล้องเว็บแคมของคอมพิวเตอร์ในรูปแบบสามมิติที่มีมุมมอง 360 องศา ซึ่งเป็นการแสดงผลแบบ Real Time

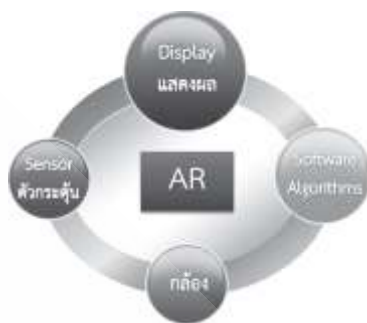
รัชพล รัตนวงษ์ (2553) เทคโนโลยีที่ผสมโลกของความจริง (Augmented Reality) หรือ AR เป็น (Real World) เข้ากับ โลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือน ไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงๆ ในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ตสมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อื่นๆ และให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง (Real Time) ซึ่งในอนาคตอันใกล้ AR กำลังจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของสังคมที่จะเต็มไปด้วย สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศเช่น Google Glass

สรุปได้ว่าเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงคือการนำเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับ โลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์ Webcam, กล้องมือถือ, Computer รวมถึงการใช้ Software ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ภาพ สามมิติ สองมิติ วิดีโอ โดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนและ แท็บเล็ต เป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีที่ผสมโลกของความจริง (Augmented Reality หรือ AR) มีดังนี้

- 1) จอแสดงผล (Display) ทำหน้าที่แสดงภาพของโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน
- 2) ซอฟต์แวร์และอัลกอริทึม (Software and Algorithms) ทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อให้เกิดภาพจริงและภาพเสมือนบนจอแสดงผล
- 3) กล้อง (Camera) ทำหน้าที่จับภาพเพื่อป้อนเข้าสู่ซอฟต์แวร์เพื่อนำไปประมวลผลสร้างภาพกราฟฟิกให้ปรากฏขึ้น
- 4) ตัวกระตุ้น (Sensor) ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์หรือตัวกำหนดให้ซอฟต์แวร์ทำการสร้างภาพเสมือนทับลงบนภาพโลกแห่งความจริง โดยเซนเซอร์นี้จะเป็นภาพมาร์กเกอร์บาร์โค้ด หรือภาพถ่ายที่กำหนดเอาไว้โดยเฉพาะ หรือใช้ระบบเซนเซอร์ตำแหน่ง (Location Base Service) เช่น พิกัด GPS ก็ได้

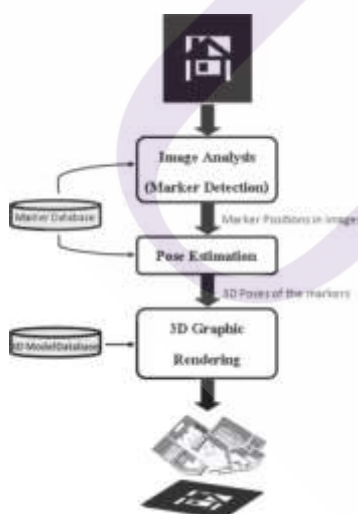


ภาพที่ 2.1 แสดงหลักการทำงานของ AR

ที่มา: กอบเกียรติ สระอุบลและพัลลภ พิริยะสุวรรณศ์. (2557). *สื่อการสอนช่วยลดภาระทางปัญญา* สำหรับการศึกษาในยุคดิจิทัล. หน้า 201.

ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานของ AR คือ กล้องจะจับภาพในโลกแห่งความจริงแล้วแสดงผลที่บนจอแสดงผล (Display) จากนั้นระบบซอฟต์แวร์จะทำการตรวจจับตัวกระตุ้น (Sensor) หากพบว่ามีตัวกระตุ้น ก็จะนำภาพเสมือนที่สร้างด้วยระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก ออกสู่จอแสดงผลทำให้ได้ภาพรวมของโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน (Computer-generated Image หรือภาพกราฟิกที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น) นอกจากนี้ ยังมีการใช้ระบบ AR สร้างสภาพแวดล้อม

สำหรับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) แรมบลี (Rambli, 2012) มีแนวคิดการใช้โลกเสมือน (Virtual) และวัตถุจริง (Physical Object) เพื่อจำลองสถานการณ์และสร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยหลักการออกแบบประกอบตามภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงการทำงานของระบบ AR (Hamilton, 2011)

ที่มา: กอบเกียรติ สระอุบลและพัลลภ พิริยะสุวรรณศ์. (2557). *สื่อการสอนช่วยลดภาระทางปัญญา* สำหรับการศึกษาในยุคดิจิทัล. น. 202.

1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสังคม (Social Interaction) โดยสมมุติปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มร่วมมือกันทำการแก้ไข เช่น การประกอบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเข้าด้วยกัน การจำลองระบบช่วยฝึกนักศึกษาผู้พิการออกแบบจัดวางระบบผังเมือง เป็นต้น ซึ่งการใช้ AR ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มได้เป็นอย่างดี

2. การสื่อสาร (Communication) โดยขณะปฏิบัติงานในขั้นตอนที่กล่าวไว้ในข้อ 1 สมาชิกสามารถสื่อสารกันเพื่อแก้ปัญหาให้ลุล่วงหรือสามารถสร้างสรรค์งานให้ได้ตามเป้าหมาย

3. การมีส่วนร่วม (Engagement) สมาชิกในกลุ่มทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมทั้งความรู้ต่างๆซึ่งสามส่วนนี้เป็นประเด็นหลักในการออกแบบสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaboration Learning) ผ่านระบบ AR แสดงการใช้ AR การทดสอบโดยใช้งานผ่านสมาร์ตโฟน ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงการใช้ AR การทดสอบโดยใช้งานผ่านสมาร์ตโฟน

ที่มา : ฌ็องส์ ดิชเจริญ และคณะ. (2557). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องเซลล์และโครโมโซมด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง. น. 423.

นักวิจัยและนักการศึกษา ร่วมกันออกแบบผังเมืองของแรมบลี (Ramblı, 2012) ได้มีแนวคิดพัฒนา Augmented Book ขึ้น เพื่อเสริมรายละเอียดเนื้อหาเพิ่มเติมจากข้อความในหนังสือ โดยการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ใส่เพิ่มเข้าไป (Hornecker & Dünser, 2009) เช่น Interactive Visualizations, Animations, 3D graphics หรือ AR (Augmented Reality) เป็นต้นสำหรับเนื้อหาส่วนที่เพิ่มเติมนี้ เวลาผู้อ่านเปิดดูหนังสือก็จะต้องใช้อุปกรณ์เสริม เช่น แว่นตา ระบบคอมพิวเตอร์ที่

ติดตั้งโปรแกรมและเว็บแคม หรือการใช้อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน หรือ Tablet (รวมถึง iPad) ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์สนับสนุนหนังสืออื่น ๆ และผู้อ่านจะต้องดูผ่านจอภาพของอุปกรณ์เท่านั้น เนื่องจากต้องอาศัยระบบคอมพิวเตอร์สร้างภาพกราฟฟิคสำหรับสื่อเสริมดังกล่าว โดยนักการศึกษาคาดว่า Augmented Book จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่ยากๆ ได้ดีกว่าหนังสือปกติ (Physical Books) โดยผู้เรียนหรือผู้อ่านยังคงสามารถเปิดหนังสือจริงๆ ได้ตามปกติ แต่จะมีเสียงอธิบายประกอบ มีภาพและหรือภาพเคลื่อนไหวปรากฏขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ช่วยอ่านที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้เห็นภาพหรือได้ยินเสียงในส่วนเนื้อหาที่เพิ่มเสริมเข้าไป

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมี 1) จอแสดงผล (Display) ทำหน้าที่แสดงภาพของโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน 2) ซอฟต์แวร์และอัลกอริทึม (Software and Algorithms) ทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อให้เกิดภาพจริงและภาพเสมือนบนจอแสดงผล 3) กล้อง (Camera) ทำหน้าที่จับภาพเพื่อนำเข้าสู่ซอฟต์แวร์เพื่อนำไปประมวลผลสร้างภาพกราฟฟิคให้ปรากฏขึ้นและ 4) ตัวกระตุ้น (Sensor)

2.2.3 ประเภทของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

ประเภทของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) เทคโนโลยี AR แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์และแบบที่ใช้ระบบพิกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริง แบบที่แสดงอยู่นี้เป็นแบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์ซึ่งในทางเทคนิคแล้วเรียกว่า “Marker” (อ่านว่า มาร์คเกอร์) หรืออาจจะเรียกว่า เออาร์โค้ด (AR Code) ก็ได้ โดยใช้กล้องเว็บแคมในการรับภาพ เมื่อซอฟต์แวร์ที่เราใช้งานอยู่ประมวลผลรูปภาพเจอสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ก็จะแสดงข้อมูลภาพสามมิติที่ถูกระบุไว้ในโปรแกรมให้เห็น เราสามารถที่จะหมุนดูภาพที่ปรากฏได้ทุกทิศทางหรือเรียกว่าหมุนได้ 360 องศา เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ

2.2.3.1 ประเภทที่ใช้งานอยู่บนอุปกรณ์พกพาดังจะเห็นจากแอปพลิเคชัน (Application) ที่มีอยู่ในตลาด ทั้งบนระบบปฏิบัติการ ไอโอเอส (iOS) และแอนดรอยด์ (Android) หรืออื่น ๆ ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชัน (Application) ที่ให้ผู้ใช้ค้นหาสถานที่ด้วยการเปิดกล้อง และหมุนตัวไปในทิศทางต่าง ๆ เพื่อหาสถานที่ที่ต้องการ เป็นต้น

2.2.3.2 ประเภทที่ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะใช้กล้องเว็บแคมในการอ่านสัญลักษณ์เพื่อนำเข้าไปประมวลผลและแสดงผลภาพกราฟฟิคออกมาผ่านทางหน้าจอโดยเฉพาะประเภทที่ 1 นี้ กำลังเป็นที่นิยม เมื่อสมาร์ตโฟนรุ่นต่าง ๆ มีความสามารถที่เอื้อให้กับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงไม่ว่าจะเป็น มี GPS เอาไว้สำหรับระบุตำแหน่งของผู้ใช้ มี ไจโรสโคป (Gyroscope) เอาไว้สำหรับอ่านทิศทางเคลื่อนที่ของโทรศัพท์ มีอินเทอร์เน็ท ที่โปรแกรมจะ

สามารถดึงข้อมูลที่อยู่ในรัศมีที่กำหนดมาแสดงได้ และมีกล้องถ่ายภาพ เอาไว้แสดงภาพของสถานที่จริง ซึ่งจะถูกลบด้วยข้อมูลที่โปรแกรมดึงมาจากอินเทอร์เน็ต

สรุปได้ว่าประเภทของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงแบ่งเป็น 2 ประเภท 1) แบบที่ใช้ภาพสัญลักษณ์และ 2) แบบที่ใช้ระบบพิกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลบนโลกเสมือนจริงและสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ 1) ประเภทที่ใช้งานอยู่บนอุปกรณ์พกพา ทั้งบนระบบปฏิบัติการ ไอโอเอส(iOS) และแอนดรอยด์ (Android) 2) ประเภทที่ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2.4 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

การพัฒนาสื่อการสอนในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิด ทฤษฎีของ Kevin Kruse (2009, pp. 1-20) มาเป็นต้นแบบในการสร้างรูปแบบมี 5 ขั้นเรียกว่า “ADDIE Model” ซึ่งเป็นวิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) ช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (Effectiveness) และมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง (Appropriateness) ขึ้นต่าง ๆ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) วิเคราะห์และประเมินความต้องการจำเป็น (Assess and Analyze Needs)

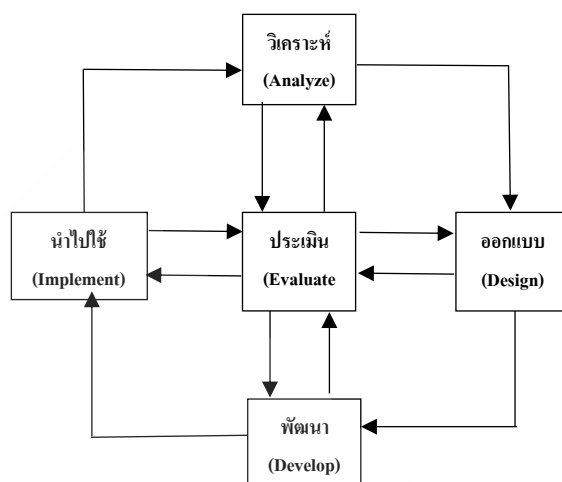
ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) ออกแบบการจัดการเรียนรู้ และการนำเสนอ (Design Instruction and Presentations)

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development) พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (Develop Materials)

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation) นำสาระและกิจกรรมไปใช้ประกอบด้วยการวางแผนในการบริหารจัดการในการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนและประสิทธิผลของสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

จากวิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ (Effectiveness) และมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง (Appropriateness) ได้นำเสนอเป็นภาพประกอบดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงรูปแบบแนวคิด ADDIE Model

ที่มา : ทศนวรรณ วัฒนรงค์.(2556). แนวคิด ADDIE Model. น. 1.

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ในขั้นนี้เป็นการทำความเข้าใจปัญหาการเรียนการสอน เป้าหมายของรูปแบบการสอนและวัตถุประสงค์ที่จะสร้างขึ้นตลอดจนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียนที่จำเป็นต้องมี

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) การออกแบบการสอนที่ใช้วิธีการเชิงระบบ ขั้นตอนการออกแบบประกอบด้วย การสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดเครื่องมือวัดประเมินผล แบบฝึกหัด เนื้อหา วางแผนการสอน และเลือกสื่อการสอน ขั้นตอนการออกแบบควรจะทำอย่างเป็นระบบและมีเฉพาะเจาะจง โดยความเป็นระบบนี้หมายถึงตรรกะ มีระเบียบแบบแผนของการจำแนก การพัฒนา และการประเมินแผนยุทธวิธีที่วางไว้เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สำหรับความเฉพาะเจาะจงหมายถึงแต่ละองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการสอนจะต้องเอาใจใส่ทุกรายละเอียด Cogsim (อ้างถึงใน สุเทพ อ่วมเจริญ, 2557, น. 64) เสนอขั้นตอนการออกแบบการสอนไว้ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์การเรียนการสอน (Instructional Analysis) เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับการจัดเนื้อหาสาระในการเรียนการสอนว่าจะจัดเรียงเนื้อหาสาระอย่างไร

เป้าหมายและจุดประสงค์ (Goal & Objective) เป็นการกำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ว่าผู้เรียนควรมีความสามารถที่จะทำอะไรหลังจากจบรายวิชานั้น

การออกแบบการประเมิน (Valuation Design) ผู้สอนจะประเมินการสอนอย่างไร

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Develop) ขั้นตอนการพัฒนาคือขั้นที่ผู้ออกแบบสร้างส่วนต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นของการออกแบบซึ่งครอบคลุมการสร้างเครื่องมือวัดประเมินผล สร้างแบบฝึกหัด สร้างเนื้อหา และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับสื่อการสอน เมื่อเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดเพื่อนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนไปปฏิบัติ เครื่องมือเหล่านั้น ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ วัตรกรรมที่ใช้ในการเรียนรู้ และเครื่องมือประเมินผล โดยจุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ขั้นการประเมินผลประกอบด้วยสองส่วนคือการประเมินผลรูปแบบ (Formative) และการประเมินผลในภาพรวม (Summative) การประเมินผลรูปแบบคือการนำเสนอในแต่ละขั้นของ ADDIE Process ซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนา และการประเมินผลในภาพรวมจะทำเมื่อการสอนเสร็จสิ้นเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพการสอนทั้งหมด ข้อมูลจากการประเมินผลรวมโดยปกติมักจะถูกใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน

ศิริชัย กาญจนวาสี (อ้างถึงใน สุเทพ อ่วมเจริญ, 2557) บทบาทของการประเมินต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน มีดังนี้

- 1) การประเมินเป็นวิธีการแสวงหาสารสนเทศ (Information) เพื่อระบุระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนและประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 2) การประเมินเป็นเครื่องช่วยให้มีการกำหนดเป้าหมายและจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ที่ชัดเจน
- 3) การประเมินเป็นระบบการให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับพัฒนาการเรียนรู้แสดงจุดเด่น จุดด้อยของกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้
- 4) การประเมินเป็นเครื่องมือในการวิจัยเชิงพัฒนาสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิผลและประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา

นอกจากนั้น ดิก และแคร์ (Dick and Carey, 2004, p.38) ยังกล่าวถึงรูปแบบการออกแบบการสอนเชิงระบบ ว่ามีองค์ประกอบ 10 ประการ คือ

- 1) การระบุเป้าหมายประสงค์การเรียนการสอน (Identify Instructional Goal)
- 2) การดำเนินการวิเคราะห์การเรียนการสอน (Conduct Instructional Analysis)
- 3) การวิเคราะห์ผู้เรียนและคุณลักษณะผู้เรียน (Analyze Learners and Contexts)
- 4) การเขียนจุดประสงค์การปฏิบัติ (Write Performance Objectives)
- 5) การพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล (Develop Assessment Instruments)
- 6) การพัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอน (Develop Instructional Strategy)
- 7) การพัฒนาและเลือกวัสดุการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional Materials)

8) การออกแบบและดำเนินการประเมินผลย่อยในการจัดการเรียนการสอน (Design and Conduct Formative Evaluation of Instruction)

9) การออกแบบและดำเนินการประเมินผลรวม (Design and Conduct Summative Evaluation of Instruction)

10) ทบทวนการจัดเรียนการสอน (Revise Instruction)

ทิสนา แคมมณี (2556, น. 201-203) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการจัดระบบหรือสร้างระบบการเรียนการสอน ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของระบบ ระบบทุกระบบต้องมีจุดมุ่งหมายของต้นการพัฒนาหรือการสร้างระบบใด สิ่งสำคัญประการแรกจึงต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน

2) ศึกษาหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบและเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้รอบคอบขึ้น ซึ่งจะทำให้รูปแบบหรือระบบมีความมั่นคงขึ้น

3) การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ผู้สร้างหรือจัดระบบค้นพบองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหลาย การนำข้อมูลจากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบจะช่วยขจัดหรือป้องกันปัญหาอันทำให้ระบบนั้นขาดประสิทธิภาพ

4) การกำหนดองค์ประกอบของระบบ ได้แก่ การพิจารณาว่า มีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ

5) การจัดกลุ่มองค์ประกอบ ได้แก่ การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป

6) การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิดความรอบคอบมาก ผู้จัดระบบต้องพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานไปได้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่อาจใช้เวลาในการพิจารณา

7) การจัดผังระบบ เป็นการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ แล้วนำเสนอให้เห็นถึงผังจำลองความคิดของตน ซึ่งลำดับขั้นนี้ ก็คือผลของการกำหนดองค์ประกอบของระบบและการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบนั่นเอง

8) การทดลองใช้ระบบ เป็นการนำระบบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้จริง เพื่อตรวจสอบหรือศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบ

9) การประเมินผลระบบ เป็นการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้ระบบ ระบบใด ๆ ก็ตามเมื่อใช้แล้วได้ผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายก็ถือว่าเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ

10) การปรับปรุงระบบ ผลจากการทดลองใช้จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงระบบ ดังนั้นผู้จัดระบบจึงควรนำผลการทดลองไปใช้ในการปรับปรุงระบบที่สร้างขึ้นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องใช้วิธีการเชิงระบบเป็นเพื่อให้เห็นภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดทำให้ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและช่วยให้ผู้เรียนได้รับสารสนเทศ ความคิด ทักษะ วิธีทางในการคิด จากการศึกษาการออกแบบระบบการเรียนการสอน สรุปได้ว่า มีความสอดคล้องกันในระยะการวิเคราะห์ในหลายมิติ นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาระบบนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นฐาน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยนำแนวคิด หลักการ ทฤษฎีการคิด มาพัฒนา (Research and Development) มาประยุกต์ใช้กับแผนการจัดการเรียนรู้ และนำแนวคิดหลักการการวิจัย ประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิดการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model ในการออกแบบสื่อการสอน ซึ่งมีการปรับปรุงจากแนวคิดเดิมของ University of Florida ที่ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนให้มีความเป็นระบบ เกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน (Kruse, 2009, p. 1) และการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ Dick, Carey and Carey (2005, p.p.1-8) เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

2.2.5 การหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2545) เสนอเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้อยู่ในระดับที่พึงพอใจ หากชุดสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพถึงระดับแล้วชุดการเรียนการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปเสนอผู้เรียนได้ และให้ผลคุ้มค่าแก่การลงทุนในการผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนหมายถึง คุณภาพของชุดสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมาในชุดการเรียนการสอนนั้น เอื้ออำนวยเกื้อหนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจในเนื้อหาบทเรียนนั้นเป็นอย่างดีนั่นเอง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2545) ได้กำหนดหลักเกณฑ์การหาประสิทธิภาพซึ่งทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องและพฤติกรรมขั้นสุดท้าย โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ ดังนี้

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนที่ได้ ดังนั้น E_1/E_2 หมายถึงประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ตามปกติ การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ขึ้นอยู่กับเนื้อหา หากเนื้อหาเป็นทักษะ จะตั้งเกณฑ์ 75/75 หากเนื้อหาเป็นความรู้ ความจำ จะตั้งเกณฑ์ 80/80 ซึ่งความหมายของ 80/80 คือ เมื่อเรียนจากแบบเรียนแล้ว นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้เฉลี่ยร้อยละ 80 และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้เฉลี่ยร้อยละ 80 การทดลองหาประสิทธิภาพ ดำเนินการดังนี้

1) ทดลองแบบกลุ่มเดี่ยว (Individual Tryout) หรือหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ระหว่างดำเนินการในลักษณะนี้ ผู้สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะทดลองเป็นรายบุคคล กับตัวแทนประชากรเป้าหมาย 3 คนขึ้นไป หรือมากกว่า ดำเนินการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้นจากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ขั้นนี้ควรมีประสิทธิภาพ 60/60

2) ทดลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย (Small – Group Tryout) จำนวน 9 คน มีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ ประการแรก คือ เพื่อตัดสินประสิทธิผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังการประเมินผลตัวต่อตัว และเพื่อระบุปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่ยังหลงเหลืออยู่ และประการที่สอง คือ เพื่อตัดสินว่าประชากรเป้าหมายจะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยปราศจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้หรือไม่ และทำการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้นจากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ขั้นนี้ควรมีประสิทธิภาพ 70/70

3) ทดลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (Field Try Out) จำนวน 30 คน ในระยะสุดท้ายของการประเมินผลระหว่างดำเนินการ ผู้สอนพยายาม ที่จะใช้สถานการณ์การเรียนรู้ซึ่งใกล้เคียงกับความตั้งใจสูงสุด ในการใช้วัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอน ความมุ่งหมายของการประเมินผลระยะสุดท้ายคือ ตัดสินใจว่าการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้ หลังจากระยะของการประเมินผลกลุ่มย่อยแล้ว จะมีประสิทธิภาพหรือไม่ และถ้าการจัดการเรียนรู้สามารถใช้ได้ นั่นก็คือ เป็นวิธีการดำเนินงานที่น่าจะเป็นไปได้ที่จะใช้กับการจัดการเรียนรู้ตามสถานการณ์ที่ตั้งใจและทำการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ระหว่างการใช้และหลักการให้เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น จากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) หากผลที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักความจริง ขั้นนี้ควรมีประสิทธิภาพ 80/80 การคำนวณหาประสิทธิภาพ ใช้สูตรดังนี้

การคำนวณหาประสิทธิภาพ ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทนประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนที่ได้จากการวัดระหว่างเรียน
 N แทนจำนวนผู้เรียน
 A แทนคะแนนเต็มจากการวัดระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน
 N แทนจำนวนผู้เรียน
 B แทนคะแนนเต็มจากการสอบหลังเรียน

สรุปได้ว่าการหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงคือ การหาความสอดคล้องเหมาะสม โดยการหาประสิทธิภาพ E_1/E_2

2.2.6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

2.2.6.1 การประยุกต์ใช้ของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทให้หลายด้าน ดังนี้

1) ด้านการเกมส์และความบันเทิง โลกเสมือนผสานโลกจริงสามารถนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างการเล่นเกมส์และความบันเทิง โดยเฉพาะเกมส์ที่มีรูปแบบเล่นตามบทบาท หรือ เกมส์อาร์พีจี (Role-Playing Game:RPG) ซึ่งในอนาคตสามารถนำไปรวมกับระบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เพื่อให้ผู้เล่นมีความรู้เสมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง ผู้เล่นเกิดความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในเกมส์และความบันเทิงรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างเสมือนจริง รับรู้ได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งหรือเป็นตัวละครในเกมส์ สำหรับด้านความบันเทิง ระบบความจริงเสมือนผสานกับโลกจริงสนับสนุนการนำเสนอสินค้า การแสดงละคร การโต้ตอบ ขององค์กรธุรกิจ

2) ด้านการศึกษาด้วยความโดดเด่นของ AR ที่สามารถผสมความเป็นจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือน ไปบนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกความเป็นจริง (โดยมองผ่านกล้องจากคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือแว่นตา

เฉพาะ) โดยแสดงผลภาพแบบทันที (Real Time) ซึ่งข้อดีนี้ทำให้นักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้นำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างนวัตกรรมในการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างหลากหลายซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับบริบท อาทิ

2.1) ใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกระตุ้น และดึงดูดใจผู้เรียนให้อยากสืบเสาะหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ

2.2) ใช้เป็นเครื่องมือส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาที่ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้จากแหล่งเรียนรู้จริงโดยตรง เช่น วิชาดาราศาสตร์ วิชาภูมิศาสตร์ ซึ่งบางครั้งเป็นการยากที่จะพาผู้เรียนไปเรียนรู้จากสถานที่จริง

2.3) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการส่งเสริมกิจกรรมการร่วมมือกันทำงานภายในกลุ่มระหว่างผู้เรียนเองและระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

2.4) ส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

2.5) ช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ตามอัตราเร็วของการเรียนรู้แต่ละบุคคลและตามลักษณะวิธีการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

2.6) การใช้เทคโนโลยี AR ในการเรียนการสอนถือเป็นการสร้างสภาพบริบทการเรียนรู้จากสภาพจริงที่มีความเหมาะสมต่อรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

3) การรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศ การนำเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงมาใช้งานด้านการทหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Office of Naval Research and Defense Advanced Research Projects Agency หรือ DARPA ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นกลุ่มผู้บุกเบิกระบบโลกเสมือน ผสานโลกจริง นำมาใช้ในการฝึกให้กับทหาร ให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่รบ สามารถนำมาใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของกองกำลังและวางแผนการเคลื่อนกำลังของทหารในฝ่ายเดียวกันและศัตรูในพื้นที่สงครามเสมือนจริง และโลกเสมือน ผสานโลกจริง ยังมีบทบาทสำคัญในการบังคับใช้กฎหมายและหน่วยงานข่าวกรอง ระบบจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจ สามารถสร้างมุมมองที่สมบูรณ์ในรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นที่ลาดตระเวน

4) ทางการแพทย์ ระบบโลกเสมือน ผสานโลกจริงสามารถนำมาใช้ทางด้านศัลยกรรมทางระบบประสาทสัมผัสการรับรู้ ส่งผลให้การดำเนินการผ่าตัดที่มีความเสี่ยงเกิดขึ้นน้อยลงได้ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบโลกเสมือน ผสานโลกจริงยังสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ทางการแพทย์อื่น ๆ เช่น เครื่อง X-ray หรือ MRI เพื่อให้แพทย์ได้วินิจฉัยทางการแพทย์หรือการตัดสินใจ สมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้ทางด้านสุขภาพจิต ความจริงเสมือน ผสานกับโลกจริงเป็นเครื่องมือสำคัญในด้านสุขภาพจิต ที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเอาชนะสถานการณ์ที่ท้าทาย ที่เป็นอุปสรรค

ทางการรับรู้ และเรียนรู้ของผู้ป่วย เช่น การกลัวความสูง การสนทนาในที่สาธารณะ ความสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม เป็นต้น

5) ทางด้านธุรกิจ สามารถนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมาใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับงานอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการ โครงการก่อสร้าง การเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเฉพาะทีมงานสำรวจทางธรณีวิทยาสามารถทำงานผ่านระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงได้ ซึ่งระบบจะสามารถนำภาพความจริงเสมือนผสมผสานกับโลกจริงที่ได้ ทั้บซ้อนกันระหว่างวัตถุเสมือนจริงของงานก่อสร้างหรือวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องการออกแบบและตรวจสอบความถูกต้องที่แน่นอนกับภาพจริงที่เกิดขึ้นของพื้นที่ก่อสร้าง ช่วยให้วางแผนการตัดสินใจก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม

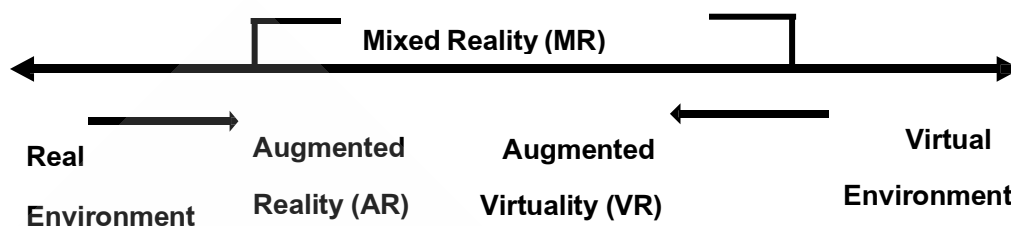
2.2.6.2 บริบทในทางการเรียนรู้

การประยุกต์ใช้ของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงดังที่ได้กล่าว เมื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้โดยอาศัยพัฒนาการของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงสามารถนำมาใช้กับการเรียนการสอนแบบปกติแบบเผชิญหน้า ในลักษณะร่วมกันเรียนรู้ในห้องเรียนหรือห้องเรียนระยะไกล ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิด การใช้ภาษาพูด ภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารอื่น ๆ นำมาใช้ในการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง มีศักยภาพการนำเสนอเนื้อหาที่ได้เปรียบกว่าการใช้สื่อแบบเดิมและเปิดโอกาสให้สามารถใช้การรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายและเป็นธรรมชาติมากขึ้น ด้วยการเรียนรู้ที่เพิ่มพื้นที่การเรียนรู้ทางกายภาพในรูปแบบสามมิติของผู้เรียนร่วมกันและสร้างรูปแบบการตอบสนองและปฏิสัมพันธ์ที่แปลกใหม่ร่วมกันได้ โดยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมีข้อดีดังนี้

- 1) ลดข้อจำกัดในเรื่องของรอยต่อระหว่างสภาพแวดล้อมจริงและเสมือนได้
- 2) ความสามารถในการยกระดับความเป็นโลกแห่งความจริงได้
- 3) ร่วมกันเรียนรู้ได้แบบเผชิญหน้ากันได้ทั้งในห้องเรียนเดียวกันและได้จากระยะไกล
- 4) การแสดงตัวตนของผู้เรียนที่มีตัวตนได้มากขึ้น
- 5) สามารถเปลี่ยนแปลงการส่งผ่านสารสนเทศ และการตอบสนองระหว่างโลกแห่ง

ความเป็นจริงกับโลกเสมือนได้อย่างดี

Milgram, P., Kishino, F. A (1994) ได้อธิบายรูปแบบของการผสมผสานโลกเสมือนกับโลกจริงว่า สภาพแวดล้อมจริงที่คุ้นเคยกันในการใช้อินเตอร์เฟซของเครื่องคอมพิวเตอร์ และสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เมื่อนำสภาพแวดล้อมทั้งสองมาเชื่อมโยงกันและปรับสภาพแวดล้อมให้สามารถเข้าหากันได้อย่างต่อเนื่อง เปลี่ยนแปลงการส่งผ่านข้อมูลระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกเสมือนก่อให้เกิดเป็นโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง ที่เรียกว่า Mixed Reality (MR) ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดง เส้นเชื่อมโยงของโลกแห่งความจริงกับโลกเสมือนจริงในงานของ (Milgram, P., Kishino, F. A, 1994)

ที่มา : วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2554). การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง. หน้า124.

สรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงมีหลายด้าน อาทิ
1) ด้านการเกมและความบันเทิง 2) ด้านการศึกษา 3) การรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศ 4) ทางการแพทย์ และ 5) ทางด้านธุรกิจ

2.2.7 หนังสือที่ผสมผสานเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR Book)

ปวีณรัตน์ สิทธิภาณุพงศ์และคณะ (2558) กล่าวว่าหนังสือที่มีการใช้ AR เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของหนังสือนั้น ถือเป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่เป็นเสมือนสะพานที่เชื่อมต่อการเรียนรู้ระหว่างโลกดิจิทัล (Digital World) และโลกทางกายภาพ (Physical World) ซึ่ง AR ถือว่าเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการทำให้ผู้เรียนได้เห็นและมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ที่เป็นสามมิติได้ ตัวอย่างหนังสือที่มีการใช้เทคโนโลยี AR ผสมผสานในเนื้อหาหนังสือ ได้แก่ “The Future is Wild: The Living Book” ถูกจัดทำและพัฒนาโดยบริษัท Meatio ในประเทศเยอรมันและขายครั้งแรกที่งาน Frankfurt Book Fair ในปี 2011 ในหนังสือเล่มนั้น มีการผสมผสาน AR เข้าไปในหนังสือ 42 แห่ง ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านรู้สึกมีส่วนร่วมกับสิ่งที่กำลังอ่านในหนังสือที่น่าเสนอย่างกลมกลืน



ภาพที่ 2.6 AR pop-up book” (Digilog Books)

ที่มา : วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2554). การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง. หน้า43.

ภาพที่ 2.6 “AR pop-up book” (Digilog Books) ซึ่งถูกสร้างและพัฒนาโดย Gwangju จาก Institute of Science and Technology (GIST) ของประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งสามารถที่จะแสดงภาพสามมิติได้ในแต่ละหน้าเพียงแค่อ่านผ่านแว่นตาที่มีความเฉพาะสำหรับอ่านหนังสือเล่มนี้ ในประเทศไทยเองก็มีการนำเทคโนโลยี AR มาผสมผสานในการสร้างหนังสือ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาหนังสือที่ผสมผสานเทคโนโลยี AR สำหรับจัดการเรียนการสอนเรื่อง ธรณีวิทยา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพสามมิติ และสามารถสำรวจชั้นต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของโลกได้ในลักษณะภาพสามมิติสำหรับหนังสือ AR มีผู้อ่านได้ขนานนามไว้ว่าเป็นหนังสือมหัศจรรย์เนื่องจาก AR สามารถทำให้การนำเสนอมีความดึงดูดน่าสนใจมากกว่าหนังสือธรรมดาทั่วไป ซึ่งระหว่างที่อ่านหนังสือแต่ละหน้าหากเรามองผ่านกล้องของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบต่าง ๆ เราจะสามารถเห็นภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหวสามมิติ หรือวิดีโอได้ ซึ่งทำให้หนังสือมีความพิเศษมากกว่าตัวหนังสือและภาพวาดธรรมดาทั่วไป

2.2.8 องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง

การจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2554) นอกจากมีคุณลักษณะดังกล่าวแล้ว องค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับตัวเข้ากับความต้องการของผู้เรียนสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน โดยได้รับการสนับสนุนด้วยการกำหนดบทบาทของครูผู้สอนและกระบวนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย

2.2.8.1 บทบาทครู ครูทำหน้าที่ออกแบบ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดและอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียน ครูดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน หากเป็นไปได้ควรดำเนินการออกแบบพัฒนากิจกรรมก่อนที่จะจัดการรู้จริงของผู้เรียน และสลับกลับไปมาระหว่างการเรียนรู้ โดยต้องสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายในการสร้างองค์ความรู้ ครูจะสอนหนึ่งคนหรือหลายคนก็ได้

2.2.8.2 การสอนแบบปกติ ควรการจัดการเรียนรู้โดยออกแบบและพัฒนาที่เรียกว่า “played” เป็นพื้นที่ในการทำกิจกรรม มีบริเวณให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าทั้งแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม ร่วมกับการให้คำอธิบายของครูผู้สอน และเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามกระบวนการหรือเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้า ตลอดจนให้ผู้เรียนได้ทำซ้ำๆ โดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอน

2.2.8.3 การสอนแบบอัตโนมัติ ในส่วนนี้เป็นการให้ผู้เรียนได้ดำเนินการหรือจัดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ศึกษา โดยได้รับฟังคำอธิบายที่บันทึกไว้ล่วงหน้าของตามขั้นตอน สร้างกระบวนการแสวงหาคำตอบ ให้คำแนะนำกันเองของผู้เรียน มีการบันทึกการสนทนา การพูดคุย

หรือการใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ที่ส่งผลผู้เรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างความรู้ของตนเอง และควรส่งเสริมหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการทำซ้ำ ๆ อีกครั้งได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

2.2.8.4 การทดสอบและประเมิน เมื่อผู้เรียนดำเนินการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ในขั้นสุดท้ายควรมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้ และทำการบันทึกผลการทดสอบต่าง ๆ ที่ได้ หรือการเก็บข้อมูลจากการสังเกตของผู้สอนและการประเมินตนเองของผู้เรียน

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้กับการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง สามารถนำมาประยุกต์ให้สามารถใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อีกมากมาย โดยเฉพาะเทคโนโลยีเครือข่ายไร้ หรืออินเทอร์เน็ตไร้สาย ในระบบตามมาตรฐาน Wi-Fi สามารถเข้าสู่แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ให้ข้อมูลสาระที่ด้านการศึกษากับผู้เรียนได้ทันที ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถใช้ในการเรียนรู้และทำกิจกรรมได้ในลักษณะที่เป็นกิจกรรมนันทนาการแบบพาโนรามา 360 องศา เช่น ในเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ของสถานที่สำคัญต่าง ๆ ที่แสดงภาพซ้อนทับระหว่างภาพสถานที่จริงกับภาพบนโลกจริงของผู้เรียนเป็นพื้นหลัง และผู้เรียนยังสามารถใช้ระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงสร้างความเข้าใจลึกซึ้ง ในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับการก่อตัวของเมฆและโครงสร้างของจักรวาลและกาแล็กซีหรือเนื้อหาอื่น ๆ อีกมากมายห้องสมุดเสมือนจริงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาและนำเทคโนโลยีการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมาช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลได้เสมือนอยู่ในห้องสมุดจริง ๆ สามารถใช้วัสดุสื่อต่าง ๆ ได้ สามารถรับรู้ได้ทั้งภาพ เสียง และการปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือนผสมผสานกับโลกจริง จะเป็นมิติใหม่ในการในการสร้างอินเทอร์เน็ตปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ที่จะมีความก้าวหน้าขึ้นไปได้ว่าคอมพิวเตอร์อาจอยู่ที่ใดก็ได้ในภาพแวดล้อมของจริงของเรา ผงังห้องนั่งเล่น ประตู หน้าต่าง สนามหญ้าหลังบ้าน หรืออื่น ๆ กลายเป็นสภาพแวดล้อมที่เชื่อมโยงไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือการทำงานด้านคอมพิวเตอร์ต่างของผู้ใช้งาน

สรุปได้ว่าองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง คือ ครูทำหน้าที่ออกแบบ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดและอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำการทดสอบและประเมิน เมื่อผู้เรียนดำเนินการสร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเองตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ในขั้นสุดท้ายควรมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้

2.2.9 การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

วรุณณา ศรี โสภภาพ และคณะ(2555)ได้ทำการศึกษาวิจัย การพัฒนาหนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วยเทคนิคภาพเสมือนผสมผสานโลกจริง เรื่อง อุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วย ใช้สันหลังบาดเจ็บ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาหนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วย เทคนิคภาพเสมือนผสมผสานโลกจริง เรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วยใช้สันหลังบาดเจ็บ

และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อหนังสือเสริมบทเรียน ของนิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาภาพถ่ายบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 29 คน หนังสือเสริมบทเรียนสามมิติถูกพัฒนาขึ้น โดยโปรแกรม Photoshop Google Sketchup Amire ร่วมกับเทคนิคภาพเสมือนผสานโลกจริง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ประเมินโดยใช้แบบทดสอบปรนัย 12 ข้อ และประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ รายงานค่าคะแนน จากแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจเป็นค่าเฉลี่ยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบปรนัยก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ Paired Samples Test ก่อนการหนังสือเสริมบทเรียน ผลพบว่านิสิตมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.68 (0.32) คะแนน และหลังการศึกษา พบว่านิสิตมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 10.17 (0.28) คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) ความพึงพอใจในการใช้หนังสือพบว่านิสิตส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42(0.58) สรุปได้ว่า หนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วยเทคนิคภาพเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง อุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วยใช้ส้นหลังบาดเจ็บ มีประสิทธิภาพต่อการนำไปใช้สำหรับนิสิตภาพถ่ายบำบัดชั้นปีที่ 3 สาขาภาพถ่ายบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จิตรารักษ์ ชัยเฉลิมศักดิ์ (2555) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเรื่อง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพหนังสืออ่านเพิ่มเติมร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็น ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 40 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลการหาประสิทธิภาพหนังสืออ่านเพิ่มเติมร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 87.00/85.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 คะแนน หลังเรียนจากการเรียนรู้ด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติม ร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ภูวกัสตร์ อินอ้าย(2560)การพัฒนาชุดการสอนด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี เรื่อง รามเกียรติ์ ตอนศึกไมยราพ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า 1) องค์ประกอบใน สร้างชุดการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก ($x = 4.48$, S.D. = 0.55) ประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักเรียน เนื้อหาบทเรียน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน การนำเสนอภาพ และคุณลักษณะชุดการ สอน 2) ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญมีความ เหมาะสมอยู่ในระดับมาก ที่สุด ($x = 4.54$, S.D = 0.41) และมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (80.43/82.40) 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการสอนเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตีมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของ ผู้เรียนที่มีต่อชุด การสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($x = 4.76$, S.D. = 0.37)

Fotis Liarokapis, et al. (2002) นำเสนอบทความเรื่องอินเทอร์เน็ตเฟสของมัลติมีเดีย โลก เสมือนผสานโลกจริง สำหรับ E-Learning (MARIE) ในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมเพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยทำการทดลองสำรวจศักยภาพ AR ผู้ใช้สามารถโต้ตอบ มี ภาพวัตถุสามมิติ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ และเสียง มุ่งเน้นการเสริมสร้างการเรียนการ สอนและกระบวนการเรียนรู้ในโลกเสมือนผสานโลกจริง e-learning ประโยชน์หลักของระบบโลก เสมือนผสานโลกจริง คือ ค่าใช้จ่ายต่ำและเป็นงานนำเสนอเรียลไทม์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ใน การเรียนการสอนอื่น ๆ ที่สามารถเรียนรู้โดยใช้หลักโลกเสมือนผสานโลกจริง

Bernd Mayer and Hanfmann (2007) ได้ศึกษา เรื่อง การจำลองการทดลองทางฟิสิกส์ ในโลกเสมือนผสานโลกจริง ได้นำ AR มาประยุกต์ใช้กับการศึกษากลศาสตร์ เพื่อจำลองการ ทดลองทางฟิสิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที (Real Time) นักเรียนจะสร้างและศึกษาการ ทดลองด้วยตนเองในโลกเสมือนจริง 3 มิติ มีเครื่องมือหลากหลายสำหรับวิเคราะห์ เรื่อง แรง มวล และคุณสมบัติอื่น ๆ ของวัตถุทั้งก่อน ระหว่างและหลังการทดลองใช้เนื้อหาใหม่ในการสอน เพื่อ สำนวจจุดเด่นของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยอธิบายถึงการเคลื่อนไหวร่วมกันของวัตถุที่มนุษย์ รับรู้ในชีวิตประจำวันด้วยกฎการเคลื่อนที่ 3 ข้อ ของไอแซคนิวตัน คือแรง ความเร็วและความเร่ง

Margarita Vilkoniene (2009) ได้ทำการวิจัย เรื่อง อิทธิพลของเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

2.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Dewey (1933, p.8) การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึงการคิดอย่างใคร่ครวญ (Reflective Thought)

Moore and Parker (1986, p. 17) การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึงเป็นการตัดสินใจอย่างรอบคอบว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธหรือวิธีที่จะตัดสินใจกับข่าวสารหรือข้อมูลที่ได้รับ

Ennis (1989, p. 13) กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล เพื่อมุ่งสู่การตัดสินใจในสิ่งที่ควรเชื่อหรือควรทำ

Haipern (1996, p. 36) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ กระบวนการคิดและใช้เหตุผล โดยนำความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วมาหาข้อสรุป

สันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ (2544, น. 31) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า คือ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์และการคาดเดา

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2548, น. 25) กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดใคร่ครวญ โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ของตนเอง เพื่อรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์ ตีความอย่างรอบคอบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง การคิดอย่างไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล จากข้อมูล โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม สู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผลหรือการตัดสินใจในสิ่งที่ควรเชื่อหรือควรทำ

2.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดรูปแบบหนึ่งที่มีความซับซ้อน ดังนั้น การที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจำเป็นต้องเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิด หรือกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์ มีผู้เสนอแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายท่าน ผู้วิจัยขอกล่าวเฉพาะทฤษฎีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ซึ่งประกอบด้วย

2.3.2.1 ทฤษฎีทางเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด(Guildford)

2.3.2.2 ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ (Information Processing Theory)

2.3.2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

2.3.2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)

2.3.2.5 แนวคิดของอนนิส (Ennis)

2.3.2.1 ทฤษฎีทางเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด(Guilford)

Guilford (1967, pp. 218-237) มีความเชื่อว่า ความสามารถทางสมองสามารถปรากฏได้จากการปฏิบัติงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในลักษณะของความสามารถด้านต่างๆที่เรียกว่า องค์ประกอบและสามารถตรวจสอบความสามารถนี้ด้วยแบบสอบที่เป็นมาตรฐานกิลฟอร์ดเสนอ โครงสร้างทางสติปัญญา ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford, 1956, p. 53) ได้แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ คือ

1) เนื้อหาที่คิด (Content) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลต่างๆ ที่สมองรับเข้าไปคิดมี 4 ประเภท ได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

2) วิธีการคิด (Operation) หมายถึง ลักษณะกระบวนการทำงานของสมองแบบต่าง ๆ มี 5 แบบ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ ความจำ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) การคิดแบบอเนกนัย และการประเมินผล

3) ผลของการคิด (Product) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลเนื้อหา ผลผลิตของความคิดออกมาเป็นรูปแบบต่างๆ การแปลงรูป

การประยุกต์จากแบบทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดนี้ หมายถึง วัตถุหรือข้อมูลต่างๆ ที่รับรู้ใช้เป็นสื่อเพื่อก่อให้เกิดความคิด แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

1) เนื้อหาที่เป็นรูปภาพ (Figural Content) ได้แก่ วัตถุที่เป็นรูปธรรมต่างๆ ซึ่งสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส

2) เนื้อหาที่เป็นเสียง (Auditory Content) ได้แก่ สิ่งที่อยู่ในรูปของเสียงที่มีความหมาย

3) เนื้อหาที่สัญลักษณ์ (Symbolic Content) ได้แก่ ตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้น เช่น พยัญชนะ ระบบจำนวน

4) เนื้อหาที่เป็นภาษา (Semantic Content) ได้แก่ สิ่งที่อยู่ในรูปของภาษาที่มีความหมาย

5) เนื้อหาที่เป็นพฤติกรรม(Behavior Content) ได้แก่ สิ่งที่ไม่ใช่ถ้อยคำแต่เป็นการแสดงออกของมนุษย์ เจตคติ ความต้องการ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมิติด้านปฏิบัติการ (Operations) หมายถึง กระบวนการคิดต่างๆ ที่สร้างขึ้นมาซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 5 ชนิด ดังนี้

5.1) การรับรู้และการเข้าใจ (Cognition) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการรับรู้และทำความเข้าใจ

5.2) การจำ (Memory) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการสะสมเรื่องราวหรือข่าวสาร และสามารถระลึกได้เมื่อเวลาผ่านไป

5.3) การคิดแบบออกนอกราย (Divergent Thinking) เป็นความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและแสดงออกมาในหลายๆ แบบ หลายวิธี

5.4) การคิดแบบเอกราย (Convergent Thinking) เป็นความสามารถในการสรุปข้อมูลที่ดีและถูกต้องที่สุด

5.5) การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการตัดสินสิ่งที่รับรู้จำได้ หรือกระบวนการคิดนั้นมีคุณค่า มีความถูกต้องเหมาะสม หรือมีความเพียงพอหรือไม่

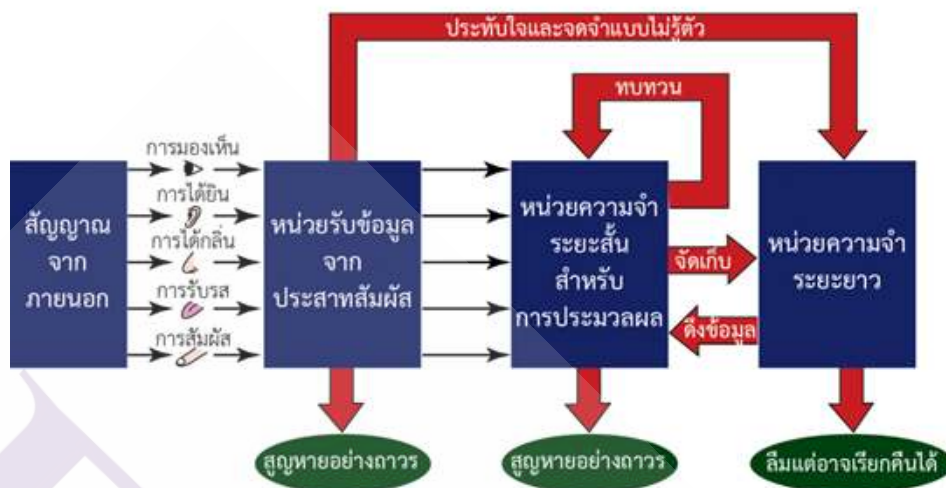
สรุปได้ว่าทฤษฎีทางเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด(Guildford)มี 3 มิติ คือมิติด้านเนื้อหา (Contents) มิติด้านปฏิบัติการ(Operations) และมิติด้านผลผลิต (Products) มิติด้านเนื้อหา (Contents)

2.3.2.2 ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ (Information Processing Theory)

ทฤษฎีนี้เกิดขึ้นจากความคิดเชิงเปรียบเทียบการทำงานระหว่างโครงสร้างคอมพิวเตอร์กับกระบวนการคิดในสมองของมนุษย์ว่ามีลักษณะคล้ายกัน แนวคิดนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นใน ค.ศ. 1968 รูปแบบการคิด โดยเปรียบเทียบกระบวนการคิดของมนุษย์กับการประมวลผลข้อมูลคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1) การยอมรับข้อมูล (Accept Information)
- 2) การจัดกระทำและการแปลงข้อมูลที่กลับมา (Manipulate and Transform)
- 3) การเก็บรักษาข้อมูล (Storage)
- 4) การนำเสนอข้อมูลออกมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ (Retrieval)

โดย Richard Atkinson and Richard Shiffrin (1963) ซึ่งอธิบายว่าการทำงานของสมองบุคคลมีลักษณะเหมือนการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ เมื่อมีการป้อนข้อมูล(Input) เข้าสู่การปฏิบัติการผ่าน โปรแกรมที่อาศัยข้อมูลจากหน่วยความจำและปฏิบัติการตามคำสั่งที่ได้รับทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาในที่สุด สำหรับการคิดของบุคคลมีกระบวนการทางสมองในการประมวลสารสนเทศ ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดงแบบจำลองการประมวลสารสนเทศ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), รูปแบบการทำงานของสมองแบบคู่หน่วยความจำ. หน้า 1.

จากภาพที่ 2.7 แสดงให้เห็นว่าสารสนเทศที่รับเข้ามาผ่านระบบการบันทึกการสัมผัส ซึ่งตรวจพบผ่านทางตาหรือทางเสียงหรือทางกลิ่น แล้วสมองจะทำความเข้าใจสารสนเทศนั้น แล้วนำไปเก็บไว้ในความทรงจำระยะสั้นเพื่อนำมาใช้งาน แต่สามารถใช้งานได้ในช่วงเวลาอันจำกัด และเพื่อให้สารสนเทศที่เข้ามาสามารถคงอยู่ในความทรงจำระยะยาว ก็ต้องใช้กระบวนการทบทวน หรือการจัดหมวดหมู่ การประมวลซ้ำ การปรับโครงสร้าง และการจัดกระทำต่าง ๆ เพื่อบันทึกสารสนเทศไว้ในความทรงจำระยะยาวซึ่งสามารถบันทึกได้ในปริมาณมาก ไม่จำกัดขอบเขต ความทรงจำระยะยาวที่ถูกบันทึกไว้เกี่ยวกับความจำทางด้านภาษา มโนภาพ เหตุการณ์ ความรู้สึก การเคลื่อนไหว วิธีการต่าง ๆ ดังนั้น กระบวนการคิดต้องอาศัยระบบการบันทึกการสัมผัส ความทรงจำระยะสั้นและความทรงจำระยะยาว โดยมีกระบวนการควบคุมด้วยการทบทวน การจัดหมวดหมู่ การประมวลซ้ำ การปรับโครงสร้างและการจัดกระทำต่าง ๆ เพื่อให้บุคคลสามารถนำสารสนเทศมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม การที่จะใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณสารสนเทศที่มีอยู่ วิธีการจัดระบบสารสนเทศและการดึงสารสนเทศออกมาใช้กล่าวได้ว่า จุดมุ่งหมายของการประมวลสารสนเทศตามกรอบแนวคิดนี้ก็คือ สมองกำหนดได้อย่างแม่นยำว่าสารสนเทศใดที่ควรเก็บไว้ จะเก็บไว้มากน้อยเพียงใด เมื่อไรควรเก็บ และเก็บไว้ที่ไหน อย่างไร และที่สำคัญที่สุดสารสนเทศที่ได้รับนำไปสู่การพัฒนาการคิดได้อย่างไรนั่นเอง

ความคิดพื้นฐานในการใช้ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ ตามทัศนะของนักจิตวิทยา
พุทธิปัญญานิยม มีดังต่อไปนี้

1) ในการเรียนรู้สิ่งใดก็ตาม ผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วของการเรียนรู้ และ
ขั้นตอนของการเรียนรู้ได้

2) การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพซึ่ง
หมายความว่า นอกจากผู้เรียนจะเพิ่มจำนวนของสิ่งที่เรียนรู้ ผู้เรียนจะสามารถเรียบเรียงและ
รวบรวมให้เป็นระเบียบ เพื่อจะเรียกใช้ในเวลาที่ต้องการ

สรุปได้ว่าทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ คือการป้อนข้อมูล(input) เข้าสู่การปฏิบัติการ
ผ่าน โปรแกรมที่อาศัยข้อมูลจากหน่วยความจำและปฏิบัติการตามคำสั่งที่ได้รับทำให้ได้ผลลัพธ์
ออกมาในที่สุด มีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และมีการเรียบเรียงความรู้ที่ได้ว่าเป็น
ระบบ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระได้เป็นเวลานาน

2.3.2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้ (Thirteen, S, 2008, pp. 1-3) มีความเชื่อว่า แม้โลกนี้มีอยู่
จริง แต่ความหมายของสิ่งต่าง ๆ มิได้มีอยู่ในตัวของมันเอง สิ่งต่าง ๆ จะมีความหมายขึ้นมาจาก
การคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้น ๆ ดังนั้น สิ่งต่าง ๆ ในโลกจึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นจริงที่สุดแต่
ขึ้นอยู่กับทำให้ความหมายของคนในโลก ดังนั้น ทฤษฎีนี้จึงให้ความสำคัญกับกระบวนการและ
วิธีการของบุคคลในการแปลความหมายและการสร้างความรู้ ความเข้าใจจากประสบการณ์ต่าง ๆ
และถือว่าสมองเป็นเครื่องมือสำคัญที่บุคคลใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ในโลกนี้ซึ่ง
การแปลความหมายของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ
ความสนใจ และภูมิหลังของแต่ละบุคคล ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด ครูจึงควร
ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัว
(Active Learning) ซึ่งไวเกอตสกีได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนา ขอบเขตของการเรียนรู้ไว้
(Zone of Proximal Development) สรุปได้ว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของ
ตนเองขึ้นได้ด้วยการรับคำแนะนำ หรือทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ มากกว่า
Vygotsky (1978, pp. 86-87) ; Driscoll (1994, pp. 224-239) อธิบายการพัฒนาขอบเขตของการ
เรียนรู้ว่าเป็นการลดช่วงห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่นักเรียนมีอยู่ในขณะนั้นซึ่ง
ได้จากปัญหาที่นักเรียนสามารถแก้ได้ด้วยตนเอง กับระดับศักยภาพทางสติปัญญาของนักเรียนซึ่ง
ได้จากปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถแก้ได้โดยลำพัง แต่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ถ้าได้รับการชี้แนะ
และได้ร่วมงานกับผู้ใหญ่หรือเพื่อนที่มีความชำนาญมากกว่า การได้ร่วมงานหรือได้รับการชี้แนะ
จากผู้ที่มีความชำนาญมากกว่า ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถแก้ปัญหานั้นได้ด้วย

ตนเองในเวลาต่อมาแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ มีสาระสำคัญ ดังนี้ (ไพจิตร สะควกการ, 2538, น. 46)

1) การเรียนรู้ คือ การสร้างโครงสร้างทางปัญญาที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ความสนใจและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3) ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง ภายใต้สมมติฐาน (Assumption) ต่อไปนี้

3.1) สถานการณ์ที่เป็นปัญหา และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

3.2) การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่อยู่ภายใต้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กระตุ้นให้มีโครงสร้างทางปัญญาใหม่

จากทฤษฎีการสร้างความรู้ที่ได้กล่าวไว้แล้ว สามารถนำมาเป็นหลักการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (ทิสนา เขมมณี, 2548, น. 94-96)

1) ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้ต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic Tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2) เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาได้ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active Learning)

3) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง

4) ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม (Sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้นและหลากหลายขึ้น

5) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาเอง

6) ครูมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิมจากผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ โดยการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจากการให้ความรู้เป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ครูมีบทบาทในการสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ให้คำปรึกษากับผู้เรียน

7) ในการประเมินผลการเรียนการสอน จำเป็นต้องมีลักษณะเป็นการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน จากเพื่อนงาน รวมทั้งประเมินตนเองนอกจากนั้นยังต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง

วัชราน เล่าเรียนดี (2553, น. 73) ได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

1) จัดสถานการณ์หรือปัญหาที่เร้าความสนใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและปฏิบัติ กล่าวคือ ก่อคำถาม ก่ออธิบาย อภิปราย และแสดงความคิดเห็น (ประเภทของคำถาม วิธีการถามคำถามการให้เวลาในการคิดและการให้กำลังใจมีความสำคัญยิ่ง)

2) พยายามใช้ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้จริง ของจริง และการร่วมปฏิบัติจริงหรือให้ตัวอย่างสถานการณ์จริงด้วยภาพ ด้วยสื่ออื่น ๆ หลีกเลี่ยงการอธิบายที่มากจนเกินไปเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสคิด

3) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด คิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดไตร่ตรองอย่างสม่ำเสมอ ตลอดกิจกรรมการเรียน

4) ตรวจสอบความเข้าใจประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน ให้ความรู้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสืบค้นเพื่อสร้างความเข้าใจกับเรื่องใหม่ที่จะเรียน

5) จัดกลุ่มนักเรียนหลาย ๆ แบบให้นักเรียนร่วมมือกันเรียน ให้ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ความเชื่อ และให้เวลาอย่างพอเพียงสำหรับการสร้างความหมายสิ่งที่จะเรียนรู้ จัดและประเมินผลการเรียนตลอดกระบวนการเรียนรู้และใช้วิธีวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เหมาะสม เช่น ถาม-ตอบปากเปล่า ให้สาริต ให้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมทันที ทดสอบย่อย เสนอผลงาน ชิ้นงาน ด้วยแผนภูมิ โครงงานสิ่งประดิษฐ์ที่สะท้อนให้เห็นความรู้ที่เกิดขึ้นจากทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังกล่าว ผู้วิจัยนำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนเรียนรู้

กระบวนการคิดแก้ปัญหาและเนื้อหาด้วยการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง มีการค้นคว้าข้อมูล แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนจนสามารถสะท้อนความรู้ สรุปลงความรู้ได้ด้วยตนเองทั้งด้านเนื้อหาวิชาและกระบวนการคิดจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิด พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีอายุ 11 ปี จะอยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดค้นด้วยรูปธรรม (Concrete Operational Stage) และขั้นปฏิบัติการคิดค้นด้วยปฏิบัติอย่างเป็นทางการ (Formal Operational Stage) เด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์ และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดลอมออกเป็นหมวดหมู่ได้ สามารถที่จะเข้าใจเหตุผลรู้จักแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมได้ สามารถที่จะเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ สามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือความสามารถในการคิดย้อนกลับ ความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี โดยต้องอาศัยสิ่งเร้า และการกระตุ้นเพื่อให้ค้นพบกับปัญญาของตนที่แอบแฝงไว้ อีกทั้งยังสามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมมากขึ้น เด็กสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้วจะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะ ดังนั้น การพัฒนาเด็กให้สามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณจึงควรเริ่มในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีอายุ 11 ปี ซึ่งเป็นวัยเริ่มต้นในการคิดค้นด้วยนามธรรมเพื่อเสริมสร้างพื้นฐานการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่ถูกต้องเหมาะสม

สรุปได้ว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการแปลความหมายและการสร้างความรู้ ความเข้าใจจากประสบการณ์ต่าง ๆ และถือว่าสมองเป็นเครื่องมือสำคัญที่บุคคลใช้ในการแปลความหมายดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดครูจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2.3.2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นความรู้ที่ไม่ใช่มาจากการสอนของครูเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและถูกสร้างขึ้น โดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) Media Lab Constructionism ได้พัฒนาและคิดค้นขึ้น โดย ศาสตราจารย์ Seymour Papert แห่ง Massachusetts Institute of Technology (MIT) สหรัฐอเมริกา เป็นแนวคิดที่พัฒนาต่อยอดมาจากทฤษฎี Constructivism ของเพียเจต์ (Piaget) นักญาณวิทยา (Epistemologist) ชาวสวิตเซอร์แลนด์ ทฤษฎี Constructivism เป็นทฤษฎีพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาการเรียนรู้ของมนุษย์ Piaget สรุปว่า การสร้างคำตอบจากประสบการณ์ของตนเอง (ผู้เรียน) นั้นเป็นผลของกระบวนการดูซึม

(Assimilation) คือการสร้างคำตอบที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์และความเข้าใจเดิมที่มีอยู่แล้ว สำหรับเด็ก การสร้างคำตอบทำให้สามารถดูดซึมเข้าไปใน Schema ของเขาโดยไม่เกิดความขัดแย้ง

การนำทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากแนวคิดนี้เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงรู้จักการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้น บทบาทของครูตามทฤษฎีนี้ (Brooks & Brooks, 1999) คือ ทำหน้าที่ค้นหาและให้ความสำคัญในข้อคิดเห็นของผู้เรียน ด้วยการเตรียมบทเรียนและจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนให้ได้ ทั้งนี้ สิ่งที่ต้องทำท้าทายความคิดและความเชื่อของผู้เรียน สอดคล้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยครูต้องเริ่มต้นบทเรียนด้วยการให้แนวคิดข้อมูลที่เป็นลักษณะรวม เพื่อให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกและนำข้อมูลรายละเอียด ส่วนย่อย ๆ ของความรู้ที่มีความสัมพันธ์กันมาประกอบกัน เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้น ซึ่งในการประเมินผลการเรียนรู้ก็จำเป็นต้องประเมินโดยภาพรวมทั้งหมด

Crawford & Witte (1999) เสนอกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ไว้ 5 ประการคือ 1) การเชื่อมโยง (Relating) เป็นการจัดการเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิตของบุคคล โดยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดหรือข้อมูลใหม่กับสิ่งที่ตนคุ้นเคย 2) การปฏิบัติ (Experiencing) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการกระทำ โดยให้ผู้เรียนได้มีการค้นพบ สำรวจ และประดิษฐ์ เช่น แก้ปัญหา ทดลองปฏิบัติการ เป็นต้น 3) การนำไปใช้ (Applying) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้มีการนำแนวคิดไปปฏิบัติ 4) การร่วมมือ (Cooperating) เป็นการจัดการเรียนรู้ในบริบทของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความร่วมมือ และการสื่อสาร 5) การถ่ายโอน (Transferring) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้มีการนำความรู้ในบริบทใหม่หรือสถานการณ์ใหม่ที่เพิ่มค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

นักวิชาการได้นำหลักการของทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา มาพัฒนาเป็นรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เรียกว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ เช่น Cunningham, Duffy, & Knuth (1993) เสนอหลักการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เน้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning Tasks) ซึ่งหมายถึงกิจกรรมที่อยู่ในบริบทการแก้ปัญหตามสภาพจริงในโลกนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง และเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิต แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับ Jonassen, Mayes, & McAleese (1993) ซึ่งกล่าวว่า กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีพื้นฐานอยู่บนปัญหาหรือกรณีศึกษา ให้โอกาสผู้เรียนได้พาตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์จริง เป็นกิจกรรมที่เกิดจากความต้องการของผู้เรียนที่จะศึกษาหาความรู้ และใช้ทักษะการแก้ปัญหที่ตรงตามสภาพจริง

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ทำให้การวัดและประเมินผลต้องมีลักษณะเป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) หรือใช้คำอื่นในภาษาอังกฤษ อาทิ Performance, Appropriate, Alternative, หรือ Direct Assessments ซึ่งหมายถึงมาตรการในการประเมินผลที่อยู่บนพื้นฐานของงานภารกิจ (Authentic tasks หรือ Performance tasks) ซึ่งเป็นกิจกรรม แบบฝึกหัด หรือปัญหา ที่กำหนดให้ผู้เรียน แสดงออกว่าสามารถทำอะไรได้บ้าง โดยภารกิจจริงดังกล่าว มักจะมีคำตอบหรือวิธีการแก้ไข มากกว่าหนึ่งประการ และต้องใช้กระบวนการที่อาศัยทักษะการคิดระดับสูง อาทิ การวิเคราะห์เหตุ และผล การใช้เหตุผลเชิงอนุมาน/นิรนัยและอุปมาน/อุปนัย การทดลอง และการแก้ปัญหา ทั้งนี้ ภารกิจจริงที่กำหนดให้อาจจัดขึ้นเพื่อมุ่งประเมินผลการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดบทเรียนเพียงอย่างเดียว หรือเพื่อเป็นการจัดการเรียนรู้ไปด้วยก็ได้ (McBrien & Brandt, 1997)

Herman, Aschbacher, & Winters (1992) อธิบายว่าการประเมินตามสภาพจริงเป็น กระบวนการที่ประกอบด้วย การสังเกต การบันทึก การจัดทำเอกสารที่เกี่ยวกับงานที่ผู้เรียนได้ทำ รวมทั้งได้แสดงวิธีการว่าทำได้อย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการตัดสินใจทางการศึกษา การวัดผลจะพิจารณาความแตกต่างของบุคคลประกอบด้วย ทั้งนี้ ผู้สอนต้องจัดโอกาสการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้แสดงออกในภาคปฏิบัติ กิดสร้างสรรค์ ผลงานที่สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน มีการดึงหรือ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ระดับการคิดขั้นสูงและใช้ทักษะในการแก้ปัญหา ใ้งานหรือกิจกรรมที่เป็น สิ่งที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน และสิ่งที่เรียนต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งประเด็นที่เหล่านี้ตรงกับลักษณะการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยต้องการให้มีในรูปแบบที่จะจัดขึ้น เทคนิคที่ใช้ ในการประเมินผลตามสภาพจริงมีอยู่หลากหลาย อาทิ ผลผลิตที่เป็นงานเขียน (Written Products) ผลลัพธ์จากการแก้ไขปัญหา (Solutions to Problems) การทดลอง (Experiments) การแสดงผลงาน (Exhibitions) การแสดงสมรรถนะ (Performances) แฟ้มสะสมงาน (Portfolios) การสังเกต (Observations) ตารางตรวจสอบ (Checklists) บัญชีรายการ (Inventories) และ โครงการที่ผู้เรียน ร่วมกันจัดทำ (Cooperative Group Projects)

แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญานั้น ควรจัด กิจกรรมโดยให้ความสำคัญต่อเรื่องต่อไปนี้ (สุชิน เพ็ชรักษ์, 2544, น. 31-38)

1) การเชื่อมโยงความคิด: เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน สิ่งที่รู้หรือ ความคิดเก่าจะเป็นฐานของการคิดใหม่ ทำใหม่ และรู้ใหม่

2) การริเริ่มของผู้เรียน: ให้โอกาสผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่มทำโครงการตามความสนใจ เมื่อ ผู้เรียนเป็นฝ่ายริเริ่มทำโครงการจะทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ และมุ่งมั่นทำงานนั้น ให้บรรลุผล

3) ความต่อเนื่องในการพัฒนาโครงการ: ให้เวลาสำหรับการทำโครงการอย่างต่อเนื่อง และเพียงพอ

4) การวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง: เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูด อธิบาย กระบวนการคิดกระบวนการลงมือทำกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองอยู่เสมอ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ทั้งความรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนเอง เกิดทักษะในการการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหา ต่าง ๆ ที่เผชิญอยู่ได้

5) การแลกเปลี่ยนความคิดในสภาพที่อบอุ่นและเป็นมิตร: การเรียนรู้ที่ดีจะต้องมีการ คิด การทำและการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

6) การสนับสนุนของผู้สอน การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองได้ต้องได้รับการ สนับสนุนอย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปจากผู้สอนที่ได้รับการฝึกฝนให้มีความเข้าใจใน กระบวนการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง การสะท้อนสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และการใช้คำถามกระตุ้นของผู้สอน จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) เป็นการ เชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน สิ่งที่อยู่หรือความคิดเก่าจะเป็นฐานของการคิดใหม่ ทำใหม่ และรู้ใหม่ การริเริ่มของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของตนเองกระบวนการ คิดกระบวนการลงมือทำกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองอยู่เสมอ

2.3.2.5 แนวคิดของเอนนิส (Ennis)

Ennis (1985, pp. 45-48) เสนอว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นผลมาจากการมี ปฏิสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มคุณลักษณะที่แสดงออก (Disposition) ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับกลุ่มของความสามารถ (Ability) ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณส่วนที่เป็นด้านคุณลักษณะการคิด วิจารณญาณประกอบด้วย

- 1) การค้นหาความชัดเจนของข้อความที่เป็นความรู้ใหม่
- 2) การค้นหาเหตุผล
- 3) การพยายามที่จะได้รับความรู้หรือข้อมูลที่ดี
- 4) การใช้แหล่งอ้างอิงข้อมูลที่เชื่อถือได้
- 5) ให้ความสนใจปัญหา หรือสถานการณ์ทั้งหมด
- 6) พยายามสนใจสิ่งที่สอดคล้องกับประเด็นหรือจุดสำคัญ
- 7) จดจำเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นพื้นฐาน
- 8) การค้นหาทางเลือก

9) เป็นผู้ที่เปิดใจกว้าง ได้แก่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่นใช้เหตุผลในการค้นหาข้อถกเถียง และไม่ตัดสินใจด้วยขาดข้อมูลหรือเหตุผลอย่างเพียงพอ

10) มีแนวคิด และสามารถเปลี่ยนแปลงแนวคิดได้ เมื่อมีข้อมูลหรือเหตุผลเพียงพอ

11) ค้นหาความถูกต้องเท่าที่จะหาความรู้หรือข้อมูลได้

12) จัดการตามลำดับขั้นตอนในแต่ละส่วนของสิ่งที่มีความซับซ้อน

13) มีความไวต่อความรู้สึก ระดับความรู้และความคิดเห็นของบุคคลอื่น

เอนนิสได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าจะต้องประกอบด้วย

1) ความชัดเจนขั้นพื้นฐาน (Elementary Clarification)

1.1) ความชัดเจนที่ทำให้ความสนใจเกี่ยวกับคำถาม โดยสามารถตั้งคำถามได้กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจคำตอบที่ได้รับ สามารถจดจำสถานการณ์หรือปัญหาได้

1.2) การวิเคราะห์ข้อคิดเห็น (Arguments) โดยสามารถสรุปได้ บอกเหตุผลได้ บอกเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึงได้ สามารถมองเห็นความเหมือนหรือความแตกต่างได้ จัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง มองเห็นโครงสร้างของข้อคิดเห็น และสามารถสรุปย่อได้

1.3) ถามคำถามได้อย่างทำทนาย หรือกระตุ้นความคิด และตอบคำถามได้อย่างชัดเจน

2) การสนับสนุนขั้นพื้นฐาน (Basic Support)

2.1) การตัดสินใจเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่ใช้สนับสนุน โดยใช้เกณฑ์ซึ่งได้แก่ผู้เชี่ยวชาญ ปราศจากข้อโต้แย้งในเรื่องที่สนใจ ความเห็นตรงกันในระหว่างแหล่งข้อมูลความมีชื่อเสียง การใช้วิธีการอย่างมีหลักฐาน รู้ถึงความเสียหายที่มีต่อความมีชื่อเสียง ความสามารถในการให้เหตุผล มีนิสัยรอบคอบระมัดระวัง

2.2) การสังเกตและการตัดสินใจรายงานจากการสังเกต โดยมีเกณฑ์ 7 ประการ ได้แก่ 1) เข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะให้วินิจฉัยหรือสังเกตให้น้อยที่สุด 2) ใช้เวลาสั้นๆระหว่างการสังเกตกับการเขียนรายงาน 3) รายงานโดยผู้สังเกตเอง 4) การบันทึกควรทำในเวลาใกล้เคียงกับการสังเกตควรทำโดยผู้สังเกตหรือผู้รายงาน 5) การมีหลักฐานยืนยัน ความเป็นไปได้ของสิ่งที่ยืนยันการใช้เกณฑ์ที่ดีในการประเมินให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ 6) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีถ้าจำเป็น 7) ความพึงพอใจของผู้สังเกต หรือผู้เรียนรายงานเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของเกณฑ์

3) การสรุปอ้างอิง (Inference)

3.1) การสรุปอ้างอิงโดยใช้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deducing) และการตัดสินใจโดยใช้เหตุผลเชิงนิรนัย จากส่วนใหญ่ไปสู่ข้อสรุปส่วนย่อยโดยเฉพาะ แบ่งออกเป็นประเภทโดยใช้หลัก

ตรรกะ การวางเงื่อนไขตามหลักตรรกะ และการแปลความหมายของข้อความ ซึ่งแบ่งออกเป็น การใช้ปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ มีข้อมูลที่จำเป็นและมีเงื่อนไขที่เหมาะสม

3.2) การสรุปอ้างอิงโดยใช้เหตุผลเชิงอุปนัย (Induction) และการตัดสินใจโดยใช้เหตุผลเชิงอุปนัย จากส่วนย่อยไปหาข้อสรุปที่เป็นส่วนใหญ่ แบ่งออกเป็น ชนิดของการอธิบายข้อสรุปและสมมติฐาน การวินิจฉัยสืบสวน และเกณฑ์เกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้น

3.3) การตัดสินใจ และการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่า (Value) พิจารณาข้อเท็จจริงที่อยู่เบื้องหลังผลที่เกิดจากการตัดสินใจ การสืบสวนข้อมูลโดยใช้หลักการเบื้องต้นที่ยอมรับได้ การพิจารณาทางเลือกอื่นๆ และการรักษาสมดุลการชั่งน้ำหนักรวมทั้งการตัดสินใจ

4) ความชัดเจนในขั้นสูง (Advanced Clarification)

4.1) ความชัดเจนการให้ความหมายของคำ และการตัดสินใจเกี่ยวกับการให้ความหมายแบ่งเป็น 3 มิติ คือ รูปแบบ กลวิธีของการกำหนดความหมายและความชัดเจนในเนื้อหา

4.2) แสดงความชัดเจนของข้อตกลงเบื้องต้น ได้แก่ การอ้างอิงเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง และความจำเป็นของข้อตกลงเบื้องต้น

5) ด้านกลวิธีและเทคนิค

5.1) กลวิธีและเทคนิคในการตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การอธิบายปัญหา การเลือกเกณฑ์ในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การสร้างแนวทางการแก้ปัญหา แนวทางอื่น ทดลองร่างการตัดสินใจว่าจะทำอะไร ทบทวน ให้ความสนใจสถานการณ์โดยรวม และตัดสินใจติดตามผลการลงมือปฏิบัติ

5.2) กลวิธีและเทคนิคในการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ได้แก่ การใช้หรือควบคุม และการโต้ตอบสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงข้อบกพร่องหรือการอ้างเหตุผลที่ผิดหลักการที่แฝงอยู่ กลวิธีทางตรรกศาสตร์ กลวิธีการใช้ถ้อยคำหรือสำนวนที่สละสลวย และการแสดงให้เห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือจุดยืนด้วยการพูดหรือเขียนข้อคิดเห็น

สรุปได้ว่า แนวคิดของเอนนิส แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของลักษณะ และความสามารถของผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ อย่างเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้เห็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากยิ่งขึ้น

2.3.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศต่างให้ความสำคัญกับการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ โดยนำเสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้อย่างหลากหลายเพื่อนำไปใช้ดัง
 ตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของนักวิชาการ

นักวิชาการ	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhue, 2007, pp. 1-3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุปัญหา (Define a Problem) 2. เลือกข้อมูลที่สำคัญ (Select Precinct Information) 3. เข้าใจข้อสรุปเบื้องต้น (Recognize Assumptions) 4. ตั้งสมมติฐาน (Formulate Hypothesis) 5. สรุปและอ้างอิง (Draw Valid Conclusion and Inferences)
นีดเลอร์ (Kneedler, 1985)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การนิยามและทำความเข้าใจของปัญหา 2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา 3. การแก้ปัญหหรือการลงสรุป
เอนนิส (Ennis, 1990)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสม ในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้น 2. ทักษะการตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณา ความสอดคล้อง 3. ทักษะการสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหและการลงสรุปอย่าง 4. การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน 5. การใช้เหตุผล โดยระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ 6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล 7. การประยุกต์ หรือการนำไปปฏิบัติ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

นักวิชาการ	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
The Cornell Critical Thinking Test : Level X	<ol style="list-style-type: none"> 1. ความสามารถในการอุปนัย (Inductive Thinking) 2. ความสามารถในการตัดสิน พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Judging Credibility of Observation Reports) 3. ความสามารถในการคิดแบบนิรนัย (Deductive Thinking) 4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification)
มหาวิทยาลัยวิกตอเรีย (Victoria University of Wellington, 2008, pp. 1-6)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การระบุประเด็นปัญหา (Identify the Issue) 2. การระบุความแตกต่างของข้อโต้แย้งหรือมุมมองในของประเด็นปัญหา (Identify the Different Arguments/Perspectives on the Issue) 3. เข้าใจเหตุผลของข้อโต้แย้งหรือมุมมองที่แตกต่าง (Understand the Reasoning/Evidence of Different Arguments/Perspectives) 4. ประเมินข้อโต้แย้งและข้อสนับสนุน (Evaluate the Arguments and the Support) การลงสรุปพร้อมข้อสนับสนุนด้วยตนเอง (Reach Your Own Conclusion and Support Your Stance)
ทิสนา เขมมณี (2548)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตั้งเป้าหมายในการคิด 2. ระบุประเด็นในการคิด 3. ประมวลข้อมูล ทั้งทางด้านข้อเท็จจริงและความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ลึกและไกล 4. วิเคราะห์ จำแนกแยกแยะข้อมูลจัดหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้ 5. ประเมินข้อมูลที่จะใช้ในแง่ของความถูกต้อง ความเพียงพอและความระบุประเด็นในการคิด 6. ตั้งเป้าหมายในการคิด 7. ระบุประเด็นในการคิด 8. ประมวลข้อมูล ทั้งทางด้านข้อเท็จจริงและความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ลึกและไกล

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

นักวิชาการ	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
	9. วิเคราะห์ จำแนกแยกแยะข้อมูลจัดหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้ 10. ประเมินข้อมูลที่จะใช้ในแง่ของความถูกต้อง ความเพียงพอและความน่าเชื่อถือ 11. ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลเพื่อแสวงหาทางเลือก/คำตอบที่สมเหตุสมผลตามข้อมูลที่มี 12. เลือกทางเลือกที่เหมาะสม โดยพิจารณาถึงผลที่จะตามมา และคุณค่าหรือความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น 13. ชั่งน้ำหนัก ผลได้ ผลเสีย คุณ-โทษ ในระยะสั้นและระยะยาว 14. ใฝ่ตรง ทบทวนกลับไปมาให้รอบคอบ ประเมินทางเลือกและลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิดจากสาระเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นว่ากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ ที่แตกต่างกันออกไป และนักวิชาการได้กำหนดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ต่างจากกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดังนี้

1. การนิยามปัญหา เป็นขั้นการกำหนดสถานการณ์ของปัญหา และการวิเคราะห์ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาสรุปประเด็นปัญหาให้ชัดเจน และตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบจากข้อมูลหลักฐานที่มี
2. การตัดสินใจข้อมูล จากการรวบรวมและจัดระบบข้อมูล เป็นขั้นที่ ผู้เรียนทำการพิจารณา จำแนก แยกแยะความแตกต่างของข้อมูลที่ได้มาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
3. การสรุปโดยใช้หลักเหตุผล และการประเมินผล เป็นขั้นหาข้อสรุปของสมมติฐาน มีการประเมินข้อสรุปอย่างเป็นลำดับเพื่อหาวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่ไปสรุปอย่างสมเหตุสมผล และประเมินความสมเหตุสมผล

2.3.4 แนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.4.1 แนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่น่าสนใจไว้หลายวิธี (วัชร เล่าเรียนดี, 2553, น.31-32) ดังนี้

1) เทคนิค CATS (Classroom Assessment Techniques) ของแอนเจโล (Angelo) ได้เสนอวิธีสอนคิดด้วยวิธีการประเมินผลระหว่างเรียนในขณะที่มีการสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อเป็นแนวทางในการติดตามดูแลและสนับสนุนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนดังนี้คือให้นักเรียนตอบคำถามที่กำหนดโดยให้เขียนเป็นข้อความพรรณนาอธิบายคำตอบนั้นสั้น ๆ เช่นสิ่งสำคัญที่สุดที่ได้เรียนรู้ในวันนี้คืออะไร มีคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนอะไรบ้างที่ยังเป็นข้อสงสัยของนักเรียน โดยครูจะทำการเลือกคำตอบของนักเรียนบางคนและนำมาอภิปรายต่อไป

2) เทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning Strategies) บรูเนอร์ (Bruner 1995) ได้เสนอแนะว่าการจัดนักเรียนให้ได้ร่วมกันเรียนรู้เป็นวิธีที่ดีที่สุด วิธีหนึ่งที่จะส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ถ้าเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดีในสภาพแวดล้อมที่ร่วมมือกันเรียนอย่างแท้จริง นักเรียนจะมีความกระตือรือร้น แสดงความคิดเห็นโดยกระตือรือร้นให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างนักเรียนด้วยกันและระหว่างครูกับนักเรียน

3) เทคนิคกรณีศึกษาและการอภิปราย (Case Study/Discussion Method) แมคเคท (Mcdate, 1995) ได้แนะนำเกี่ยวกับเทคนิคที่ว่านี้ว่าควรเริ่มต้นด้วยครูเสนอกรณีปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนทั้งชั้นโดยไม่มีการสรุป ให้นักเรียนเตรียมคำถามเพื่อการอภิปราย ครูนำการอภิปรายและเปิดโอกาสให้นักเรียนสรุปแต่ละกรณี

4) เทคนิคการใช้คำถาม (Using Question) King (1995) ได้เสนอวิธีการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

4.1) ให้เพื่อนผลัดกันถามและตอบคำถาม หลังจากการบรรยายโดยครูตั้งคำถามนำก่อน เช่น จุดแข็งและจุดอ่อนของเรื่องที่เรียนคืออะไรบ้าง นักเรียนจะต้องตั้งคำถามจากเรื่องที่เรียนเท่านั้น จัดกลุ่มนักเรียนหรือจับคู่ให้นักเรียนถามตอบและเลือกคำถามที่สนใจมากที่สุดมาอภิปรายทั้งชั้น

4.2) คำถามจากผู้อ่าน (Reader's Questions) ให้นักเรียนตั้งคำถามจากเรื่องที่ให้อ่านและส่งครูก่อนเรียนเรื่องต่อไป ครูเลือกคำถามเพื่อการอภิปรายทั้งชั้น

4.3) วิเคราะห์บทสนทนา (Written Dialogues) ครูนำเสนอบทสนทนาจัดกลุ่มนักเรียนประมาณ 3-4 คน ให้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันของกลุ่มสนทนาในบทสนทนา โดยพยายามมองหาหลักฐานที่สำคัญ การตีความ การให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง ไม่ตรงตามความเป็นจริง นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องตัดสินใจว่าแนวคิดหรือนะใดที่เป็นความจริงมากที่สุด

4.4) การแสดงบทบาทต่าง ๆ ของสมาชิกกลุ่ม (Spontaneous Group Dialogue) โดยการจัดนักเรียนกลุ่มหนึ่งให้แสดงบทบาทเป็นผู้นำ ผู้ให้ข้อมูล ผู้ขอความเห็น ผู้โต้แย้ง กำหนดผู้สังเกตเพื่อสังเกตการณ์ทำหน้าที่ของแต่ละคนและนำผู้การอภิปรายภายหลัง

สรุปได้ว่า ครูสามารถนำไปใช้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้โดยบูรณาการกับสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สำคัญจะต้องมีการวางแผนเตรียมการเป็นอย่างดีว่าเทคนิคใดจะเหมาะสมกับสาระใดเรื่องใดกับนักเรียนช่วงชั้นใด เป็นต้น

2.3.4.2 บทบาทของครูในการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Clark and Biddle (1993, pp. 25-27) เสนอว่าครูควรมีบทบาทที่แตกต่างกันออกไปในการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

- 1) เป็นนักวิจัย (Teacher as Researcher) ครูต้องเป็นผู้ที่มีนิตยในการแก้ปัญหา พัฒนาสิ่งใหม่แล้วเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน
- 2) เป็นนักออกแบบ (Teacher as Designer) ครูต้องเป็นผู้ที่มีความสร้างสรรค์ ค้นหาสิ่งแปลกใหม่มาให้กับนักเรียน
- 3) เป็นผู้ให้คำปรึกษา (Teacher as Consultant) ครูต้องเป็นที่ปรึกษาที่ดีแนะนำในสิ่งที่นักเรียนควรรู้ ไม่เป็นผู้สอน
- 4) เป็นกรรมการ (Teacher as Referee) ครูต้องเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยคิดกับนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียน
- 5) เป็นนักวิเคราะห์ (Teacher as Analyst) ครูต้องสามารถวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหารวมถึงวิเคราะห์ผู้เรียนในห้องเรียนได้อย่างถูกต้อง
- 6) เป็นผู้ตัดสิน (Teacher as Judge) ครูต้องสามารถประเมินได้ว่าสิ่งที่นักเรียนเลือกหรือปฏิบัติถูกหรือผิด สามารถประเมินและตัดสินใจได้ถูกต้อง

จากความรู้เกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยนำมาผนวกรวมกันเป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยกำหนดขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ 8 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ตั้งเป้าหมายการคิด ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 4 วิเคราะห์และประเมินข้อมูล ขั้นที่ 5 ระบุสาเหตุและทางเลือกในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 6 ประเมินทางเลือก ขั้นที่ 7 ลงความเห็นและตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาและ ขั้นที่ 8 ลงมือปฏิบัติและสรุปผล

2.3.5 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถทางสมองของแต่ละบุคคล โดยแต่ละคนจะมีความสามารถในระดับที่ต่างต่างกัน สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่ง ได้มีการพัฒนาแบบทดสอบกันอย่างหลากหลาย แต่ผู้วิจัยขอเสนอการวัดความสามารถในการคิดเป็น 2 ลักษณะคือ แบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง มีรายละเอียดดังนี้

2.3.5.1 แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบทดสอบมาตรฐานที่มีผู้สร้างไว้แล้ว สำหรับใช้วัดความสามารถในการคิด ผู้วิจัยขอกล่าวเฉพาะแบบทดสอบที่ใช้กับระดับอุดมศึกษา ซึ่งได้แก่

1) Watson-Glaser (1980) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ และการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างต่อเนื่อง และได้สร้างแบบทดสอบ Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCTA) สำหรับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่ แบบสอบมี 2 แบบซึ่งคู่ขนานกันคือแบบ A และแบบ B แต่ละแบบประกอบด้วยแบบสอบย่อยมีข้อสอบรวม 80 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที แต่ละแบบสอบย่อยวัดความสามารถในการคิดต่างๆ กัน ดังนี้

1.1) ความสามารถในการอนุมานหรือการอ้างอิง (Inferences) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุปจากนั้นผู้สอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่าข้อสรุปเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือกได้แก่ เป็นจริง (True) น่าจะเป็นจริง (Probably True) ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ (Insufficient Data) น่าจะเป็นเท็จ (Probably False) และเป็นเท็จ (False)

1.2) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้และมีข้อความตามมาสถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นผู้สอบต้องพิจารณาตัดสินใจข้อความในแต่ละข้อว่า ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

1.3) ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้จะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ข้อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2-4 ข้อจากนั้นผู้สอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

1.4) ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการให้นำหน้าข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบสอบข้อนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้สอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์อันนั้น

1.5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบสอบข้อนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมกับเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้พิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับคำถามหรือไม่และให้เหตุผลประกอบ

2) Ennis & Millman (1985) ได้สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้นมา 2 ฉบับวัดกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์เนลระดับเอกซ์ (Cornell Critical Thinking Test Level X) เป็นแบบทดสอบสำหรับเด็กนักเรียนตั้งแต่ระดับ 4 จนถึงระดับ 12 เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือกจำนวน 71 ข้อ เวลา 50 นาที มุ่งวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

- 1) ด้านการอุปนัย
- 2) ด้านการนิรนัย
- 3) ด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต
- 4) ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์เนลระดับซีดซ์ (Cornell Critical Thinking Test Level Z) เป็นแบบทดสอบสำหรับเด็กนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีปัญญาดี และกลุ่มนักศึกษาระดับวิทยาลัยจนถึงผู้ใหญ่เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือกจำนวน 52 ข้อ เวลา 50 นาที มุ่งวัดความสามารถ 7 ด้านคือ

- 1) ด้านการอุปนัย
- 2) ด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
- 3) ด้านการพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง
- 4) ด้านการอ้างอิงเหตุผลคิดหลักการระกะ
- 5) ด้านการนิรนัย
- 6) ด้านการให้คำจำกัดความ
- 7) ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

3) Ennis & Weir (1985) ได้พัฒนาแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเอนนิสและไวร์ (Ennis – Weir Critical Thinking Essay Test) โดยมุ่งวัดประเมินความสามารถของบุคคลในการประเมินผล การโต้แย้งและเขียนข้อสรุปการโต้แย้ง แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา แบบทดสอบนี้ต้องการทดสอบประเด็นการคิดที่สำคัญเกี่ยวกับ

- 3.1) การจับประเด็น (Getting the Point)
- 3.2) การพิจารณาเหตุผลและข้อตกลงเบื้องต้น (Seeing the Reason and Assumption)
- 3.3) การเสนอประเด็นของตนเอง (Stating one's Point)
- 3.4) การให้เหตุผลที่ดี (Offering Good Reasons)
- 3.5) การพิจารณาประเด็นหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้ของผู้อื่น (Seeing other

Possibilities)

2.3.5.2 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด เมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดจากนั้นจึงเขียนข้อความตายตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบการคิดนั้น ซึ่งในการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554, น. 171-174)

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด

กำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญของการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิด ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำไปใช้ด้วยว่า ต้องการวัดความสามารถทางการคิดทั่ว ๆ ไปหรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะวิชา (Aspect-Specific) การวัดนั้นมุ่งติดตามความก้าวหน้าของความสามารถทางการคิด (Formative) หรือต้องการเน้นการประเมินผลสรุปรวม (Summative) สำหรับการตัดสินใจรวมทั้งการแปลผลการวัดเน้นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกลุ่ม (Norm – Referenced) หรือต้องการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ (Criterion - Referenced)

2) กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบวัดควรศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ผู้พัฒนาแบบวัดควรคัดเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบท

และจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก แล้วศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งเพื่อกำหนดโครงสร้างองค์ประกอบของความสามารถทางการคิดตามทฤษฎีและให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ของแต่ละองค์ประกอบในเชิงรูปธรรมของพฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้นได้

3) สร้างผังข้อสอบ

การสร้างผังข้อสอบเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้างให้ครอบคลุม โครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้างตามทฤษฎีและกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด ในกรณีที่ต้องการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิดสำหรับใช้เฉพาะวิชาใดวิชาหนึ่งผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องกำหนดเนื้อหาวิชานั้นด้วยว่าจะใช้เนื้อหาใดบ้างที่เหมาะสมนำมาใช้วัดความสามารถทางการคิด พร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบความสามารถทางการคิด เป็นผังข้อสอบสำหรับนำไปใช้เขียนข้อสอบต่อไป

4) เขียนข้อสอบ

กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบและวิธีการตรวจให้คะแนน เช่น กำหนดคำถามเป็นสถานการณ์ ส่วนคำตอบอาจเป็นข้อสรุปของสถานการณ์ ส่วนการตรวจให้คะแนนมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจไว้ เช่น ตอบถูกต้องตรงคำเฉลย ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน เป็นต้น เมื่อกำหนดรูปแบบของข้อสอบแล้ว ก็ลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบภาษาที่ใช้ควรเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดี โดยทั่วไปแต่สิ่งที่จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ได้แก่ การเขียนข้อสอบให้วัดตรงตามโครงสร้างของการวัด พยายามหลีกเลี่ยงคำถามนำและคำถามที่ทำให้ผู้ตอบแสวงงตอบเพื่อให้ดูดี หลังจากร่างข้อสอบแล้วควรมีการทบทวนข้อสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการคิด

5) นำแบบสอบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง หรือกลุ่มใกล้เคียงแล้วนำผลการตอบมาทำการวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์ข้อสอบและวิเคราะห์แบบสอบวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายชื่อในด้านความยากง่ายและอำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะและมีอำนาจจำแนกสูงไว้ พร้อมทั้งปรับปรุงข้อที่ไม่เหมาะสม คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสม และข้อสอบที่ปรับปรุงแล้วให้ได้จำนวนตามผังข้อสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แล้วนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้งเพื่อวิเคราะห์แบบสอบในด้านความเชื่อมั่น (Reliability) แบบสอบควรมีค่าความเชื่อมั่น อย่างน้อย 0.50

จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ได้ ส่วนการตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบสอบ ถ้าสามารถหาเครื่องมือวัดความสามารถทางการคิดที่เป็นมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบได้ก็ควรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) ของแบบสอบด้วย

6) นำแบบวัดไปใช้จริง

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายชื่อและวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งหมดจนพบว่า เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการแล้ว จึงนำแบบวัดความสามารถทางการคิดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเชื่อมั่น ทุกครั้งก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมายการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเองเป็นคำถามแบบปลายเปิด แบบอัตนัยจะให้คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ 0 คะแนน นักศึกษาไม่สามารถตอบได้ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ 1 คะแนน นักศึกษาตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจนและ 2 คะแนน นักศึกษาตอบได้ถูกต้องและชัดเจน

จอห์น และแคธริน (1976) และพัฒนาปรับปรุงในปี ค.ศ. 1979 ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบนี้มุ่งวัดความสามารถทางสมองขั้นสูงระดับการวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมิน (Evaluation) ตามการจัดระดับความมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Bloom's Taxonomy of Education Objectives) ประกอบด้วยข้อสอบ 105 ข้อ แบ่งสอบเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งละประมาณ 60 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 8 ตอน คือ การอุปมาอุปไมย (Analogies) การใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ข้อสมมุติที่ขาดหายไป (Missing Premises) ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม (Abstract Relations) การสังเคราะห์อย่างเป็นลำดับ (Sequential Synthesis) กลยุทธ์การตั้งคำถาม (Questioning Strategies) การวิเคราะห์ความตรงประเด็นของสารสนเทศที่ใช้ (Analysis of Relevant and Irrelevant Information) และการวิเคราะห์คุณลักษณะ (Analysis of Attributes) ซึ่งในแต่ละตอนของแบบทดสอบ วัดความสามารถขั้นการวิเคราะห์ จะเป็นตอนที่ 1, 3 และ 7 ขั้นการสังเคราะห์เป็นตอนที่ 4, 5 และ 8 ส่วนขั้นการประเมินเป็นตอนที่ 2 และ 6 ในการสอบครั้งแรกใช้แบบทดสอบตอนที่ 1 ถึง 5 แบบทดสอบครั้งที่สองใช้แบบทดสอบตอนที่ 6 ถึง 8 ซึ่งการสอบทั้ง 2 ครั้ง เพื่อศึกษาถึงประสิทธิผลของโครงการ และสภาพของนักเรียนเป็นรายบุคคลคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าความเที่ยงแบบแบ่งครึ่งข้อสอบเท่ากับ .92 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำเท่ากับ .94 ส่วนความตรงของแบบทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนสอบทั้งหมดกับอายุสมองมีค่าเท่ากับ .67

สรุปได้ว่าการวัดความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดทางสมองของแต่ละบุคคล โดยแต่ละคนจะมีความสามารถในระดับที่แตกต่างกัน มีการวัดความสามารถในการคิดเป็น 2 ลักษณะคือ แบบทดสอบมาตรฐานเน้นการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่าง

ต่อเนื่อง และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองโดยการวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด

2.3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ดวงใจ ชาวโพธิ์ (2560) ได้พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียน เทศบาลวัดกลาง ตั้งกัศเทศบาลนครขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่าด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนทั้งชั้นมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.22 และมีจำนวน นักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 91.89 และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องสารในชีวิตประจำวัน นักเรียนทั้งชั้นมีคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 74.26 และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 78.38

พิชญะ กันธิยะ(2559) ได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบบันได 5ขั้น วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการจับฉลาก อย่างง่ายจำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่า1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้นมีทักษะการการคิดวิเคราะห์หลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ในภาพรวมอยู่ในระดับดี 2)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้นสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้นอยู่ใน ระดับมาก

ปิยะพร ชูเอียด (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ จากชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3การวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้ กลุ่มเครือข่ายศรีนครินทร์ 4 โรงเรียน จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 1) ชุด กิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน มีค่าเฉลี่ย 3.99 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับมาก

มนัสนันท์ ศรีสาพันธ์ (2555) การวิจัยเชิงปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานีผลการวิจัยพบว่า 1) การปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 1.3 ขั้นอธิบายและสรุป (Explanation) 1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) 2) การพัฒนาผลการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้กำหนดเกณฑ์ระดับผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยมีจำนวนผู้เรียนผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดพบว่า 2.1 ผลการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E หลังปฏิบัติการปรากฏว่า นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยร้อยละ 77.58 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดและผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 แสดงว่าการปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ทำให้นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น 2.2 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E หลังปฏิบัติการปรากฏว่า นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยร้อยละ 78.50 ของคะแนนเต็มมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 86.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดและผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

นิสิต น้อมศาสน์ (2553) การเปรียบเทียบทักษะทางสังคมและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพระนครศรีอยุธยาเขต 2 ที่เรียนรู้อุปกรณ์สาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม แบบโครงการกับแบบร่วมมือการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางสังคมและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้อุปกรณ์สาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม แบบ โครงการ กับแบบ

ร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 42 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 2 ซึ่งเป็นห้องเรียนตามสภาพจริง จับฉลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนรู้แบบโครงการ คือนักเรียน โรงเรียนวัดโสภณเจติการาม และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนรู้แบบ ร่วมมือ คือนักเรียน โรงเรียนวัดใหม่หญ้าไทร ระยะเวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ใน การเก็บข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดทักษะทาง สังคม แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะทางสังคม และแบบสอบวัดการคิด อย่างมีวิจารณญาณ ดำเนินการวิจัยโดยใช้แผนแบบกึ่งทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ ความแปรปรวน พหุคูณ (MANOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1. ทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ กลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม แบบโครงการไม่แตกต่าง จากกลุ่มที่เรียนรู้แบบ ร่วมมือ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้กลุ่มสาระสังคม ศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม แบบโครงการไม่แตกต่าง จากกลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือ

เบญจ วัลย์ บุปผาพันธ์ (22552) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ กระบวนการวิจัย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้นผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย กรอบ แนวคิดและหลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อมุ่งจัดกิจกรรมที่ใช้กระบวนการวิจัยเป็นกรอบในการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้เผชิญ ปัญหาหรือสถานการณ์ โดยฝึก ให้ผู้เรียนคิดเป็นรายบุคคลตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการวิจัย คือ กำหนดประเด็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล แล้วนำเสนอผลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียน การสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 84.84 /87.37 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ กระบวนการวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเท่ากับ .7162 คิดเป็น ร้อยละ 71.62 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 71.62 3. นักเรียนกลุ่มทดลองมี คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 4. หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5. นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนที่ใช้กระบวนการวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับมาก

ดารารัตน์ มากมีทรัพย์ (2555) ได้ศึกษา 1) การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่จัดการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่จัดการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักศึกษาที่จัดการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 81.44 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 49.81 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .63 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาที่จัดการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 71.03 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 30.00 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .59 3) ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาพบว่าอยู่ในระดับดี

Loewen (1993, pp. 4241A) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ มี 3 วิธีสอน ได้แก่ แบบตรง แบบความหมาย และแบบกระบวนการแก้ปัญหา โดยวิธีสอนแบบตรงเน้นโครงสร้างขั้นตอนวิธีของเนื้อหาคณิตศาสตร์ วิธีสอนแบบความหมาย เป็นวิธีที่ขยายจากวิธีสอนแบบตรงโดยเพิ่มการแสดงให้เห็นแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ และวิธีสอนแบบกระบวนการแก้ปัญหาก็จะขยายเพิ่มจากวิธีสอนแบบความหมาย โดยการเพิ่มองค์ประกอบของการแก้ปัญหา รูปแบบการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ สร้างขึ้นโดยให้ครอบคลุมความรู้ 3 ประการ คือ ความรู้ข้อตกลง ความรู้กระบวนการ และความรู้เชิงปัญญา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนจำนวน 9 คน นักเรียนเกรด 8 จำนวน 240 คน ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนแบบความหมาย ส่งเสริมพัฒนาการของความรู้ข้อตกลง ส่วนวิธีสอนแบบตรง และแบบกระบวนการแก้ปัญหา ส่งเสริมพัฒนาการของความรู้กระบวนการ ความรู้เชิงปัญญา โดยเฉพาะการแยกแยะและการตั้งเคราะห์สัมพันธ์กับความสามารถของนักเรียนในการสร้างความรู้ข้อตกลงและความรู้กระบวนการ

Heron (1997, pp.1602-A) ได้ศึกษาผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการสร้างเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การเก็บข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้วิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการเปลี่ยนแปลงเจตคติรูปแบบการทดลองครั้งนี้มีการสอบก่อนและหลังการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอน

ปลายที่เรียนวิชาชีววิทยา เคมีหรือวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 โรงเรียน นักเรียนจำนวน 28 ห้อง รวม 249คน ครู 10 คน ซึ่งแบ่งเป็นครูกลุ่มทดลอง 6 คน ครูกลุ่มควบคุม 41 คน ซึ่งแต่ละคนถูกสังเกตด้วยแบบสำรวจเพื่อวัดความถี่ของพฤติกรรมการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมที่สังเกตได้จากครูกลุ่มควบคุมเท่ากับ 12.89 ส่วนกลุ่มทดลองเท่ากับ 20.67 แสดงว่าพฤติกรรมการสอนของครูแตกต่างกันอย่างมีนัยระหว่างสองกลุ่ม จากการวิเคราะห์ คะแนนสอบก่อนและหลังการสอน พบว่านักเรียนได้คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนแตกต่างกัน และจากสมมติฐานหลัก ที่ว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิซิมกับการสอนตามปกติไม่เปลี่ยนแปลง จึงปฏิเสธสมมติฐานหลักกลุ่มควบคุมโดยส่วนใหญ่ ได้เกรดวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ผ่านมา สูงกว่ากลุ่มทดลอง แต่หลังจากผ่านไป 4 เดือน กลุ่มควบคุมมีเจตคติทางลบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (-1.18) ในกลุ่มทดลอง มีเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (+1.34) เมื่อวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์แยกตามเพศ ตอนแรกพบว่า เพศชายและเพศหญิงในกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 แต่หลังจากการทดลองแล้ว เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของเพศหญิงและเพศชายไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเฉพาะเพศหญิงในกลุ่มควบคุมจะมีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย 39.26) อย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้ว่าภายหลังการทดลองจะพบว่าเพศหญิงในทั้งสองกลุ่ม จะมีเจตคติในวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยเจตคติของเพศหญิงในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น 2.04 แต่คะแนนเจตคติของเพศหญิงในกลุ่มควบคุมลดลง 1.75

Elliott, Shannon Snyder (2007) ได้พัฒนา โมเดลการคัดเลือกและปรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในวิทยาลัยการสอนแล้ว โดยใช้เทคนิคการสืบสอบ โดยศึกษาการสอนเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สำหรับการสอนในห้องแล็บใช้การออกแบบการสอนตาม ADDIE Model และทฤษฎีการสร้างความรู้ เน้นการสอนเพื่อฝึกประสบการณ์ในห้องแล็บ แล้วศึกษา สืบสอบประสบการณ์ ทักษะในการทำงานของนักเรียนเลือกวิจัยในสิ่งที่สนใจ ครูทดสอบ สรุปรงานประสบการณ์ที่นักเรียนเขียนออกมา วิเคราะห์ผลโดยใช้ t-test แบบไม่อิสระ ผลปรากฏว่าโมเดลการสอนนี้มีชื่อว่า GIST (Goals, Investigation, Selection and Tests) สอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยของโจเซฟ พี เมเซอร์ และคณะ (Joseph P. Mazer and 2008, pp. 173-199) ที่ศึกษาการปรับปรุงแก้ไขการศึกษา โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในคอร์สการสื่อสารพื้นฐานกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 324 คน ผลปรากฏว่าผู้บริหารคอร์สมีความกระตือรือร้น ในการนำเครื่องมือไปใช้ในการสำรวจพัฒนา และประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรและวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพซึ่งเน้นที่การทำความเข้าใจในคำอธิบายรายวิชาและการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

2.4 การคิดแก้ปัญหา

2.4.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

Piaget (1962, p. 44) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้าน การพัฒนาการว่าความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่สามคือระยะการคิดอย่างเป็น รูปธรรม (Stage of Concrete Operations) เด็กที่มีอายุประมาณ 7-11 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการ แก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับพัฒนาขั้นที่สี่ คือระยะการคิดอย่างเป็น นามธรรม (Stage of Formal Operations) เด็กจะมีอายุประมาณ 11-15 ปี เด็กจะมีความสามารถ เรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดซับซ้อนได้

Gagne (1970, p. 63) ได้ให้ความหมายว่า การคิดแก้ปัญหาคือเป็นรูปแบบการเรียนรู้อย่าง หนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้ หลักการนั้นประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยต้องอาศัยการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

Bourne, Ekstrand and Dominowski (1971, p.11) กล่าวถึงการคิดแก้ปัญหาคือเป็น กิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ความคิดจากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันแล้วนำเรียงลำดับใหม่เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

อุษา จินเจนจิต (2544, น. 49) กล่าวว่า iva การคิดแก้ปัญหาคือความสามารถด้านการคิด ที่มีความสัมพันธ์กับสติปัญญาสามารถมีการพัฒนาได้โดยบุคคลจะใช้ประสบการณ์และทักษะ ความรู้ที่เรียนมาก่อนในการแก้ปัญหาใหม่

สายฝน จาริต (2547, น. 29) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาคือ การใช้อำนาจ ของการคิดเชิงวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีเหตุผล ในการแสวงหาคำตอบ หรือทางออกโดยใช้ ประสบการณ์ และข้อมูลในการพิจารณา เพื่อจัดและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 10) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาคือความสามารถทางสมองใน การขจัดภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกลับ เข้าสู่ภาวะสมดุลหรือสถานะที่เราคาดหวัง

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึงการที่บุคคลสามารถระบุปัญหาและ สามารถใช้ ประสบการณ์เดิมเพื่อหาสาเหตุของปัญหา และตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตรงกับ สาเหตุของปัญหา คิดค้นหาแนวทางต่าง ๆ และไตร่ตรอง เพื่อให้ได้การปฏิบัติที่เหมาะสมที่จะทำ ให้บุคคลนั้นเคลื่อนย้ายจากสถานะปัจจุบันที่ไม่พึงพอใจไปยังสถานะที่ทำให้บรรลุผลตามเป้าหมาย ได้

2.4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา

2.4.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget)

2.4.2.2 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Connectionism Theory)

2.4.2.3 ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ (Information Processing Theory)

2.4.2.4 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)

2.4.2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)

ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ ทฤษฎีการสร้างความรู้ และทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ผู้วิจัยได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.3.2 ดังนั้นแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถการคิดแก้ปัญหาอีก 2 ทฤษฎี คือ

2.4.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget: ค.ศ.1896-1980)

เพียเจต์ เป็นชาวสวิสท์ เกิดที่เมือง Neuchatel ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ เมื่อปี ค.ศ.1896 เป็นศาสตราจารย์ แห่งมหาวิทยาลัยเจนีวา สนใจทางด้านชีววิทยาตั้งแต่วัยเด็ก บทความของเพียเจต์ ได้รับการตีพิมพ์เมื่ออายุได้เพียง 10 ปี เพียเจต์ สำเร็จปริญญาเอกด้านชีววิทยาสัตว์ จากมหาวิทยาลัยโลซานน์(The University of Lausanne) แต่ต่อมาได้หันมาสนใจศึกษาด้านจิตวิทยาโดยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมหลักการทางชีววิทยาและปรัชญาด้านญาณวิทยา (Epistemology) เข้าด้วยกัน เพียเจต์ได้ศึกษาจิตวิทยาพัฒนาการ ทฤษฎีจิตวิเคราะห์ ของ ฟรอยด์ (Freud) และจุง (Jung) เพียเจต์ ได้มีโอกาสทำงานวิจัยที่โรงเรียนสาธิตอัลเฟรดบินเนต (Alfred Binet Laboratory School) ในกรุงปารีส โดยศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความคิดและภาษาของเด็ก (กองวิชาการสปช. : 2535) ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive Development) พรรณี ช. เจนจิต (2528) กล่าวว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เป็นทฤษฎีที่ศึกษาถึงกระบวนการคิดทางด้านสติปัญญาของเด็กจากแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวมีอิทธิพลต่อความรู้ทางด้านจิตวิทยาพัฒนาการอย่างมาก เพียเจต์ได้กระตุ้นให้นักวิชาการสนใจกับขั้นตอนของพัฒนาการ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ เพียเจต์มีความเชื่อว่า เป้าหมายของพัฒนาการของมนุษย์ คือ 1) ความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม 2) ความสามารถที่จะคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล 3) ความสามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

โดยเพียเจต์กล่าวว่า โดยตามธรรมชาติแล้วมนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ลักษณะ คือ 1) การจัดระบบภายใน (Organization) และ 2) การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม (Adaptation) ซึ่ง

1) การจัดระบบภายใน เป็นการจัดการภายใน โดยวิธีรวมกระบวนการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อย่างเป็นระบบ อย่างต่อเนื่องกันเป็นเรื่องเป็นราว เช่น เด็กเล็กเห็นของแล้วคว้า ซึ่งกิจกรรมนี้

ประกอบด้วยกระบวนการ คือ เห็น และคว้า การที่เด็กสามารถทำกิจกรรม 2 อย่าง ได้ในเวลาเดียวกัน เรียกว่า เป็นการรวมกระบวนการเข้าเป็นระบบ

2) การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม หมายถึงการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมเป็น แนวโน้มที่มีแต่กำเนิด การที่มนุษย์มีการปรับตัว เนื่องจากการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการปรับตัวนี้ประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง คือ การดูดซับ (Assimilation) และการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) ผลจากการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง จนในที่สุดถึงขั้นที่เรียกว่า การปฏิบัติการ (Operation) ซึ่งหมายถึงความสามารถที่เด็กจะคิดย้อนกลับได้ ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของพัฒนาการทางสติปัญญาตามความคิดของเพียเจต์ ซึ่งทฤษฎีดังกล่าว กล่าวว่า มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด อันเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงนี้ต้องอาศัย กระบวนการ 2 ชนิด คือ กระบวนการดูดซับ (Assimilation) และ กระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation)

2.1) กระบวนการดูดซับ เป็นกระบวนการที่เกิดก่อน กล่าวคือเมื่อเด็กแรกเกิด (ยังไม่ มีประสบการณ์ใด ๆ) มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งรอบ ๆ ตัว ก็จะมีการดูดซับภาพหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าไป (ตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล) และจะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งใหม่

2.2) กระบวนการปรับให้เหมาะสม เป็นความสามารถในการปรับความเข้าใจเดิมให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ หรือสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม

2.3) ความสมดุล (Equilibration) ในการที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใดก็ตามในครั้งแรกเด็กจะพยายามทำความเข้าใจประสบการณ์ใหม่ด้วยการใช้ความคิดเก่าหรือประสบการณ์เดิม กระบวนการดูดซับ (Assimilation) แต่เมื่อปรากฏว่าไม่ประสบความสำเร็จ เด็กจะต้องเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ กระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) จนกระทั่งในที่สุดเด็กสามารถผสมผสานความคิดหรือประสบการณ์ใหม่นั้นให้กลมกลืนเข้ากันได้กับความคิดเก่า สภาพการณ์เช่นนี้ก่อให้เกิดความสมดุล (Equilibration) ซึ่งทำให้บุคคลสามารถปรับแนวคิดเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้จึงเกิดการเรียนรู้

2.4) การปฏิบัติการ (Operation) การปฏิบัติการหรือกระบวนการปฏิบัติเป็นหัวใจสำคัญของพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เป็นสภาพที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางสมองที่คิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ลักษณะสำคัญของการปฏิบัติการ คือ ความสามารถที่เด็กจะคิดย้อนกลับได้ หมายถึงความสามารถคิดกลับระหว่างจุดสุดท้ายและจุดเริ่มต้นได้ เช่น เมื่อเด็กรู้ว่า น้ำในแก้วใบหนึ่งเมื่อรินไปสู่ภาชนะอื่นที่มีรูปร่างต่าง ๆ กัน น้ำจำนวนนั้นก็ยังคงเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเรา

รินกลับมาสู่แก้วเดิม หรือการที่แบ่งดินน้ำมันออกเป็น 2 ก้อน เด็กรู้ว่าดินน้ำมัน 2 ก้อนนั้น เมื่อนำมารวมกันจะมีจำนวนเท่าเดิม เป็นต้น

1) ลำดับขั้นการพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์ตามทฤษฎีของเพียเจต์

วิชัย คิสสระ (2545) กล่าวว่าเพียเจต์ แบ่งขั้นตอนของการพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดออกเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นที่ 1) ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Operation) 2) ขั้นปฏิบัติการการคิดเชิงรูปธรรม (Concrete Thinking Operations) 3) ขั้นการปฏิบัติตัวอย่างเป็นทางการ (Formal Operation)

ขั้นที่ 1 ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Operation) เป็นขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด ก่อนเด็กจะพูดได้ตอนแรกเกิดจนถึง 2 ขวบ สติปัญญาหรือความคิดจะแสดงออกในรูปของการกระทำ และพฤติกรรมที่ค่อย ๆ สลับซับซ้อนขึ้น และมีลักษณะเป็นปฏิกิริยาสะท้อนน้อยลงเมื่อเด็กมีปฏิกิริยาโต้ตอบ หรือปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เด็กในระยะนี้จะสนใจเฉพาะวัตถุที่ตรงหน้าเขาเท่านั้น ถ้าเอาวัตถุหรือของเล่นนั้นไปซ่อนเด็กก็จะไม่ค้นหา เพราะไม่รู้ว่ามันของนั้นแต่เมื่อเจริญเติบโตขึ้นอีกสัก ระยะเวลาหนึ่ง เด็กจะค่อยเกิดความคิดรวบยอดของวัตถุหรือของเล่นขึ้น ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะกลายเป็นสัญลักษณ์หรือตัวแทนที่จะเป็นพื้นฐานของความคิดรวบยอดของสิ่งของ สถานที่ เวลา เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการคิดเชิงรูปธรรม (Concrete Thinking Operations) ช่วงอายุ 2 ถึง 11 ปี ในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

1) ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preconceptual Phase) อายุ 2-4 ปี เป็นตอนที่เด็กเริ่มมีความสามารถในการใช้ภาษาและมีความเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์รอบ ๆ ตัวที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้นเด็กจะรวมคน สุนัข ของเล่น ไว้ในพวกเดียวกัน ทั้งนี้เพราะเด็กรวมตามการรับรู้ของตนเองเนื่องจากเด็กมองเห็นในแง่ที่สิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องกับชีวิตอยู่เป็นประจำแต่จะไม่สามารถเข้าใจในประเด็นอื่น ๆ ได้เลย

2) ขั้นระยะการคิดแบบญาณหยั่งรู้ (Intuitive Phase) อายุ 4-7 ปี เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดยังคงอยู่ในระดับ ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preconceptual Phase) เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลที่แท้จริงได้ การตัดสินใจขึ้นอยู่กับความรู้สึกเป็นส่วนใหญ่แต่เด็กจะตอบสนองสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น เด็กจะเริ่มเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือแทนการคิด

3) ขั้นการปฏิบัติตัวอย่างเป็นทางการ (Concrete Operations) อายุ 7-11 ปี เด็กในวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์ และตั้งเกณฑ์ในการแยกแยะสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ เด็กเริ่มมีความสามารถในการคิดย้อนกลับ และมีความเข้าใจในเรื่องของเหตุผลและสามารถเข้าใจเปรียบเทียบสิ่งใด ต่ำสูงกว่ามากกว่าได้อย่างสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operation) อายุ 11 ปีขึ้นไป ความคิดแบบเด็ก ๆ จะสิ้นสุดลงเด็กสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากสิ่งแวดล้อมที่เขาประสบได้ เด็กสามารถคิดอย่างวิทยาศาสตร์สามารถตั้งสมมติฐานและทฤษฎีได้ มีความพอใจที่จะคิดพิจารณาสิ่งที่เป็นนามธรรม มีความเห็นว่าความเป็นจริงที่ปรากฏนั้น ไม่สำคัญเท่ากับความคิดถึงสิ่งที่จะเป็นไปได้

2) การนำทฤษฎีเพียเจต์ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

จากแนวความคิดของเพียเจต์ ในทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาตามที่กล่าวมาแล้วจะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้ดังนี้

2.1) เกี่ยวกับการประเมินผลศักยภาพทางสติปัญญา จากเรื่องนี้อาจเปรียบเทียบได้จากระดับอายุของเด็ก เช่น เด็กที่มีอายุระดับ Concrete Operational แต่สามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมเหมือนเด็กในวัย Formal Operational Stage ได้ ก็แสดงว่าเด็กคนนั้นมีพัฒนาการทางสติปัญญาก้าวหน้ากว่าปกติ ในทางตรงกันข้าม หากเด็กคนนั้นยังไม่สามารถที่จะบวกเลขได้หรือไม่สามารถจะคิดย้อนกลับได้เหมือนเด็กอื่น ๆ ในชั้นเดียวกันเราก็อาจสรุปได้ว่าเด็กคนนี้มีพัฒนาการทางสติปัญญาล้าหลังกว่าปกติ

2.2) เกี่ยวกับการเรียนรู้ เพียเจต์ เชื่อว่ามนุษย์จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้เพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละคน เพียเจต์ได้เน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะเรียนด้วยตนเองมากที่สุด เน้นที่การปะทะสังสรรค์ระหว่างครูกับนักเรียนน้อยมาก เพียเจต์เห็นว่าครูจะมีความสำคัญแต่เพียงเป็นผู้ร่วมมือ (Collaborator) ในกระบวนการเรียนรู้ และเป็นผู้เตรียมเนื้อหาหรือประสบการณ์ที่จะให้เด็กค้นพบความรู้ด้วยตนเองเท่านั้น

2.3) เกี่ยวกับการประเมินผลการเรียน ในประเด็นนี้หมายความว่า การวัดผลเด็กในวัยต่าง ๆ ให้กว้างหรือลึกอย่างไรก็จำเป็นต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดของเด็กแต่ละวัย เด็กซึ่งอยู่ในขั้นต้น ๆ เช่น ระยะขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor) ก็ควรวัดผลจากการกระทำหรือ กิจกรรมทางกลไก ซึ่งตรงกันข้ามกับการวัดผลของเด็กในขั้นขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational) ซึ่งต้องวัดการใช้เหตุผลที่ลึกซึ้งขึ้น

2.4) เกี่ยวกับการจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตร ประโยชน์ที่สำคัญมากประการหนึ่งจากทฤษฎีของเพียเจต์ ก็คือ การนำไปใช้ในการจัดลำดับเนื้อหาในหลักสูตรแอดเลอร์ (Adler) เสนอแนะว่าหลักสูตรของเด็กเล็ก ๆ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เป็นกิจกรรมต่อสิ่งรอบ ๆ ตัวของเด็ก เพราะพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กวัยนี้อยู่ในขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor) ส่วนเด็กที่อยู่ในวัยสูงขึ้น เช่น ในขั้นการปฏิบัติคืออย่างเป็นทางการ (Concrete Operational) หรือในขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational) ก็ควรจะได้เรียนรู้ในสิ่งที่เป็น

รูปธรรมน้อยลง และได้เรียนรู้ทฤษฎีให้มากขึ้น แนวคิดของแอดเลอร์ (Adler) ดังกล่าวอาจแสดงให้เห็นได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงพฤติกรรม ระดับขั้นพัฒนาการเรียนรู้และการจัดหลักสูตรการสอนของผู้เรียน

พฤติกรรม	ขั้นพัฒนาการของผู้เรียน	การจัดหลักสูตรการสอน
การเรียนรู้เพื่อให้เกิดแนวคิดและความรู้	Sensory-Motor Stage	เนื้อหาเกี่ยวกับการกระทำหรือกิจกรรม (Concept)
	Formal-Operational Stage	เนื้อหาเน้นเกี่ยวกับทฤษฎีและกฎ

ที่มา : วิชัย ดิสสระ.(2545). พัฒนาการเรียนรู้และการจัดหลักสูตรการสอนของผู้เรียน.

2.4.2.2 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Connectionism Theory)

ทฤษฎีของธอร์นไดค์(1898) เรียกว่าทฤษฎีการเชื่อมโยง (Connectionism Theory) ทฤษฎีนี้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus - S) กับการตอบสนอง(Response - R) โดยมีหลักเบื้องต้นว่า “การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยที่การตอบสนองมักจะออกมาเป็นรูปแบบต่าง ๆ หลายรูปแบบ จนกว่าจะพบรูปแบบที่ดี หรือเหมาะสมที่สุด เราเรียกการตอบสนองเช่นนี้ว่าการลองถูกลองผิด (Trial and Error) นั่นคือการเลือกตอบสนองของผู้เรียนจะกระทำด้วยตนเองไม่มีผู้ใดมากำหนดหรือชี้ช่องทางในการปฏิบัติให้และเมื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้นแล้ว การตอบสนองหลายรูปแบบจะหายไปเหลือเพียงการตอบสนองรูปแบบเดียวที่เหมาะสมที่สุด และพยายามทำให้การตอบสนองเช่นนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าที่ต้องการให้เรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ

ทฤษฎีของธอร์นไดค์มีกฎแห่งการเรียนรู้ขึ้นอีก 3 กฎ คือ

1) กฎแห่งผล (Law of Effect) กล่าวว่าเมื่อการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับอาการตอบสนองนำความพอใจมาให้ การเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับอาการตอบสนองก็จะแน่นแฟ้นขึ้น ถ้าความสัมพันธ์นี้ นำความรำคาญใจมาให้ ความสัมพันธ์นี้ ก็จะคลายความแน่นแฟ้นลง หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าจะให้ผู้เรียนรู้อะไรจะต้องมีรางวัลให้ (รางวัลมิได้หมายถึงสิ่งของ แต่อย่างเดียวน แต่รวมเอา ทุกสิ่งทุกอย่างที่ทำให้ผู้เรียน รู้สึกพอใจ เช่น การให้คำชมเชย เป็นต้น) เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรม ที่ต้องการออกมา ถ้าจะให้ พฤติกรรมบางอย่างหายไปเมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมนั้น ออกมาจะต้องมีการทำโทษ เมื่อธอร์นไดค์ ประกาศ กฎแห่งผล ออกมาเช่นนี้ มีผู้พยายามทดลอง

เพิ่มเติมและมีผู้ได้แย้งกันเป็นอันมาก ต่อมาชอร์นไคค์พบว่า การทำโทษ มิได้ทำให้การเชื่อมโยง คลายลง ในที่สุดก็สรุปว่า ถ้าการทำโทษมีผลอยู่บ้าง ก็ไม่ได้ทำให้การเชื่อมโยงอันเก่าคลายลง แต่จะเป็นการบังคับ ให้ผู้เรียนพยายาม ลองแสดง อาการตอบสนองอย่างอื่น ในที่สุดชอร์นไคค์จึงล้มเลิก กฎแห่งผลที่เกี่ยวกับ การลงโทษ แต่ยังคงเหลือ กฎแห่งผล ในด้านการให้รางวัลไว้ว่า รางวัลเท่านั้น ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น

2) กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) จากการสังเกตเมื่อเอาแมวใส่กรงครั้งหลัง แมว จะหาทางออกจากกรงได้เร็วขึ้น เมื่อทดลอง นาน ๆ เข้า แมวก็สามารถออกจากกรงได้ทันที ตาม ลักษณะนี้ชอร์นไคค์อธิบายว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการ ตอบสนองได้ สัมพันธ์ แน่นแฟ้น ขึ้น และความสัมพันธ์นี้จะแน่นแฟ้นยิ่งขึ้น เมื่อมีการฝึกหัดหรือซ้ำบ่อย ๆ และความสัมพันธ์นี้ จะ คลายอ่อนลงเมื่อไม่ได้ใช้ และชอร์นไคค์เชื่อว่าการกระทำที่ไม่มีรางวัลเป็นผลตอบแทนหลังการ ตอบสนองนั้น ๆ ลึ้นสุดลง จะต้องลงเอยด้วย ความสำเร็จมิฉะนั้นการกระทำนั้นก็ไม่มี ความหมาย แต่หลังจากปี ค.ศ.1930 ชอร์นไคค์ได้แก้กฎแห่งการฝึกนี้ ใหม่ เพราะใน บางกรณี กฎแห่งการฝึกและ กฎแห่งผลไม่สามารถใช้ในสถานการณ์เดียวกันได้ เช่น เมื่อปิดตาแล้ว ทดลองหัด ลากเส้นให้ยาว 3 นิ้ว แม้ให้ฝึกหัดลากเส้นเท่าไรก็ตาม ก็ไม่สามารถลากเส้นให้ยาว 3 นิ้ว ได้ ดังนั้นการฝึกหัดทำจะมี ผลดีต่อ การเรียนรู้ด้วย ตัวของมันเอง ไม่ได้จะต้องมีเหตุผลอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นชอร์นไคค์ จึงประกาศยกเลิกกฎแห่งการฝึกนี้ แต่ยังคงเชื่อว่าการฝึกฝนที่มี การควบคุมที่ดี ก็ยังมีผลดีต่อการเรียน รู้ผู้นั้นเอง กล่าวคือ ถ้าเปิด โอกาสให้ผู้เรียนทราบผลของ การเรียน แต่ละครั้งว่า ยาวหรือสั้น ไป เท่าใด การฝึกหัดก็สามารถทำให้ผู้ฝึกหัดมีโอกาสลากเส้นให้ยาว 3 นิ้วได้

3) กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) ชอร์นไคค์ตั้งกฎแห่งความพร้อมนี้เพื่อ เสริมกฎแห่งผล และได้อธิบาย ไว้ในรูปของการเตรียมตัว และการเตรียมพร้อม ในการที่จะ ตอบสนองกิจกรรมที่ตามมาหลังจากการที่มีการเตรียมตัวพร้อมแล้ว เช่น ในสถานการณ์ของแมวใน กรง แมวจะทำอะไรออกมา นั่น แมวจะต้องหิว แมวสามารถเอาเท้าตะปบเชือกที่ห้อยแขวนอยู่นั้น ได้ และมีประสาทสัมผัสที่จะรับรู้ว่าได้รับผลพอใจหรือไม่พฤติกรรมที่แสดงออกไปแล้ว เป็นต้น หรือถ้ามนุษย์พร้อม ที่จะเรียนรู้อะไรบางอย่างได้ พร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมบางอย่างที่จำเป็น สำหรับขบวนการการเรียนรู้ นั่น เช่น จะต้องมึร่างกายที่สูงพอ แข็งแรงและอยู่ในสภาวะจิตใจที่ เหมาะสม ผู้เรียนจะแสดงหรือไม่แสดงพฤติกรรมอะไรออกมา นั่น ชอร์นไคค์ให้หลักไว้ 3 ข้อ คือ

3.1) เมื่อหน่วยของการกระทำพร้อมที่จะแสดงออกมา ถ้าผู้กระทำด้วยความสบาย หรือพอใจไม่มีอะไรจะเปลี่ยนแปลงการกระทำนี้ได้

3.2) ถ้าหน่วยของการกระทำพร้อมที่จะแสดงออกแต่ไม่ได้แสดงจะทำให้เกิดความ ไม่สบายใจ

3.3) ถ้าหน่วยของการกระทำยังไม่พร้อมที่จะแสดงออกแต่จำเป็นต้องแสดงออก การแสดงออกนั้นๆ กระทำไปด้วยความไม่สบายใจ ไม่พอใจเช่นกัน ถึงแม้ว่าชอร์นไคค์ได้ปรับปรุงแก้ไขและขยายแนวความคิดของเขาอยู่ตลอดเวลา ทำให้กฎแห่งความพร้อมและ กฎแห่งการฝึกหัด หย่อนความสำคัญไป ยังคงเหลือเพียงกฎแห่งผลที่เป็นที่ยอมรับกันอยู่ แต่ในกฎนี้ก็เหลือเพียงด้านของรางวัล ที่มีผลต่อการเรียนรู้ ส่วนด้านการลงโทษกับการเรียนรู้นั้นถูกตัดทิ้งไป

1) สามารถสรุปเป็นกฎการเรียนรู้ (ทิสนา เขมมณี, 2548, น. 51) ได้ดังนี้

1.1) กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

1.2) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

1.3) กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

1.4) กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะทำซ้ำต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่ยอมเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

2) การนำทฤษฎีการเชื่อมโยงของชอร์นไคค์ ใช้ในด้านการเรียนการสอน

2.1) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองฝึกลองถูกด้วยตนเองบาง จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการแก้ไขปัญหา โดยสามารถจดจำผลจากการเรียนรู้ได้ดี รวมทั้งเกิดความรู้สึกภูมิใจในการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2.2) การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการก่อนการเรียนเสมอ

2.3) หากต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะในเรื่องใดแล้ว ต้องให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ อย่างถ่องแท้ และให้ผู้เรียนฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

2.4) เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ควรให้ผู้เรียนฝึกนำการเรียนรู้ไปใช้

2.5) การให้ผู้เรียนได้รับผลที่น่าพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ

2.4.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Processes)

การคิดแก้ปัญหามีลักษณะเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนตามลำดับการคิด ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอไว้หลายท่าน เช่น ได้เสนอกระบวนการคิดแก้ปัญหาไว้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงกระบวนการคิดแก้ปัญหา

นักวิชาการ	กระบวนการคิดแก้ปัญหา
โพลยา (Polya, 1980, pp. 6-22)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนในการคิดแก้ปัญหา 3. การลงมือทำตามแผนเป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ การตรวจสอบวิธีการ และตอบ
บรูเนอร์ (Bruner, 1976, pp. 89-100)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา 2. ขั้นแสวงหาคำเงื่อนไข เป็นขั้นตอนที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม 3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นตอนที่ตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา 4. ขั้นการตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่วิเคราะห์หาเหตุผลต่าง ๆ แล้วตัดสินใจแก้ปัญหา
เวียร์ (Weir, 2005, p. 18)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นการเสนอวิธีการคิด 4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
ดีวี่ (Dewey, 2007, pp. 1-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) 2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) 3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) 4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) 5. ขั้นนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication)
วอลลาส (Wallas, 2008, pp. 1-3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นเตรียม (Preparation) 2. ขั้นฟักตัว (Incubation) 3. ขั้นเกิดความคิดหรือขั้นเข้าใจปัญหา (Illumination)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

นักวิชาการ	กระบวนการคิดแก้ปัญหา
	4. ขั้นตรวจสอบ (Verification)
เบเยอร์ (Robert H. Ennis, 1996, pp. 13-16)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุปัญหา (Identify Problem) 2. วิเคราะห์หาปัญหา (Represent the Problem) 3. คิดหายุทธวิธีการแก้ปัญหา (Invent a Solution Strategy) 4. แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เลือก (Cary out the Plan) 5. สรุปผล (Conclude) ด้วยการเสนอผลการแก้ปัญหาและแสดงหลักฐานประกอบ 6. ตรวจสอบผล (Check the Results) ด้วยการประเมินคำตอบ
แบรนส์ฟอร์ด และ สเตน (Brans Ford and Stein, 2007, pp. 1-2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุปัญหา (Identify the Problem) 2. นิยามปัญหา (Define the Problem) 3. หาแนวทางในการแก้ปัญหา (Explore Possible Strategies) 4. ปฏิบัติการแก้ปัญหา (Acts on the Strategies) 5. ศึกษา ตรวจสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผล
พระธรรมปิฎก (2543, น. 24-26)	<ol style="list-style-type: none"> 1. กำหนดรู้ทุกข์ (ทุกข์) 2. สืบสาวเหตุแห่งทุกข์ (สมุทัย) 3. เล็งหมายชัดซึ่งการดับทุกข์ (นิโรธ) 4. จัดวางวิธีการดับทุกข์(มรรค)
สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg, 2006, pp. 393-397อ้างอิงใน รศ.ดร.จินตนา)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นกำหนดความชัดเจนของปัญหา 3. ขั้นกำหนดกลยุทธ์การแก้ปัญหา 4. การจัดระบบสารสนเทศเพื่อการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.4 จะเห็นว่ากระบวนการคิดแก้ปัญหาประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ ที่แตกต่างกันออกไป และนักวิชาการได้กำหนดกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน กระบวนการคิดแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปกระบวนการคิดแก้ปัญหาได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้น ระบุปัญหาขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 แก้ปัญหา เป็นขั้นหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาในรูปแบบวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา

2.4.4 แนวทางการพัฒนาการคิดแก้ปัญหา

นักการศึกษาได้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

Alan Pritchard (2009, pp. 1-3) เสนอแนวทางในการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1) เพิ่มความรู้หลัก นักเรียนต้องมีพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นมาก่อนที่จะมาคิดแก้ปัญหาจึงจำเป็นต้องแสวงหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

2) ฝึกให้คิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ โดยเริ่มจากในชีวิตประจำวัน

3) วางแผน ติดตามการแก้ปัญหาของตนเอง

4) เขียนสิ่งที่เชื่อมโยงกับปัญหาไว้

5) พัฒนาเป้าหมายในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน

6) สะท้อนการทำงานของตนเองอีกครั้ง โดยคิดย้อนกลับไปมา

7) หาข้อโต้แย้งหรือความแตกต่างเพื่อร่วมกันอภิปราย

8) หาสิ่งที่เหมือนกันหรือมีความสัมพันธ์กัน

9) ลองนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่

10) เสนอปัญหาจากสิ่งเป็นรูปธรรมใกล้ตัวก่อน

11) ไม่ท้อแท้ ถ้าล้มเหลวให้ฝึกปฏิบัติการแก้ปัญหาใหม่

นอกจากนี้ Rob kooper (2008, pp. 1-2) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1) ควรพิจารณาปัญหาอย่างรอบคอบแต่ไม่ทิ้งระยะเวลานาน อย่ารอเวลาในการแก้ปัญหา

2) อย่าใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ตายตัว ให้พยายามผ่อนคลายและสบายในการคิดแก้ปัญหา

3) อย่างกลัวความล้มเหลว เมื่อแก้ปัญหาหนึ่งไม่ได้ให้ถอดถอนแล้วพักสักครู่อีกแก้ปัญหาใหม่

สรุปได้ว่าแนวทางในการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาควรฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ พัฒนาเป้าหมายในการแก้ปัญหาให้ชัดเจนหาวิธีแก้ปัญหาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ไม่ตายตัว

2.4.5 การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ส.วาสนา ประवालพุกษ์ (2549, อ้างอิงใน บรรดล สุขปิติ) ได้เน้นย้ำว่า การวัดความสามารถโดยใช้แบบทดสอบนั้นเป็น การวัดความสามารถการแก้ปัญหาในกระดาษ ซึ่งสภาพการณ์ของการประเมินเช่นนี้มีความสมจริงต่ำมาก การให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการตอบในกระดาษคำตอบนั้นนักเรียนจะใช้ความคิดเป็น ส่วนใหญ่ยังไม่ถึงขั้นการปฏิบัติจริง และอาจเรียกได้เพียงว่า “เป็นการประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหา” ไม่ใช่การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติจริง และเพื่อให้เกิดความชัดเจนเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา จึงอาจขยายความเกี่ยวกับระดับการวัดของการปฏิบัติ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงระดับความเป็นจริงและกลวิธีการแก้ปัญหา

ระดับความเป็นจริง	กลวิธีการแก้ปัญหา
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">มีความเป็นจริงต่ำ (การประยุกต์ขั้นแรก)</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">การประยุกต์ขั้นกลาง</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">มีความเป็นจริงสูง (การประยุกต์ขั้นสูง)</div>	<ul style="list-style-type: none"> - การแก้ปัญหาในกระดาษ - การแก้ปัญหาเฉพาะส่วน - การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง - การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจากตัวอย่างงาน - การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริง

ที่มา : บรรดล สุขปิติ. (2549). การวิจัยในชั้นเรียน: การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน.

จากตารางที่ 2.5 สามารถอธิบายเพื่อขยายความ ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 การแก้ปัญหาในกระดาษ เป็นการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนตอบในกระดาษคำตอบ ซึ่งจะตั้งโจทย์ปัญหาจำลองขึ้นแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหานั้น ทั้งนี้โดยเน้นพฤติกรรมด้านทักษะและการประยุกต์ใช้ตามแนวคิด สภาพการณ์ของการทดสอบแบบนี้จะมีความ

สมจริงต่ำมาก นักเรียนใช้ความคิดเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่ถึงขั้นการปฏิบัติจริง แบบทดสอบระดับนี้เรียกว่าเป็นแบบทดสอบการปฏิบัติการแก้ปัญหาในกระดาษ หรือเป็นแบบทดสอบวัดความคิดในการแก้ปัญหา

ระดับที่ 2 การแก้ปัญหาเฉพาะส่วน เป็นการทดสอบจากสถานการณ์ปัญหาจริง แต่ทดสอบทีละส่วนทีละทักษะ เพื่อให้มั่นใจว่า พฤติกรรมหรือทักษะนั้น ๆ นักเรียนสามารถปฏิบัติได้หรือเปล่า เช่น การฟังเสียงดนตรีแล้วบอกว่าเป็นเสียงระดับใด หรือการให้บอกคำสั่งของหรือเครื่องมืออื่น ๆ ใช้ได้อย่างไร ใช้ผิดหรือถูกอย่างไร หรือควรจะเลือกสิ่งใดมาใช้ การแก้ปัญหาเฉพาะส่วนนี้ถือว่ายังไม่ถึงขั้นการแก้ปัญหาจริง

ระดับที่ 3 การแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลอง เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามที่เคยเรียนมาแล้วนักเรียนจะใช้ความสามารถหรือทักษะที่เคยฝึกไว้แล้วมาแก้ปัญหการปฏิบัติงานนั้นในลักษณะของการเลียนแบบ การทดสอบในระดับนี้มีความจำเป็นมากสำหรับการปฏิบัติงานที่มีลักษณะเสี่ยงอันตราย เช่น การใช้เครื่องมือที่มีอันตราย การหัดขับรถ ตัวอย่างที่ชัดเจนมากในกรณีนี้คือ การฝึกหัดนักบินอวกาศที่จะต้องให้นักบินผ่านขั้นตอนการปฏิบัติเหมือนขณะอยู่ในอวกาศ แต่เป็นการแก้ปัญหาในหุ่นจำลองหรือยานอวกาศจำลอง (Simulated Module) ซึ่งถ้ายังไม่แน่ใจก็จะไม่สามารถปล่อยออกไปปฏิบัติงานจริงได้ หรือในกรณีนักศึกษาแพทย์ที่จะต้องฝึกฉีดยา ผ่าตัดกับหุ่นจำลองและศพ แล้วจึงจะเป็นผู้ช่วยแพทย์ และเป็นแพทย์ทำการผ่าตัดเองได้ในที่สุด

ระดับที่ 4 การแก้ปัญหการปฏิบัติจากตัวอย่างงาน เป็นการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริงในสถานการณ์จริงที่ยังมีอาจารย์คอยควบคุมดูแลอยู่ การทดสอบในระดับนี้เป็นการให้นักเรียนปฏิบัติงานเช่นเดียวกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่นั้นจริง ๆ

ระดับที่ 5 การแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริง เป็นการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริงโดยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งนักเรียนควรได้มีภาระงานที่ ทราบตรวจสอบการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานของตน เก็บรวบรวมผลงาน ผลการสังเกตจากผู้สอน และเพื่อน ๆ โดยรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบเรียกว่า แฟ้มสะสมงาน

จะเห็นว่า การแบ่งระดับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานี้ หากจะให้ดีจริง ๆ แล้วจะต้องใช้วิธีแก้ปัญหการปฏิบัติงานจริง รองลงมาคือ การปฏิบัติงานจากตัวอย่างงาน การปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง และการแก้ปัญหาเฉพาะส่วน สำหรับการแก้ปัญหาในกระดาษนั้นสะท้อนถึงความสามารถในการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างต่ำ แต่ครูก็ต้องตระหนักว่าในสถานการณ์ชั้นเรียนจริง ๆ ที่มีเนื้อหาสาระต้องเรียนรู้ที่หลากหลายและมากมาย ครูแต่ละคนก็มีภาระงานอื่นทั้งที่เกี่ยวเนื่องกับการเรียนการสอน โดยตรงและโดยอ้อมก็มากมาย และมีหน้าที่ยังมี

นักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบเป็นจำนวนมากเช่นกัน ในสถานการณ์เช่นนี้หากครูประเมินโดยอาศัยหลักการที่ต้องประเมินการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติจริงเท่านั้นก็อาจจะล้มเหลว เพราะครูทำไม่ไหว และหากจะบังคับให้ทำแล้วผลการประเมินก็อาจเชื่อถือไม่ได้ ไม่ถูกต้องตรงกับความสามารถจริงๆ ของนักเรียนจนเข้าทำนองที่ว่า “หลักการดี แต่ปฏิบัติล้มเหลว” ก็ได้ เช่นนี้หากยอมรับความจริงและลดระดับความถูกต้องของหลักการลงมาบ้าง โดยเลือกใช้การแก้ปัญหาในกระดาษด้วยแบบทดสอบ โดยพยายามเขียนข้อคำถามให้ดี ถามความคิดที่ลึกซึ้งและสัมพันธ์กับทักษะในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง พยายามตัดแปลงปรับปรุงรูปแบบของข้อคำถามที่เคยใช้อยู่ รวมทั้งการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการในการสอบใหม่ ๆ การวัดความสามารถสำหรับการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบก็อาจเป็นวิธีการที่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น แม้โดยหลักการจะไม่ดีมากเหมือนการให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยลงมือปฏิบัติจริง

ชวาล แพร์ตกุล (2521) ได้กล่าวเสริมแนวความคิดดังกล่าวข้างต้นว่า การประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนนั้นการประเมินพฤติกรรมตรงหรือการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองจะเป็นการประเมินที่ดีที่สุด แต่มีข้อจำกัดในเชิงปฏิบัติที่สำคัญอยู่ 3 ประการคือ “ต้องสิ้นเปลืองแรงงานและเวลามากเกินไป วิธีการวัดจะมีลักษณะเป็นอัตนัย และเมื่อได้ผลการวัดแล้วบางทีก็แปลความหมายไม่ค่อยออก ไม่สามารถตัดสินใจได้อย่างเฉียบขาดนัก ครูโดยทั่วไปจึงมักจะระอาระอามือไปตาม ๆ กัน” และให้ข้อคิดว่าหากไม่สามารถจะใช้การวัดพฤติกรรมตรงได้แล้วก็ควรเลือกใช้แบบทดสอบ โดยยกเอาข้อความหรือเหตุการณ์ที่เป็นสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองมาเป็นต้นเรื่อง แล้วตั้งคำถามด้วยชนิดและรูปแบบต่าง ๆ ให้นักเรียนพิจารณา และแก้ปัญหาไปตามสถานการณ์นั้น ๆ ว่าจะทำอย่างไรหรือควรทำวิธีใด ซึ่งถ้านักเรียนคนใดตอบถูกเราก็อนุมานได้ว่า ถ้าเขาไปเผชิญกับปัญหาจริงในชีวิตแล้วเขาก็คงคิดและปฏิบัติในการแก้ปัญหาเหล่านั้นตามที่ตอบมา เพราะโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เรามักจะปฏิบัติตามวิธีการที่เคยรู้เคยเข้าใจมาก่อน

แบบทดสอบประเมินผลการแก้ปัญหาที่ดี ๆ ในปัจจุบันควรใช้แบบทดสอบในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ปัญหานั้น และขอให้หลีกเลี่ยงการใช้ข้อคำถามที่วัดความรู้ในลักษณะแยกส่วนที่เป็นข้อคำถามที่วัดข้อละประเด็นย่อย ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน และประการสำคัญอย่าถามเรื่องของความรู้ความจำมากจนเกินไป จนทำให้ผู้ที่ตอบได้คะแนนดีแต่ทำอะไรไม่เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่สำคัญมี 6 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 แบบทดสอบการจัดการปัญหา

แบบทดสอบการจัดการปัญหา (Management Problem) เป็นแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายแบบทดสอบแบบถูกผิดหลายตัวเลือก หรือคล้ายกับแบบสำรวจรายการ (Checklist) กล่าวคือ แบบทดสอบจะกำหนด “สถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ และมีข้อคำถามในลักษณะที่ให้เลือกว่าในการแก้ไขปัญหานั้น ท่านจะปฏิบัติหรือไม่ ปฏิบัติ โดยกำหนดรายการที่เป็นการปฏิบัติให้พิจารณาหลาย ๆ รายการ

รูปแบบที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ

ข้อคำถามแบบเลือกตอบ จะเป็นข้อคำถามที่นิยมใช้กันมากในการสร้างแบบทดสอบเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เพราะข้อคำถามแบบเลือกตอบมีจุดเด่นอยู่หลายประการที่สำคัญได้แก่ 1) ถามได้เป็นจำนวนมากข้อจึงมีความครอบคลุมเนื้อหาได้อย่างกว้างขวาง 2) การตรวจง่ายและมีความเป็นปรนัย ใช้เวลาตรวจน้อย 3) ใช้ได้กับการประเมินที่มีผู้เข้ารับการสอบวัดเป็นจำนวนมาก (และมีเวลาตรวจน้อย) 4) สามารถจะคัดเลือกข้อคำถามที่วิเคราะห์แล้วมีคุณภาพดีเก็บเอาไว้ใช้ได้อีกในโอกาสต่อไป แต่อย่างไรก็ตามข้อคำถามแบบเลือกตอบก็มีข้อจำกัดหรือจุดอ่อนที่สำคัญคือ 1) การมีตัวเลือกให้เลือกตอบจะเป็นการแนะนำตอบให้กับนักเรียน 2) เค้าได้ง่าย เค้าแล้วมีโอกาสได้คะแนนค่อนข้างสูง คะแนนที่สอบได้จึงไม่แน่ว่าเป็นการสะท้อนถึงความรู้ความสามารถที่มีอยู่จริงในตัวนักเรียน 3) ขาดสารสนเทศที่สำคัญคือไม่รู้ว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรในการแก้ปัญหา 4) ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ หรือความคิดริเริ่ม ความคิดที่ซับซ้อน

รูปแบบที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยด้วยความตระหนักถึงจุดอ่อนของการใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบสำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวมาแล้ว คือ 1) การมีตัวเลือกให้เลือกตอบจะเป็นการแนะนำตอบให้กับนักเรียน 2) ทำให้เค้าได้ง่ายเค้าแล้วมีโอกาสได้คะแนนสูง 3) ขาดสารสนเทศสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการในการคิด คือไม่รู้ว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรในการแก้ปัญหา 4) ไม่เหมาะสมที่จะวัดความสามารถในการคิดที่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ และคำนึงถึงสภาพการแก้ปัญหาในสภาพชีวิตจริงว่าคงไม่มีการกำหนดตัวเลือกให้ตอบ นักเรียนคงต้องคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาเอง อนึ่ง Gronlund (1990) ได้สรุปไว้ว่ารูปแบบของข้อคำถามที่เหมาะสมกับการประเมินทักษะการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะของพฤติกรรม การเรียนรู้ในระดับสูง และมีลักษณะซับซ้อนได้ดี คือข้อคำถามแบบอัตนัย

รูปแบบที่ 4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความแบบอัตนัย ประยุกต์

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์มาจากคำภาษาอังกฤษว่า Modified Essay Question test จึงนิยมเรียกชื่อย่อว่าแบบทดสอบเอ็มอีคิว (MEQ) และนักวัดผลบางคนก็เรียกชื่อว่า แบบทดสอบความเรียงประยุกต์ก็มีหรือบางคนก็เรียกว่า แบบทดสอบบรรยายชนิดคัดแปลง ซึ่งชื่อแบบทดสอบที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดล้วนเป็นแบบทดสอบชนิดเดียวกัน โดยเอกสารเล่มนี้จะใช้ชื่อว่า แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะการแก้ปัญหาได้สี่ชนิดหนึ่ง โดยเริ่มต้นพัฒนามาจากการจัดการศึกษาทางด้านการแพทย์ที่พัฒนาแบบทดสอบดังกล่าวขึ้นเพื่อใช้สำหรับวัดทักษะการแก้ปัญหาทางการแพทย์ของนักศึกษาแพทย์ ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปัญหาที่ไม่สามารถใช้การปฏิบัติจริงสำหรับทดสอบทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวินิจฉัย หรือให้การรักษาผู้ป่วยของนักศึกษาแพทย์ทุกคน และในทุกสถานการณ์ได้ รวมทั้งเกิดความไม่เชื่อมั่นในการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีการเดา และมีการแนะนำตอบโดยตัวเลือกที่กำหนดในตัวข้อความเอง และข้อความอัตนัยแบบบรรยายทั่วไปก็มีจุดอ่อนที่มักจะถามกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจง โดยเฉพาะถ้าคำถามถามไม่ชัดเจนจะทำให้นักเรียนตอบไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดที่เน้นการวัดกระบวนการในการแก้ปัญหา

รูปแบบที่ 5 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความแบบปรนัยประยุกต์

แบบทดสอบปรนัยประยุกต์หรือแบบทดสอบเลือกตอบประยุกต์ (Modified Multiple Choice Question : MMCQ) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาจุดอ่อนในเรื่องการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ โดยเฉพาะปัญหาเรื่องความเป็นปรนัยของการตรวจ ความยากลำบากและเวลาในการตรวจ ซึ่งทำให้นำไปใช้กับสถานการณ์ที่มีนักเรียนเข้าสอบจำนวนมาก ๆ ได้ยาก แบบทดสอบปรนัยประยุกต์จะมีลักษณะโครงสร้างของแบบทดสอบเช่นเดียวกับแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์คือ มีลักษณะเป็นชุดของสถานการณ์กล่าวคือ จะมีการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่สมบูรณ์ออกเป็นสถานการณ์ย่อยๆ ที่ต่อเนื่องกัน แล้วค่อยๆ ทอยข้อกำหนดในแบบทดสอบทีละสถานการณ์ย่อย พร้อมแทรกข้อความแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลในสถานการณ์ย่อยนั้นเป็นระยะ ๆ จนครบสมบูรณ์

รูปแบบที่ 6 แบบทดสอบการวัด 3 ชั้น

ขั้นตอนที่ 1 ให้นักศึกษาได้พบสถานการณ์ปัญหาในการรักษาพยาบาลจริง โดยให้ได้พบผู้ป่วย รวบรวมข้อมูลผู้ป่วยจากการซักถาม การตรวจร่างกายและข้อมูลประวัติ แล้วนำมาคิดสมมติฐานซึ่งอาจยังไม่มั่นใจว่าถูกต้องหรือยังไม่กระจ่างขั้นนี้จะมีการชี้แจงและอภิปรายระหว่างนักศึกษากับครูผู้ประเมิน ครั้งที่ 1 โดยอาจใช้เวลาประมาณ 15 นาที

ขั้นตอนที่ 2 ให้นักศึกษาไปค้นหาจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เช่น จากการสอบถามแพทย์ หรืออาจารย์แพทย์ จากเพื่อนนักศึกษาแพทย์ด้วยกัน จากเอกสารหรือรายงานต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลของผู้ป่วยไปสัมพันธ์กันก่อนจะสรุปการวินิจฉัยอย่างมีเหตุผล ศึกษาวิธีการรักษาและเลือกวิธีการรักษาที่เห็นสมควร พร้อมด้วยเหตุผล ขั้นตอนนี้เป็นการให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ทั้งนี้อาจใช้เวลา 1 ชั่วโมงครึ่งถึง 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 3 นักศึกษากลับมาพบครูผู้ประเมินพร้อมแหล่งความรู้ที่ไปศึกษา หากเป็นจากเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) ต้องจดแหล่ง และหัวข้อเรื่องมาแจ้งแก่ผู้ประเมิน นักศึกษาอธิบายกระบวนการคิด เหตุผล และการตัดสินใจ สรุปการวินิจฉัย และเลือกวิธีการรักษา รวมทั้งการส่งตรวจเพิ่มเติม ขั้นตอนนี้เป็นการชี้แจงและอภิปรายระหว่างนักศึกษาและครูผู้ประเมินเป็นครั้งที่ 2 ใช้เวลา 30-45 นาที

จะเห็นว่า การประเมินแบบ 3 ชั้นนี้เป็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางการแพทย์หรือพยาบาลจากสถานการณ์จริง หรือเสมือนจริง โดยการปฏิบัติกับนักศึกษาครั้งละ 1 คน และคนละ 1 สถานการณ์ที่ไม่เหมือนกัน แต่ก็สามารถที่จะปรับวิธีดังกล่าวมาใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป และเปลี่ยนเป็นการสอบโดยมีการเขียนตอบบนกระดาษ เพื่อให้สามารถจัดสอบได้กับนักเรียนที่หลาย ๆ คนได้

2.4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา

วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์(2554) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหาและการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. ความสามารถในการคิด

แก้ปัญหานักเรียนกลุ่มควบคุมก่อนและหลังเรียน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4. ความสนใจในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5. ความสนใจในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 6. ความสนใจในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์(2551) การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ผลวิจัยพบว่า 1) กลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (MMR=.487) และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรปัจจัยดังกล่าวทั้ง 5 ปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในของการแก้ปัญหาในแต่ละชั้น ได้แก่ ชั้นการระบุปัญหา ชั้นการวิเคราะห์ปัญหา ชั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหาและชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ มีความเท่ากับ .478, .537, .583 และ .519 ตามลำดับซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า 2) ค่าน้ำหนักความสำคัญของกลุ่มแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในของการแก้ปัญหาในแต่ละชั้นพบว่า ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ส่วนตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในชั้นการระบุปัญหาชั้นการวิเคราะห์ปัญหา และชั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉพาะในชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

Bethann Lavoie (2003) ศึกษาการพัฒนาเหตุผลในการใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีชีวภาพของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีชีวภาพในวิทยาลัยชุมชน โดยทำการศึกษากับนักศึกษา 115 คน และผู้เชี่ยวชาญ 11 คน ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 17 ข้อ ให้เขียนตอบสั้น ๆ ผลปรากฏว่า คะแนนการคิดแก้ปัญหานักเรียนสูงขึ้น โดยประเมินจากการแก้ปัญหาในการทำงาน ส่วนคะแนนการคิดแก้ปัญหานักเรียนผู้เชี่ยวชาญกับนักเรียนแตกต่างกันและสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Pearla Nesher (2003, pp. 151-176) ศึกษาโมเดลการใช้เนื้อหาเป็นฐานและปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการคิดแก้ปัญหา โดยโมเดลนี้ใช้ในการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา 12 ข้อ ระหว่างครู 167 คน กับนักเรียนอายุ 15 ปี 132 คน ให้มีอิสระในการตอบคำถามอย่างเต็มที่ ผลการวิจัย พบว่าครูและนักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันทั้งด้านวิธีการ การตีความ และเทคนิคในการแก้ปัญหา ส่วนสิ่งที่คล้ายกันของครูและนักเรียนคือการนำความรู้ในการทำงานไปใช้ในการแก้ปัญหาและสำหรับการแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนทั้งครูและนักเรียนเน้นที่การนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาแต่อาจแตกต่างกันซึ่งต้องอาศัยการฝึกหัดและความสามารถในการเรียนรู้

Jack A. Nikerson (2004, pp. 617-632) ทำการศึกษาทฤษฎีความรู้เป็นฐานกับมุมมองของการคิดแก้ปัญหา โดยเริ่มวิเคราะห์ปัญหาพื้นฐานแล้วหาข้อโต้แย้งในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสม ต่อมาจึงหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่อีกหลายทางแล้วลองปฏิบัติ ซึ่งในทฤษฎีความรู้เป็นฐานจะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหาซึ่งอาศัยปัจจัยภายในและภายนอก

2.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนดังนี้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ตลอดจนแนวคิดทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาซึ่งประกอบด้วย แนวคิดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำเสนอโครงสร้างเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง การจัดการรอบตามแนวทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สามารถสรุปหลักการสำคัญของแต่ละแนวคิดทฤษฎีที่จะนำมาใช้สำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การวิเคราะห์หลักการ แนวคิด และทฤษฎีแสดงให้เห็นขั้นตอนที่สำคัญซึ่งผู้วิจัยได้แสดงดังต่อไปนี้

ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ (2546)	สุมาลีชัย ชัยเจริญ, (2551)	Driver and Bell, 1986 อ้างถึงใน Matthews, (1994)	Stepien and Gallagher, 1993, อ้างถึงใน วัชรานต์ (2553, น. 110)	ConKin, 2012, อ้างถึงใน วัชรานต์ (2556, น. 198)	Eggen & Kuachak (1996)	Redhead (1998)	กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ 6 ขั้นตอน
กำหนดเนื้อหา	สถานการณ์ปัญหา	ขั้นนำ	เผชิญและนิยามปัญหา	นำเสนอปัญหา	ระบุปัญหา หรือคำถาม	ระบุประเด็นปัญหา	ขั้นเตรียมความพร้อม
กำหนดจุดประสงค์		ขั้นทบทวนความรู้เดิม		พิจารณาข้อเท็จจริง ข้อมูล	ตั้งคำถามและวิธีการในการวิจัย	ตั้งคำถามและวิธีการในการวิจัย	ขั้นนำเสนอปัญหา
กำหนดเนื้อหาย่อย	แหล่งเรียนรู้	ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด	รวบรวมข้อมูล	ให้ผู้เรียนอภิปรายข้อเท็จจริง	รวบรวมข้อมูล	รวบรวมและจัดข้อมูล	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
วางแผนการสอน	ฐานการช่วยคิด			นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา	ตรวจสอบและประเมินสมมติฐาน	วิเคราะห์และประเมินข้อมูล	
ปฏิบัติการสอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้	การโค้ช	ขั้นนำความคิดไปใช้	สังเคราะห์ข้อมูลและปฏิบัติ	ศึกษาข้อมูลที่เป็น เพื่อสร้างความเข้าใจ	นำผลที่ได้ไปใช้ต่อ	สังเคราะห์ข้อมูล	ขั้นฝึกทักษะ
						แก้ไขปัญหา	
การประเมิน	การร่วมมือกันแก้ปัญห	ขั้นทบทวน		นักเรียนศึกษาแลกเปลี่ยนข้อมูล		ตัดสินใจ	ขั้นประเมินผลทักษะ
						ประเมินผล	
						ขั้นสรุปและเผยแพร่	

ตารางที่ 2.7 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง					รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์				
	ทฤษฎีทางทฤษฎีปัญหา	ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ	ทฤษฎีการสร้างความรู้	ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วย	ทฤษฎีการเชื่อมโยงของมอริร์นได้ค้	เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ	การจัดการเรียนรู้แบบโดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง	การจัดการเรียนรู้แบบโดยใช้ปัญหาพื้นฐาน	การจัดการเรียนรู้แบบแบบกระบวนการสืบเสาะ
ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation)				✓	✓		✓		✓	✓
ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา (Problem Statement)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป(Conclusion)		✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓

จากตารางที่ 2.7 สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และประกอบด้วยขั้นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ ที่แสดงขั้นความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณและการแก้ปัญหา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยี โลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการ คิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	การคิดอย่างมี วิจารณญาณ			การแก้ปัญหา		
	การนิยามปัญหา	การตัดสินใจ	การสรุป	ระบุปัญหา	วิเคราะห์ปัญหา	แก้ปัญหา
ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation)						
ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา (Problem Statement)	✓	✓		✓		
ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)	✓	✓	✓	✓	✓	
ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment)		✓	✓		✓	✓
ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป(Conclusion)			✓			

จากตารางที่ 2.8 สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยี
 โลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation)

ขั้นตอนเตรียมความพร้อมด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นเพื่อสร้างแรงจูงใจภายใน (Self
 Motivation) ทักษะการคิดพื้นฐานและทบทวนความรู้เดิมที่ต้องใช้เพื่อเรียนรู้เนื้อหาใหม่ แจ็ง
 จุดประสงค์ในการเรียน ชี้แนะแนวทางการมองเห็นประโยชน์สำคัญของเนื้อหาที่เรียน โดยขั้น
 ตอนนี้อยู่สอนต้องสร้างแรงกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนการการเรียนรู้ มีความสนใจ มีความพร้อมและ
 กระตือรือร้นมองเห็นความสำคัญในเนื้อหาที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา(Problem Statement)

ขั้นตอนนำเสนอกิจกรรมเพื่อให้เกิดกระบวนการคิด ตระหนักในสถานการณ์ปัญหา สำรวจ และทำความเข้าใจให้ครอบคลุมทุกด้านโดยต้องอาศัยทักษะการคิด ในขั้นนี้ผู้สอนต้องฝึกทักษะการคิด ขั้นสูง อาศัยความรู้เป็นสื่อในการพัฒนาความสามารถในการคิด

ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)

ขั้นการกระตุ้นผู้เรียนเพื่อนำพาไปสู่การค้นพบ โดยสำรวจ ค้นคว้าและหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยวิธีการคิดและวิธีการสอนแบบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหาพร้อมกับสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและคุณลักษณะของผู้เรียน นำไปสู่การค้นพบ แนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice)

ขั้นเน้นพัฒนาความสามารถในการคิดใช้หลักการการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ฝึกทักษะเป็นกลุ่ม เป็นคู่หรือรายบุคคล ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา ช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยยึดหลักของกฎการฝึกหัด ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกความรู้กระบวนการคิดสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา โดยการวางแผน ตรวจสอบและลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล คำอธิบายของสถานการณ์ของปัญหาด้วยตนเองโดยผู้สอนทำการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ความคิดเพื่อวางแผนการทำงาน ให้มีความหลากหลาย ก่อนที่ผู้เรียนจะอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นซึ่งกันและกันโดยใช้รูปแบบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหา และผู้สอนต้องทำการสังเกตประเมินผลการทำกิจกรรม และการใช้สื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งคอยช่วยเหลือ ควบคุมส่งเสริมแนวทางชี้แนะให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้ตามเป้าหมายของกระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป (Conclusion)

ขั้นตอนสรุปทำความเข้าใจสาระสำคัญ โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายสรุป และเชื่อมโยงความรู้ ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับเพื่อนและผู้สอน ฝึกการนำความรู้ และทักษะมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้นำเสนอมานั้น ผู้วิจัยได้มีการผสมผสานและประยุกต์ แนวคิดทฤษฎีสำคัญต่าง ๆ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลก สมัยเหมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นดังนี้

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น
1. ผู้เรียนค้นคว้าและหาแนวทางในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation)	ผู้สอนสอนเนื้อหาและความเข้าใจ
2. ผู้เรียนวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกแนวทางใน	ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา (Problem Statement)	ผู้เรียนสามารถนิยามปัญหา และระบุปัญหาขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. การแก้ปัญหาผู้เรียนนำเสนอแนวทาง การแก้ปัญหา	ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)	ผู้เรียนวิเคราะห์สาเหตุและการตัดสินใจเลือกข้อมูล จากการรวบรวมข้อเท็จจริง
	ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice)	ผู้เรียนความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนและหาแนวทางแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น
	ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment)	ผู้เรียนประเมินและข้อสรุป อย่างเป็นลำดับเพื่อหา วิธีการแก้ปัญหา
	ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป (Conclusion)	ผู้เรียนทำการสรุปโดยใช้ หลักเหตุผลสามารถที่จะ แยกแยะเนื้อหาวิชา รายละเอียด เพื่อที่จะได้ มองเห็นหรือเข้าใจความ เกี่ยวข้องต่าง ๆ

สามารถสรุปเป็นหลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่สนับสนุนการพัฒนา รูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ดังรูปภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่สนับสนุนการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสาน โลกจริงฯ

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

กู๊ด (Good, 1973, p. 7) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากคะแนนสอบที่กำหนดให้หรือจากคะแนนที่ได้งานที่ผู้สอนมอบหมาย

อายส์เนค และไมลิ (Eysneck & Meili, 1986, p. 16) ซึ่งกล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) ก็คือ ดัชนีชี้ประสิทธิผลและคุณภาพของการจัดการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก็ได้

ชาญชัย คาศรี (2550, น. 45) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ประสิทธิภาพที่เกิดจากการเรียนการสอน ฝึกทักษะปฏิบัติที่สามารถแสดงออกมาและสามารถวัดและประเมินผลได้

ทัศนมัน หนูนิมิตร (2551, น. 40)กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนตามกรอบจุดประสงค์ของบทเรียนซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนหรือหลังการเรียนจากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ได้มาจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานั้นๆและผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและศึกษาได้อย่างต่อเนื่อง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นส่วนสำคัญในการบ่งบอกประสิทธิภาพทางการจัดการเรียนรู้

2.6.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักวิชาการหลายท่านได้ให้รายละเอียดดังต่อไปนี้

Harvighurst & Neugarten (1969, p.157) กล่าวถึงองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าประกอบด้วยความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด การอบรมในครอบครัว ประสิทธิภาพของสถานศึกษา และความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง และการมุ่งหวังในอนาคต

Klausmeier (1961) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า นอกจากเกิดจากตัวผู้เรียนและผู้สอนแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นๆที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่ง มีทั้งหมด 6 องค์ประกอบคือ

- 1) คุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางด้านสมองและความพร้อมทางด้านสติปัญญา ความพร้อมทางด้านร่างกาย และความสามารถทางด้านทักษะร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ
 - 2) คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่ สติปัญญาความรู้ในสาขาที่สอน การพัฒนาความรู้ คุณลักษณะทางจิตใจ ทักษะทางร่างกาย
 - 3) พฤติกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการเรียนการสอนทั้งหลายนั้นคือปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ความคิด วิธีการสอน ทักษะร่างกายและการกระทำทางจิตใจและความรู้สึก
 - 4) คุณลักษณะของกลุ่ม ได้แก่ โครงสร้าง เจตคติ ความสามัคคี และการเป็นผู้นำ
 - 5) คุณลักษณะพฤติกรรมเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนอง เครื่องมืออุปกรณ์
 - 6) แรงผลักดันภายนอก ได้แก่ สิ่งแวดล้อม อิทธิพลทางศิลปวัฒนธรรม
- สรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วยคุณลักษณะของผู้เรียน คุณลักษณะของผู้สอน ประสิทธิภาพของสถานศึกษา และความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง และการมุ่งหวังในอนาคต

2.6.3 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับอุดมศึกษา เพราะการวัดและการประเมิน จะเป็นตัวบ่งบอกประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ว่า บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมากน้อยเพียงใด การวัดผล (Measurement) มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Ebel & Frisbie (1986, p. 14) กล่าวว่า การวัดผลเป็นการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่มีความหมายแทนคุณลักษณะของสิ่งที่วัด โดยอาศัยกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

ชวาล แพรัตกุล (2516, น. 140) กล่าวว่า การวัดผลเป็นขบวนการใด ๆ ที่จะให้ได้มาซึ่งปริมาณจำนวนหนึ่งอันมีความหมายแทนขนาดของสมรรถภาพที่ผู้เรียนมีอยู่ในตนเอง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552 , น. 3) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับบุคคล สิ่งของ หรือเหตุการณ์อย่างมีกฎเกณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณ หรือคุณภาพของลักษณะที่จะวัด

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ โดยเครื่องมือที่ใช้วัดผลเรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) ซึ่งหมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถด้านวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

เพียงใด ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2552, น. 96) คือ

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ผู้สอนได้ทำการสอนเป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา

2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไปซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญมีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างจริงจังมีคุณภาพมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบวิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนนแบบทดสอบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกตามลักษณะการตอบได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ(สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น. 67)

2.1) แบบอัตนัย (Subjective Test หรือ Essay Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเอง โดยการเขียนอย่างเสรีลักษณะของคำตอบจะไม่คงที่แน่นอนได้แก่แบบทดสอบอัตนัย หรือความเรียง แบบตอบสั้นๆ และแบบเติมคำ

2.2) แบบปรนัย (Objective Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบที่คงที่แน่นอนนักเรียนเลือกหาคำตอบที่คิดว่าถูกโดยการทำเครื่องหมายอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ข้อสอบกำหนดไว้ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices) แบบถูกผิด (True -False) แบบเติมคำ (Completion) หรือตอบสั้นๆ (Short Answer) แบบจับคู่ (Matching) แบบจัดลำดับ(Rearrangement)

Bloom (1964, p.201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ไว้ 6 ขั้นดังนี้

1) ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรงในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ทฤษฎีจากตำราตั้งนั้นขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3) การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการ

นำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4) การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้ง เนื้อหาและ โครงสร้างของบทเรียน

5) การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6) การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น คำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่ผู้เรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็น การเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

ไพศาล หวังพานิช (2526, น.11-15) ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์หรือองค์ประกอบที่ถือว่าเป็น หลักของการวัดผลและการประเมินผลการศึกษาไว้ดังนี้

1) วัดให้ตรงกับวัตถุประสงค์ ในการวัดแต่ละครั้งต้องมั่นใจว่าสามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะ วัดได้อย่างแท้จริงเช่นถ้าต้องการว่าผู้เรียนนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปในชีวิตประจำวันได้หรือไม่แต่ ออกข้อสอบวัดความจำลักษณะนี้เรียกว่าวัดได้ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์

2) ใช้เครื่องมือที่ดีในการวัดแต่ละครั้งย่อมขึ้นกับคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้เป็นอย่างมาก ถ้าเครื่องมือมีคุณภาพดี ผลการวัดย่อมดีเชื่อถือได้ ในทางตรงข้ามถ้าเครื่องมือไม่ดี ไม่น่าเชื่อถือ ผลการ วัดก็ย่อมผิดพลาดคลาดเคลื่อนเหมือนกับตาชั่ง ที่ไม่ดี ย่อมบอกน้ำหนักได้ไม่ตรง เป็นต้น

3) มีความยุติธรรมในการวัดผลการศึกษาการที่จะนำผลการวัดมาเปรียบเทียบกันในกลุ่ม หรือจะนำไปเทียบกับมาตรฐานอย่างอื่น เพื่อจะตัดสินระดับสูงต่ำของความสามารถในการเรียนของผู้เรียนจะต้องเป็นผลการวัดที่ได้มาจากการวัดที่ยุติธรรมกับทุกคน

4) แปลผลได้ถูกต้อง ผลการวัดที่ได้ในแต่ละครั้งเพื่อนำผลที่ได้ดังกล่าวไปใช้อธิบาย หรือ เปรียบเทียบกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ การนำผลไปใช้อธิบายหรือเปรียบเทียบความสามารถ

ต่าง ๆ ของผู้เรียนนั้น จะกระทำใ้ถูกต้องเพียงใด ย่อมขึ้นกับหลักเกณฑ์ที่ใช้และความสมเหตุสมผลว่ามีมากน้อยเพียงใด

5) ใช้ผลการวัดได้ค้ค่าการวัดผลที่ดีมิได้มีความมุ่งหมายแต่เพียงการตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนว่ามีคุณภาพเป็นเช่นไรได้หรือตกเท่านั้น ควรจะมุ่งหวังที่จะค้นหาความเด่นหรือด้อยของผู้เรียน เพื่อจะได้พัฒนาหรือปรับปรุงความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนให้ดีขึ้นดั่งนั้น ในการวัดผลแต่ละครั้งควรจะได้้นำผลที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ค้ค่าของการลงทุนและสอดคล้องกับความมุ่งหมายที่แท้จริงของการวัดผล

สรุปการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ ที่จะเป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพของผู้เรียน โดยผู้สอนจะต้องคำนึงถึงการประเมินผลของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องวัดให้ตรงกับวัตถุประสงค์ และใช้เครื่องมือที่ดีมีความยุติธรรม อีกทั้งแปลผลได้อย่างถูกต้อง

1) ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วรรณรัตน์ อึ้งสุประเสริฐ (2543, น. 253-254) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบให้ชัดเจนว่า ต้องการนำแบบทดสอบไปใช้กับบุคคลกลุ่มใดโดยมีวัตถุประสงค์อย่างไร เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาพฤติกรรมและรูปแบบของข้อสอบ

2) กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม (test blueprint) โดยกำหนดกรอบเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ชัดเจน และพิจารณาว่าเนื้อหาที่จะวัดนั้นควรวัดพฤติกรรมในระดับใด

4) เขียนข้อสอบตามรูปแบบที่เหมาะสมลงในบัตรคำ บัตรละ 1 ข้อ

5) เรียบเรียงข้อสอบแล้วจัดให้เป็นรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งต้องสะดวกแก่การตอบและการตรวจให้คะแนน

6) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจดูความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบ

7) แก้ไข ปรับปรุง แล้วนำไปทดลองใช้

8) วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

9) แก้ไขปรับปรุง

10) ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

สมบูรณ์ สุริยวงศ์, สมจิตรา เรืองศรี, และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์ (2544, หน้า 111-113) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1) ชั้นวางแผน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1) ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ

1.2) ชนิดและธรรมชาติของคำถาม อันได้แก่คำถามแบบเลือกตอบ คำถามแบบจับคู่

1.3) เวลาในการสอบ ความยาวของแบบทดสอบค่าใช้จ่ายการให้คะแนนและการแปลผล

2) ชั้นกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ถ้าเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ผู้สร้างจะต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะวัดความรู้อะไรบ้าง โดยดูจากจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสร้างแบบทดสอบ จึงต้องสร้างให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ถ้าจะสร้างแบบทดสอบอื่น ๆ เช่น แบบทดสอบความถนัด ผู้สร้างจะต้องศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ เกี่ยวกับความถนัด พร้อมกับศึกษาวิธีการสร้างของแบบทดสอบเหล่านั้น ถ้าเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ จะต้องจำแนกพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตามการจำแนกของบลูมและคณะ ซึ่งจัดแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ

2.1) ความรู้ ความจำ ได้แก่ พฤติกรรมที่แสดงถึงการจำได้ ระลึกได้

2.2) ความเข้าใจ ได้แก่ พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการอธิบาย หรือขยายความด้วยคำพูดของตนได้

2.3) การนำไปใช้ได้แก่ พฤติกรรมที่แสดงว่าสามารถนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยรู้มาก่อนได้

2.4) การวิเคราะห์ ได้แก่ พฤติกรรมที่สามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ อย่างมีความหมาย มีหลักการและเห็นความสัมพันธ์ของส่วนย่อยนั้นด้วย

2.5) การสังเคราะห์ ได้แก่ พฤติกรรมที่สามารถรวบรวมความรู้ที่เรียนมาแล้วนำความรู้เหล่านั้นมาสร้างเป็นความรู้ใหม่อย่างมีระบบ

2.6) การประเมินค่า ได้แก่ พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ

3) ชั้นกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ โดยทั่วไปจะมี 2 แบบ คือ แบบทดสอบความเรียงหรือแบบทดสอบอัตนัย (Essay Test) และแบบทดสอบปรนัย (Objective Test) ลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย จะมีเฉพาะตัวคำถามเท่านั้น ส่วนคำตอบจะกำหนดกระดาษคำตอบไว้ให้ส่วนแบบทดสอบปรนัย

จะมีหลายแบบ เช่น แบบให้ตอบสั้นๆ แบบเติมคำ แบบจับคู่แบบถูก – ผิด และแบบเลือกตอบ ผู้สร้างจะต้องพิจารณาเลือก ให้เหมาะสมว่าจะใช้รูปแบบใด

4) ขั้นตอนเขียนข้อคำถาม

ในการเขียนข้อคำถามนั้น จะต้องยึดเนื้อหาที่กำหนดไว้ในข้อ 2 เป็นหลักรวมทั้งศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ เพื่อวัตถุประสงค์ของแต่ละชนิด โดยเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบจะเป็นแบบที่นิยมกันมากที่สุด นอกจากนี้ผู้สร้างจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่จะตอบเป็นอย่างดี เพื่อจะเลือกใช้ภาษา หรือความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้ตอบ เมื่อสร้างเสร็จแล้วควรจะให้ผู้ทรงคุณวุฒิช่วยตรวจสอบเฉพาะความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาก่อนที่จะจัดพิมพ์และทดลองใช้

5) การเลือกใช้แบบทดสอบ

การเลือกใช้แบบทดสอบในการวิจัยที่มีผู้สร้างไว้แล้ว ควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย เช่น ถ้าต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสอนของวิธีสอน 2 วิธี ก็ต้องใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ถ้าต้องการทราบว่า ความถนัดทางการเรียนจะมีผลต่อการเรียนในอนาคตเพียงไร ก็ต้องใช้แบบทดสอบวัดความถนัด นอกจากนี้ จะต้องเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นสูง และถ้าจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐานก็ยิ่งดี

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2547 ข, น. 215-217) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1) วิเคราะห์หลักสูตร และทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดเนื้อหาพฤติกรรมหรือสมรรถนะภาพที่ต้องการจะวัดและจำนวนข้อสอบที่จะสร้างในแต่ละเนื้อหาและแต่ละพฤติกรรมที่จะวัด

2) กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ โดยมีหลักในการพิจารณาเลือกรูปแบบของแบบทดสอบ ดังนี้

2.1) จุดประสงค์ของการสอบ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกชนิดของข้อสอบ เช่น ถ้าต้องการใช้ผลการสอบเพื่อตัดสินผลการเรียน ควรใช้แบบทดสอบปรนัย แต่ถ้าต้องการวัดการแสดงความคิดเห็น การวิเคราะห์หรือการประเมินค่าควรใช้แบบทดสอบอัตนัย

2.2) เวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบและการตรวจให้คะแนน แบบทดสอบแต่ละชนิดใช้เวลาสร้างและการตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน แบบทดสอบแบบปรนัยใช้เวลาในการสร้างมาก แต่ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนน้อย ส่วนแบบทดสอบอัตนัยใช้เวลาในการสร้างน้อย แต่ใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนมาก

2.3) จำนวนนักเรียนที่จะทดสอบ ถ้ามีนักเรียนจำนวนน้อยควรใช้การทดสอบปากเปล่า หรือแบบทดสอบอัตนัย ถ้ามีนักเรียนจำนวนมากควรใช้แบบทดสอบปรนัย

2.4) เครื่องอำนวยความสะดวกในการจัดทำแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบปรนัยต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์มากกว่าแบบทดสอบอัตนัย

2.5) แบบทดสอบปรนัยค่อนข้างจะใช้ทักษะในการสร้างมากกว่าแบบทดสอบอัตนัย แต่ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยต้องใช้ทักษะในการอ่านมากกว่าแบบทดสอบปรนัย

2.6) ขอบเขตของเนื้อหาสาระ แบบทดสอบปรนัยสามารถวัดได้ในขอบเขตของเนื้อหาสาระที่กว้าง ส่วนแบบทดสอบอัตนัยวัดได้ในขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ค่อนข้างจำกัด

3) เขียนข้อสอบ โดยใช้วิธีการดังนี้

3.1) เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3.2) เขียนข้อคำถามให้ชัดเจน สั้น กระชับ และควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนควรต้องรู้

3.3) ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน

3.4) ควรเขียนข้อคำถามให้มีจำนวนมากกว่าจำนวนที่จะใช้จริง ประมาณร้อยละ 5-15 สำหรับไว้คัดเลือกหลังการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแล้ว

3.5) ควรเขียนข้อคำถามทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการสอนในแต่ละเรื่อง หรือแต่ละบท

3.6) ควรหลีกเลี่ยงการเขียนข้อสอบที่ชี้แนะคำตอบ เพื่อจะได้ข้อสอบที่วัดความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

3.7) เมื่อเขียนคำถามเสร็จแล้วควรมีการตรวจสอบ โดยตรวจสอบกับหลักเกณฑ์การเขียนข้อสอบแต่ละแบบที่ใช้ รวมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด

4) พิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยนำข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบมีคำชี้แจง คำอธิบายวิธีทำข้อสอบ หรือรายละเอียดอื่น ๆ ตามความจำเป็น

5) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจใช้วิธีการหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6) ทดลองสอบและหาคุณภาพรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับ โดยนำไปทดลองสอบกับกลุ่มที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการทดสอบจริง แล้ววิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ดีไว้ และปรับปรุงข้อสอบที่มีคุณภาพไม่ถึงเกณฑ์ เพื่อนำไปทดลองอีกครั้งและหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเพื่อนำไปใช้จริงต่อไป จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าความหมายของ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถทั้งในอดีตและปัจจุบันหลังจากผ่านการเรียนรู้มาแล้ว ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

สรุปได้ว่างานวิจัยในครั้งนี้ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้รวม 5 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

2.6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญนำ อินทนนท์ (2551) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง จำนวน 80

คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ห้องเรียนละ 40 คน แล้วสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาฐานเป็นและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาฐานเป็นและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .01

สุภาพร แหลมแก้ว เนติ เฉลยวาเรศ ศรีนทิพย์ ภู่อาลี (2557) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ผลการวิจัยพบว่า) นักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่สอนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ไม่แตกต่างกัน

มัสยา แสนสม (2552) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรีกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลากซึ่งเรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest

– Posttest Design เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการทางสถิติ t-test Dependent Samples or Correlated Samples ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญนำ อินทนนท์ (2551) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .01

2.7 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้

2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

Morse (1955, p. 27) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถถ่ายทอดความเครียดของผู้ที่ทำงานให้ลดน้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงาน และความเครียดนี้มีผลมาจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อมนุษย์มีความต้องการมากจะเกิดปฏิกิริยาเรียกร้องหาวิธีตอบสนอง ความเครียดก็จะลดน้อยลงหรือหมดไป ความพึงพอใจก็จะมากขึ้น

Devis (1981, p. 10, อ้างถึงใน กรชกร ชวติ, 2544, น. 28) ให้ความหมายเกี่ยวกับความพึงพอใจไว้ว่าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังกับผลประโยชน์ที่ได้รับ

Frenc (1964) กล่าวว่า บุคคลจะเกิดความพึงพอใจในการทำงานได้ถ้าสภาพของงานดี ซึ่งหมายถึง การมีตำแหน่งที่ดี มีรายได้เพียงพอกับการดำรงชีวิต มีความมั่นคงในหน้าที่การงาน ซึ่งก่อให้เกิดสถานภาพทางสังคมสูง และทำให้บุคคลสามารถปรับบุคลิกของตนให้เข้ากับสภาพสังคม

Wallerstein (1971, p. 256) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย เป็นกระบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนว่าได้ว่ามีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจจะต้องศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของความพึงพอใจนั้น

Davis (1981, p. 83) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังกับผลประโยชน์ที่ได้รับจากความหมายของความพึงพอใจที่มีผู้ให้ความหมายไว้ข้างต้น

นริศ ถิ่นมูขดา (2545, น. 26) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ความแปรรูปความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ความรู้สึกนึกคิดที่ต่างกันนี้ มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของบุคคลนั้น ๆ

มณี โพธิเสน (2543) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกยินดีเจตคติที่ดีของบุคคล เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการของตนทำให้เกิดความรู้สึกดีในสิ่งนั้น ๆ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2543) สรุปความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า เป็นความรู้สึกที่ดี หรือความประทับใจที่มีต่อการกระทำของบุคคลหรือการทำงานนั้น ๆ

ศุภสิริ โสมาเกตู (2544, น. 49) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงาน หรือปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้นความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและต้องดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุสำเร็จ

สรุปได้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก หรือเป็นความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมกิจกรรมและต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

2.7.2 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ได้มีนักการศึกษาให้ความเห็นว่าความพึงพอใจจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจที่มีอยู่ทฤษฎีการจูงใจที่สำคัญคือ ทฤษฎีการจูงใจของมาสโลว์ (Maslow) ซึ่งประกอบด้วยความต้องการ 5 ประการ (กวี ศิริโกคาภิรมย์, 2542, น. 7-8) คือ

- 1) ความต้องการทางด้านร่างกายเป็นความต้องการขั้นมูลฐาน ในสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้แก่อากาศ น้ำ อาหาร ที่อยู่ อาศัย ยารักษาโรคและอื่น ๆ ความต้องการทางร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อความต้องการทางร่างกายยังไม่ได้รับการตอบสนองเลย

2) ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยเป็นความต้องการต่อเมื่อหลังจากความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองเพียงพอ ความต้องการความมั่นคงปลอดภัยปรารถนาจะได้รับความคุ้มครองให้พ้นจากภัยอันตรายต่าง ๆ ที่มีต่อตนเอง

3) ความต้องการทางด้านสังคม ภายหลังจากที่คนได้รับการตอบสนองในสองข้อดังกล่าวแล้ว ก็จะมีความต้องการสูงขึ้น คือ ความต้องการทางด้านสังคมจะเริ่มเป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อพฤติกรรมของคน เป็นความต้องการที่จะได้รับเข้าร่วมและได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่น ๆ ตลอดจนความเป็นมิตร และความรักจากเพื่อนร่วมงาน

4) ความต้องการที่จะมีฐานะเด่นในสังคม ความต้องการเกียรติยศชื่อเสียง เป็นความต้องการที่จะมีฐานะเด่นเป็นที่ยอมรับนับถือจากคนทั้งหลาย รวมถึงความเชื่อถือในตนเองความสำเร็จ ความรู้และความสามารถ

5) ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิต เป็นลำดับขั้นความต้องการสูงสุดของมนุษย์ที่คนส่วนมากอยากจะเป็นอยากจะได้ และพยายามแสวงหาให้ได้ เพื่อจะได้รับการยกย่องเป็นบุคคลพิเศษปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543, น. 224-226) ได้กล่าวถึง แรงจูงใจทางสังคมว่ามีอยู่ 5 ประการ คือ

- 1) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (achievement motive)
- 2) แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ (affiliation motive)
- 3) แรงจูงใจใฝ่ก้าวร้าว (aggression motive)
- 4) แรงจูงใจใฝ่อำนาจ (power motive)
- 5) แรงจูงใจใฝ่พึ่ง (dependency motive)

แรงจูงใจที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งจะช่วยให้เขามีการพัฒนาในการเรียน ประสบความสำเร็จในการเรียน การทำงานและการดำรงชีวิตในอนาคต

Scott (1970, p. 124) ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

- 1) งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว งานนั้นจะมีความหมายสำหรับผู้ทำ
- 2) งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

3) เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงาน มีลักษณะดังนี้

3.1) คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย

3.2) ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานได้โดยตรง

3.3) งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจจะมีมากขึ้นเพียงใดขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจที่มีอยู่ เมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกเรียนตามความสนใจ และสามารถเลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่ผู้เรียนถนัดและสามารถค้นหาคำตอบได้ จะเกิดความพึงพอใจกับความสำเร็จในกิจกรรมเหล่านั้นมากขึ้น

2.7.3 การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เป็นการวัดความรู้สึกพอใจหรือรู้สึกชอบของผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ว่ามีมากขึ้นเพียงใด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (พูลทรัพย์ นาคณา, 2544, น. 144-146)

2.7.3.1 ประเภทของแบบวัดด้านเจตพิสัย

แบบวัดด้านเจตพิสัยเป็นแบบที่ใช้วัดความรู้สึกนึกคิดของบุคคล โดยวัดในรูปแบบวัดเจตคติ แบบวัดความพึงพอใจ แบบวัดความสนใจ แบบวัดค่านิยม เป็นต้น ซึ่งมักเขียนในรูปของมาตราประมาณค่า ซึ่งจะมีทั้งแบบวัดที่เป็นเครื่องมือมาตรฐาน และเครื่องมือเฉพาะกิจ

2.7.3.2 รูปแบบของการวัด

การเขียนข้อคำถามมีหลายแบบ แต่ที่นิยมสร้างกันมี 2 แบบได้แก่

1) แบบวัดตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert) เป็นแบบวัดการประมาณค่ารวม (The method of summated rating) และใช้หน่วยความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นเกณฑ์การประเมินความเข้มของทัศนคติ ความเห็น หรือเจตคติที่ดีต่อเรื่องต่าง ๆ ซึ่งสามารถถามได้ทั้งเชิงสนับสนุน และไม่สนับสนุน ในการให้ค่าน้ำหนักคะแนนสำหรับที่เป็นข้อความสนับสนุนจะให้คะแนนที่แตกต่างกับข้อความที่ไม่สนับสนุน การให้คะแนนสำหรับข้อความสนับสนุน

การให้คะแนน

สำหรับข้อความสนับสนุน

เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ 5 คะแนน

เห็นด้วย ให้ 4 คะแนน

ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน
สำหรับข้อความไม่สนับสนุน	
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน

2) แบบวัดของออสกู๊ด (Osgood) เป็นแบบวัดที่อาศัยการจำแนกความหมายของคำ (semantic differential scales) หรืออาศัยคำเป็นตัวเร้าในการอธิบายคุณลักษณะของมโนภาพที่ต้องการวัดโดยใช้คุณศัพท์ใน 3 ลักษณะดังนี้คือ

2.1) ด้านการประเมินค่า (evaluative factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่ใช้ในการประเมินผล เช่น ดี-เลว, ชอบ-เกลียด, สวย-จี๋เหล่ เป็นต้น

2.2) ด้านศักยภาพ (potency factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่เกี่ยวกับพลังหรือกำลังงาน เช่น หนัก-เบา, ใหญ่-เล็ก เป็นต้น

2.3) ด้านกิจกรรม (activity factor) เป็นคำคุณศัพท์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว หรือกิจกรรม เช่น เร็ว-ช้า, ฉลาด-โง่ เป็นต้น

โดยทั่วไปมาตรวัดตามแนวคิดของออสกู๊ดจะเป็น 7 scales อย่างไรก็ตามในการใช้การวัดตามแนวคิดของออสกู๊ดนี้ การเลือกคำคุณศัพท์มาถามจะต้องมากกว่า 4 คู่ขึ้นไปจึงจะทำให้แบบวัดมีความเชื่อมั่นสูง

2.7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

สุรเดช ศรีทา(2558) ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียน และความพึงพอใจของครูและนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า ด้วยระบบศูนย์กลางสื่อการเรียนดิจิทัลผ่านแท็บเล็ตพีซีกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 257 คนและครูจำนวน 5 คน ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาแห่งหนึ่ง โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 25 ข้อ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 เพื่อประเมินผลการเรียนรู้และใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แล้ววิเคราะห์โดย

การแจกแจงความถี่และหาค่าเฉลี่ย ส่วนการแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 15.5 จากคะแนนเต็ม 25 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยตัวชี้วัดชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตราฐานว.5.1 สาระที่รพลังงานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือตัวชี้วัดที่ 3 การคำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยมีระดับคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 5.9 จากคะแนนเต็ม 9 ในส่วนของความพึงพอใจ พบว่าครูและนักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยให้ความคิดเห็นว่าการใช้แท็บเล็ตพีซีสามารถทำให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาเรื่องการยวบวงจร และเซลล์ไฟฟ้าเคมีและ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น

พระมานพ วนธมฺโม (สัจจรักษ์) (2559) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของ พระสอนศีลธรรมในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของนักเรียนผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 59.00 มีอายุ 11 – 15 ปี จำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 เรียนระดับชั้น ม. 1-31 จำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 มี วุฒิธรรมศึกษาระดับประถมศึกษาตรี จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 35.40 2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิชา พระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากทุกด้าน อันดับแรกคือ ด้านเทคนิคและวิธีการสอน รองลงมาคือ ด้านการวัดผลและประเมินผล และอันดับสุดท้ายคือ ด้าน การเตรียมการสอน 3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า นักเรียนที่มีปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับชั้น และระดับชั้นประถมศึกษา ต่างกัน มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของพระสอนศีลธรรมใน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี โดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมหมาย เปียถนอม(2551) ได้วิจัยเรื่องความพึงพอใจของนักศึกษาในการได้รับการบริการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมผลการวิจัยพบว่า 1) การบริการด้านวิชาการ อยู่ในระดับปานกลาง ค่าระดับความพึงพอใจเป็น 3.24 (จากคะแนนเต็ม 5) โดยเรียงจากมากไปหาน้อย คือ การลงทะเบียนเรียน (3.30) การขอคำร้องเกี่ยวกับงานวิชาการ (3.23) และการติดตามผลการเรียน (3.19) 2) การบริการด้านกิจการนักศึกษา อยู่ในระดับปานกลาง ค่าระดับความพึงพอใจเป็น 3.28 โดยเรียงจากมากไปหาน้อย คือ

การจัดกิจกรรมต่าง ๆ (3.30) การจัดแข่งขันกีฬา (3.30) และทุนการศึกษา (3.22) 3.) การบริการด้านอาคารสถานที่ อยู่ในระดับปานกลาง ค่าระดับความพึงพอใจเป็น 3.02 โดยเรียงจากมากไปน้อย คือ การใช้ห้องเรียน (3.34) การใช้ห้องน้ำ – ห้องส้วม (สุขา) (2.89)และการใช้สนามกีฬา (2.83)โดยภาพรวมแล้วความพึงพอใจของนักศึกษาในการได้รับการบริการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อยู่ในระดับปานกลาง ค่าระดับความพึงพอใจเป็น 3.18 หรือ ระดับ 3

สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์(2560) ได้ศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้การสอนแบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง เครื่องมือวิจัยที่ใช้คือแบบสอบถามความพึงพอใจที่สอบถามข้อมูล 4 ด้าน คือ ด้านปัจจัยและสภาพแวดล้อม ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต และด้านผลลัพธ์ การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำโดยใช้วิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป และในการแปรผลระดับความพึงพอใจใช้วิธีการแปรผลตามเกณฑ์ของลิเคิร์ต (Likert scale) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวมจำนวน 117 คน มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้การสอนแบบ 4 MAT เฉลี่ยอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.38$ และ S.D. = 0.70)

สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ(2555) ได้วิจัยเรื่องความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการด้านการจัดการศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดตรัง ผลของการวิจัยพบว่า 1) สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม จากกลุ่มตัวอย่าง 120 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็น นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 2 โดยกำลังศึกษาอยู่ สาขาวิชาบริหารการศึกษามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ สาขาวิชารัฐศาสตร์ 2) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการด้านการจัดการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดตรัง นักศึกษาระดับปริญญาโท มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากและเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก 3) ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาโทที่จำแนกระดับชั้นปี ต่างกัน พบว่ามีความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านการจัดการศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดตรัง โดยภาพรวมและรายด้าน ไม่แตกต่างกัน 4) ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาโทที่มี สาขาวิชาต่างกัน พบว่ามีความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านการจัดการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดตรัง โดยภาพรวมและรายด้าน ไม่แตกต่างกัน 5)ความพึงพอใจความคิดเห็นของนักศึกษาระดับปริญญาโทที่มีต่อการให้บริการด้านการจัดการศึกษา จำแนกรายด้าน 4 ด้าน พบว่า ด้านบริการวิชาการนักศึกษา ได้ให้ข้อเสนอแนะ ด้านการขอเอกสารหรือหนังสือรับรองต่าง ๆ มีความล่าช้า

(การขอเอกสารสำคัญทางการศึกษาต้องส่งเอกสารไปยังส่วนกลาง) ด้านห้องสมุดอัตโนมัติให้นักศึกษาให้ข้อเสนอแนะ ต้องการหนังสือตำราและเอกสารอ้างอิง ที่ทันสมัยและมีจำนวนเพียงพอกับความต้องการของนักศึกษา ด้านระบบสื่อการเรียนการสอนไม่มีข้อเสนอแนะ ด้านอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อมนักศึกษา ได้ให้ข้อเสนอแนะ ด้านสถานที่จอดรถไม่เพียงพอกับจำนวนรถที่เข้าติดต่อ ห้องน้ำไม่ถูกสุขลักษณะ (ไม่สะอาด)



บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” นี้ ใช้วิธีดำเนินการวิจัยโดยกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีกระบวนการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยการศึกษานำร่อง

ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างกรอบแนวคิดของงานวิจัย ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารวางแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีแนวทางการพัฒนาการขับเคลื่อนแผนการศึกษาแห่งชาติในระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

วางแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีกรอบเป้าหมายและทิศทางการจัดการศึกษาของประเทศเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียน จากสภาพความท้าทายที่เป็นพลวัตของโลก

ศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นแรงกดดันภายนอก จากการเปลี่ยนแปลงของบริบทเศรษฐกิจและสังคมโลก ที่เกิดจากการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) การเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรม 4.0 (The Fourth Industrial Revolution) อีกทั้งผลกระทบของการเป็นประชาคมอาเซียน และความต้องการกำลังคนที่มีทักษะในศตวรรษที่ 21 การเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศที่ส่งผลให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลายและเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว รวมทั้งระบบการศึกษาไทยที่ได้รับผลกระทบทั้งในด้านปัญหาคุณภาพและมาตรฐานการจัดการศึกษาในทุกระดับปัญหาสำคัญที่เป็นจุดอ่อนของระบบการศึกษาและการพัฒนาบุคลากร ได้แก่ด้านวิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ เทคโนโลยี และการบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษาที่ยังไม่เหมาะสม ขาดความคล่องตัว ยังมีความเหลื่อมล้ำในด้าน โอกาสและความเสมอภาคทางการศึกษา จากปัญหาผลการประเมิน PISA และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐาน ซึ่งการที่นักเรียนได้คะแนนน้อยนั้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังเป็นปัญหาสำคัญสำหรับระบบการศึกษาไทยทั้งในเรื่องของครูผู้สอน ทรัพยากรการเรียน และการจัดการเรียนต่าง ๆ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแสดงถึงปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายของระบบการศึกษาไทยได้ โดยเฉพาะการสร้างความรู้และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนยังไม่ได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความสามารถในการคิดอีกทั้ง การจัดการเรียนรู้ทั้งระบบยังเน้นท่องจำมากกว่าการสอนให้คิดเพื่อแก้ปัญหา (วิทยากร เชียงกูล, 2562)

ดังนั้นแผนการศึกษาแห่งชาติ ได้กำหนดกรอบเป้าหมายและทิศทางการจัดการศึกษาของประเทศเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียน เน้นความสำคัญทั้งความรู้และการจัดกระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการ มีการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ต้องฝึกทักษะ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหาโดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องพัฒนาคุณภาพของคนไทยให้เป็นผู้มีความรู้ คุณลักษณะ และสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (The 21st Century Learning) โดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) สามารถพัฒนาศักยภาพและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต เพื่อสร้างความมั่นคงแก่ประเทศไทย โดยสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ และสังคมคุณธรรม จริยธรรมที่คนไทย ให้มีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของประเทศต่อไป

1.2 ศึกษาสภาพและสำรวจความต้องการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 9 แห่ง ประกอบด้วย โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยรัฐบาล

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สอนมากกว่า 3 ปี โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยรัฐบาล เขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง(Purposive Sampling) จำนวน 9 คน และนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัย กลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ เขตกรุงเทพมหานคร กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง(Purposive Sampling) จำนวน 30 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้สอนและ นักเรียน เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญและองค์ประกอบที่จำเป็นของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านวิธีสอน ด้านเนื้อหาเพื่อนำไปจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นคำถามเพื่อสอบถามความคิดเห็น

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้สอนและนักเรียนตามขั้นตอนต่อไปนี้

- จัดส่งแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

- ผู้วิจัยรวบรวมเอกสารแบบสอบถาม

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากผู้ตอบแบบสอบถามโดยการหาความถี่และร้อยละ

- วิเคราะห์สภาพและความต้องการการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้สอนและนักเรียนโดยการหาค่าเฉลี่ย

- วิเคราะห์ข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถามและเชื่อมโยงการวิเคราะห์เนื้อหา(Content Analysis)

1.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- ความถี่ และร้อยละ
- ค่าเฉลี่ย

1.3 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์หลักการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสาน โลกจริง รวมทั้งแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัย และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถการคิดอย่างมี วิจารณญาณและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เพื่อนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ กำหนดแนวทางใน การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการ จุดมุ่งหมาย และ โครงสร้างของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีที่ เกี่ยวข้อง ทั้งในด้านเครื่องมือและวิธีการประเมิน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

การดำเนินการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสมผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหามี รายละเอียดดังนี้

2.1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาทบทวนข้อมูลพื้นฐานด้านต่างที่เกี่ยวข้องและจากการวิเคราะห์จาก ขั้นตอนที่ 1 ทั้งด้านการจัดการเรียนรู้ แนวคิดและทฤษฎีความต้องการรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา องค์ประกอบและรายละเอียดกระบวนการด้านการจัดการ เรียนรู้

2) กำหนดผลลัพธ์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

3) สังเคราะห์ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้ กำหนดองค์ประกอบและรายละเอียดของการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และมีความสัมพันธ์กันชัดเจนเข้าใจง่าย นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา(Content Validity) การใช้ภาษาและนำรวมทั้งความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พิจารณาความเหมาะสมตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และประเมินความสอดคล้องของแผนการสอน ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านและนำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่

ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลก จริง	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง					รูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์					ความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	สรุปรวมความสอดคล้อง	
	ทฤษฎีทางทฤษฎี	ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ	ทฤษฎีการสร้างความรู้	ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างโครง สร้างความรู้	ทฤษฎีการเชื่อมโยงของซอร์นโดลล์	เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลก จริง	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ	การจัดการเรียนรู้แบบโครงสร้าง ความรู้ด้วยตนเอง	การจัดการเรียนรู้แบบโลกใช้ปัญหา เป็นฐาน	การจัดการเรียนรู้แบบแบบ กระบวนการสืบเสาะ				
ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation)				✓	✓		✓		✓	✓				5
ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา (Problem Statement)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป(Conclusion)		✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓			8

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation) ขั้นตอนเตรียมความพร้อมด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นเพื่อสร้างแรงจูงใจภายใน (Self-Motivation) ทักษะการคิดพื้นฐานและทบทวนความรู้เดิมที่ต้องใช้เพื่อเรียนรู้เนื้อหาใหม่ แจ่มชัดประสงค์ในการเรียน ชี้แนะแนวทางการมองเห็นประโยชน์ความสำคัญของเนื้อหาที่เรียน โดยขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องสร้างแรงกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนการการเรียนรู้ มีความสนใจ มีความพร้อมและกระตือรือร้นมองเห็นความสำคัญในเนื้อหาที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา(Problem Statement) ขั้นตอนนำเสนอกิจกรรมเพื่อให้เกิดกระบวนการคิด ตระหนักในสถานการณ์ปัญหา สืบหาและทำความเข้าใจให้ครอบคลุมทุกด้าน โดย

ต้องอาศัยทักษะการคิด ในขั้นนี้ผู้สอนต้องฝึกทักษะการคิดขั้นสูง อาศัยความรู้เป็นสื่อในการพัฒนาความสามารถในการคิด

ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ขั้นการกระตุ้นผู้เรียนเพื่อนำพาไปสู่การค้นพบโดยสำรวจ ค้นคว้าและหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยวิธีการคิดและวิธีการสอนแบบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหาพร้อมกับสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและคุณลักษณะของผู้เรียน นำไปสู่การค้นพบ แนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice) ขั้นเน้นพัฒนาความสามารถในการคิดใช้หลักการการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ฝึกทักษะเป็นกลุ่ม เป็นคู่ หรือรายบุคคล ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา ช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยยึดหลักของกฎการฝึกหัด ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกความรู้กระบวนการคิดสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยการวางแผน ตรวจสอบและลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล คำอธิบายของสถานการณ์ของปัญหาด้วยตนเองโดยผู้สอนทำการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ความคิดเพื่อวางแผนการทำงานให้มีความหลากหลาย ก่อนที่ผู้เรียนจะอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยใช้รูปแบบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหา และผู้สอนต้องทำการสังเกตประเมินผลการทำงาน และการใช้สื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหารวมทั้งคอยช่วยเหลือ ควบคุม ส่งเสริมแนวทางชี้แนะให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้ตามเป้าหมายของกระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป (Conclusion) ขั้นตอนสรุปทำความเข้าใจสาระสำคัญโดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายสรุปและเชื่อมโยงความรู้ ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับเพื่อนและผู้สอน ฝึกการนำความรู้และทักษะมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้นำเสนอมานั้น ผู้วิจัยได้มีการผสมผสานและประยุกต์แนวความคิดที่สำคัญต่าง ๆ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สื่อการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างกรอบแนวคิดจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง พลังงานไฟฟ้า และนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาแก้ไข จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดและ วัตถุประสงค์ของการวิจัยและประเมินตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ท่าน ได้ผลการ ประเมิน พบว่าผลการตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนี ความสอดคล้อง 0.80-1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ง หน้า 276)

2.2 เครื่องมือประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

2.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง

2.1.1.1 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1) ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ ทฤษฎีเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิด กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการ ความสามารถการคิดแก้ปัญหา

2) วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดองค์ประกอบ และสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

3) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน คือวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพลังงานไฟฟ้า

ลำดับที่	ชื่อเรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
1.	วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	6
2.	วงจรไฟฟ้าในบ้าน	6
3.	พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	5
4.	วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	7
รวม		24

โครงสร้างเนื้อหาของเรื่องพลังงานไฟฟ้า 4 หน่วยมีรายละเอียดดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น (6 ชั่วโมง)

เรียนรู้วงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม โดยนำหลักการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานมาผสมผสานกัน หากกระแสไฟฟ้าไหลได้ไม่ครบวงจร หลอดไฟจะไม่สว่าง เรียกวงจรลักษณะนี้ว่าวงจรเปิด หากต่อวงจรไฟฟ้าแล้วมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้จนครบวงจร หลอดไฟก็จะสว่าง เรียกวงจรลักษณะนี้ว่าวงจรปิด วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งพลังงาน อุปกรณ์ไฟฟ้า และ สายไฟ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 วงจรไฟฟ้าในบ้าน (6 ชั่วโมง)

เรียนวงจรไฟฟ้าในบ้านมีส่วนประกอบหลักคือแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนใหญ่จะเป็นการต่อแบบขนาน การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านแบบอนุกรม ความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้าจะมากขึ้น ทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าลดลง จนอาจทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นไม่สามารถทำงานได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า (5 ชั่วโมง)

เรียนรู้การคำนวณความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า หาค่าพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เพื่อคำนวณหาค่าไฟฟ้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (7 ชั่วโมง)

เรียนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร ไฟฟ้าแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ล้วนมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

3.1) วัตถุประสงค์ของเรื่องและวัตถุประสงค์ของการสอนที่มุ่งให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ สะท้อนถึงความรู้ความสามารถอันเป็นผลจากการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation)

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา(Problem Statement)

ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment)

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป (Conclusion)

3.2) การวัดและประเมินผล ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ใช้ในการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 สูงกว่าระดับความสอดคล้องที่กำหนดว่ายอมรับได้ ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ง หน้า 278)

3.3) นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มนำร่อง

2.1.1.2 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนผสานโลกจริง (AR) และคู่มือผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง(AR) ออกแบบสื่อโดยแนวคิด ADDIE model เรื่องวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 4 แผน โดยกิจกรรมเรียนรู้หลักคือ ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) โดยมีขั้นตอนการทำสื่อเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ดังนี้

ขั้นที่ตอน 1 คือ การวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา สำหรับขั้นตอนการออกแบบการสอน สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนผสานโลกจริง (AR)

ขั้นที่ตอน 2 คือ การออกแบบ (Design) กำหนดโครงร่างวิธีการให้บรรลุถึงเป้าหมายการสอน ซึ่งได้รับการวินิจฉัยในระหว่างขั้นตอนการวิเคราะห์ ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้

1. การออกแบบ Courseware (การออกแบบบทเรียน) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงปฏิบัติ เนื้อหา แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) สื่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) วิธีการนำเสนอแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

2. การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้อินเตอร์แอคทีฟ (Storyboard)

3. การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) บนอุปกรณ์แท็บเล็ตและสมาร์ทโฟน (Screen Design) การออกแบบหน้าจอภาพ หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่น ๆ บนอุปกรณ์แท็บเล็ตและสมาร์ทโฟน สิ่งที่ต้องพิจารณา มีดังนี้

- การกำหนดความละเอียดของภาพบนอุปกรณ์ (Resolution)
- การจัดพื้นที่สัดส่วนของภาพแต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ
- การเลือกรูปแบบและขนาดตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- การกำหนดสี ได้แก่ สีของฉากหลัง (Background), สีของตัวอักษร

(Font Color), สีของภาพ เป็นต้น

4. การกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

ขั้นที่ตอน 3 การพัฒนา (Development) ขั้นตอนการสร้างและเขียนโปรแกรมและคู่มือประกอบการจัดการเรียนรู้

1. การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้

- การเตรียมข้อความการเตรียมภาพ
- การเตรียมเสียง
- การเตรียมโปรแกรมจัดการเรียนรู้

2. การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และส่วนอื่นเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการ เพื่อเปลี่ยน Storyboard ให้กลายเป็นสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR)

การสร้างคู่มือประกอบการจัดการเรียนรู้ หลังจากพัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นต่อไปจะเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของเนื้อหา

ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ประเมินความสอดคล้องของรูปแบบสื่อ ด้วยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ใช้ในการเลือกแบบเจาะจงประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60- 1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 283) สูงกว่าระดับความสอดคล้องที่กำหนดว่ายอมรับได้ทุกแผนการจัดการ

เรียนรู้ และตรวจสอบประเมินคุณภาพโดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพเป็นแบบมาตร ประมาณค่า 5 ระดับ(Rating Scale) พบว่า คะแนนในภาพรวมทั้ง 5 ด้านได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 (ภาคผนวก ง หน้า 285)

เกณฑ์ค่าเฉลี่ยการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง (AR)

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมดี

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ทั้งนี้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง (AR) ต้องผ่านเกณฑ์ความเหมาะสมใน ระดับดี ผลการประเมินคุณภาพประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบประเมินคุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง (AR) ตลอดจนข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ง หน้า 287) พบว่า คุณภาพสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง (AR) ได้ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.50 เมื่อพิจารณาในรายด้าน พบว่า 1) ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ มีคะแนนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 4.56 มีความเหมาะสมดีมาก 2) ด้านการออกแบบหน้าจอ มีคะแนนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 4.85 มีความเหมาะสมดีมาก 3) ด้านการใช้สื่อมัลติมีเดีย คะแนนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 มีความเหมาะสมดีมาก 4) ด้านการปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน คะแนนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 4.52 มีความเหมาะสมดีมาก และ 5) ด้านการประเมิน มีคะแนนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 4.06 มีความเหมาะสมดี

3. หาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง (AR) โดยทำการทดลองมีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพดังนี้

3.1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสถานศึกษาเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิต วัดพระศรีมหาธาตุมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) รวม 39 คน โดย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างการศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน รวม 3 คน

2) กลุ่มตัวอย่างการศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 2 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 2 คน รวม 6 คน

3) กลุ่มตัวอย่างการศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 3 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลองจริง โดยการเลือกการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) นักเรียนจำนวน 30 คน

2.1.1.3 ขึ้นนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยการทดลอง 3 ขั้นตอนดังนี้

1) การศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 นำรูปแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 3 คน นักเรียนที่มีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน โดยผู้เรียน 1 คน ต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องหรือแท็บเล็ตหรือสมาร์ตโฟน ทำการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ ที่สร้างขึ้น โดยสอบถามและสังเกตปฏิบัติการระหว่างการศึกษ บันทึกรายชื่อพร้อมและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงรูปแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ให้ดีขึ้น โดยการทดลองครั้งนี้ สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ดำเนินการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้นจากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จะต้องมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70/70 ผลการทดสอบระหว่างเรียนคะแนนเต็ม 45 คะแนน คะแนนรวม 95 คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 31.66 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.37 (E1) และผลการทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนรวม 63 คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 21.0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70 (E2) พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 70.37/70 (ภาคผนวก ง หน้า 299) แสดงว่า สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่สร้างขึ้น และนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่าประสิทธิภาพเกณฑ์กำหนดไว้ที่ 70/70

จากการเก็บข้อมูลการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้สอบถามนักเรียนและสังเกตของผู้วิจัยพบว่า สิ่งที่ต้องปรับปรุงคือการเลือกใช้สีของตัวอักษรให้เหมาะสมกับผู้เรียนและสีของอักษรบนพื้นที่ยืดหยุ่น โดยให้สีของอักษรเข้มง่ายต่อการอ่านและชัดเจน ด้านการจัดกระบวนการจัดการเรียนการสอน ในประเด็นปัญหากิจกรรมการเรียนรู้ กับแนวคำถามบางประเด็นไม่สอดคล้องกัน รูปแบบการเรียนการสอนยังไม่น่าสนใจ เท่าที่ควร ประเด็นการปรับปรุงคือ จัดการเรียนการสอน ที่ต้องมีความเหมาะสม โดยจัดเป็นกลุ่มร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ปัญหาที่พบ และข้อสงสัยต่าง ๆ นำผลดังกล่าวแล้วไปปรับปรุงแก้ไขในจุดที่บกพร่องให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เพื่อนำไปทดลอง ประสิทธิภาพครั้งที่ 2 กับกลุ่มผู้เรียน ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ต่อไป

2) การศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 2 นำรูปแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 6 คน โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 2 คน โดยผู้เรียน 1 คน ต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องหรือแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน ทำการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ ที่สร้างขึ้น โดยสอบถามและสังเกตดูปฏิริยาระหว่างการศึกษา บันทึกข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุง โดยการทดลองครั้งนี้ สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ดำเนินการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้นจากการนำข้อมูลวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จะต้องมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 75/75 ผลการทดสอบระหว่างเรียนคะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนรวม 205 คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 34.17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.9 (E1) และผลการทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนรวม 137 คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 22.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.11 (E2) พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 75.9/76.11 (ภาคผนวก ง หน้า 301) แสดงว่า สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่สร้างขึ้น และนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่าประสิทธิภาพเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 75/75

3) การศึกษาประสิทธิภาพครั้งที่ 3 นำรูปแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ปี 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน โดยผู้เรียน 1 คน ต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องหรือแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน การทดลองครั้งนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ จะต้องมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ผลการทดสอบระหว่างเรียนคะแนนเต็ม 45 คะแนน คะแนนรวม 1,098 คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 36.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.33 (E1) และผลการทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนรวม 730

คะแนน ได้ค่าเฉลี่ย 24.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.11 (E2) พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 81.33/81.11 (ภาคผนวก ง หน้า 301) แสดงว่า สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ที่สร้างขึ้น และนำไปใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนดไว้ที่ 80/80

ขั้นที่ตอน 4 การนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนการดำเนินการ นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้ทดลองการเรียนรู้ออนไลน์เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องมือต่อไป

ขั้นที่ตอน 5 การประเมินผล (Evaluation) การประเมินหลังการเรียนรู้ออนไลน์ เมื่อผู้เรียนได้เรียนด้วยสื่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาคำถามที่เกิดขึ้นเป็นการประเมินผลเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในการนำไปใช้ทดลองต่อไป

2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดความพึงพอใจของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1.1.4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวน 30 ข้อเป็นแบบทดสอบปรนัยซึ่งประกอบข้อคำถาม 4 ตัวเลือก

1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551

2) ศึกษาจุดประสงค์ คำอธิบาย และมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3) สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 43 ข้อเป็นแบบ วัดแบบปรนัยซึ่งประกอบข้อคำถาม 4 ตัวเลือกให้ครอบคลุมเนื้อหาตามตัวชี้วัด มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

4) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการให้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ท่าน ตรวจสอบความ

เที่ยงตรงของเนื้อหา(Content Validity) และการใช้ภาษารวมทั้งความสอดคล้องของแบบทดสอบ พิจารณาความเหมาะสมตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผลประเมินแบบวัดพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 จำนวน 30 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 288) จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบวัดตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเนื้อหา แล้วปรับปรุงเนื้อหาความถูกต้อง แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทดลองกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) จำนวน 45 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบ จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดเพื่อหาค่าดัชนีความยาก (Difficulty Index) และค่าดัชนีค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) โดยพิจารณาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อที่มีดัชนีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และมีค่าดัชนีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้น ไปพบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก(p) ระหว่าง 0.20-0.77 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ได้ระหว่าง 0.27-0.73 จำนวน 27 ข้อ(ภาคผนวก ง หน้า 296)

6) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับด้วยวิธีการหาค่าความสอดคล้องภายใน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, น. 197-198) พบว่าข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92(ภาคผนวก ง หน้า 296)

7) ได้แบบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แบ่งตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 5 ด้าน คือความจำ จำนวน 15 ข้อ ความเข้าใจ จำนวน 6 ข้อ การนำไปใช้ จำนวน 4 ข้อ การวิเคราะห์ 1 ข้อ และการประเมินค่า จำนวน 1 ข้อ

2.1.1.5 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรูปแบบทดสอบ อัตนัยโดยมีองค์ประกอบและขั้นตอนตามแนวคิดของผู้วิจัยสังเคราะห์ในบทที่ 2 มีดังนี้

1) ศึกษารวบรวม เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2) กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3) สร้างแบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบอัตนัย โดยให้คะแนนตาม Rubric Score เพื่อวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้น

4) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้น ไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ประกอบ ด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา(Content Validity) และการใช้ภาษารวมทั้งความสอดคล้องของแบบแล้วนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 จำนวน 15 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 290) จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบวัดตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเนื้อหาแล้วปรับปรุงเนื้อหาความถูกต้อง แล้วนำแบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบ

6) นำคะแนนของนักเรียนที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรหาค่าสหสัมพันธ์(Correlation) ของ Pearson (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, น.85) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 (ภาคผนวก ง หน้า 298)

7) ได้แบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่พัฒนาคุณภาพแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน

2.1.1.6 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นรูปแบบทดสอบอัตนัยโดยมีองค์ประกอบและขั้นตอนตามแนวคิดของผู้วิจัยสังเคราะห์ในบทที่ 2 เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษารวบรวม เอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2) กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3) สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอัตนัยโดยให้คะแนนตาม Rubric Score เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น

4) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และการใช้ภาษารวมทั้งความสอดคล้องของแบบแล้วนำผลการประเมิน

ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 จำนวน 15 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 291) จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบวัดตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรง เนื้อหาแล้วปรับปรุงเนื้อหาความถูกต้อง แล้วนำแบบวัดความสามารถในด้านการคิดอย่างมี วิจัยญาณทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มา ตรวจสอบ

6) นำคะแนนของนักเรียนที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้ สูตรหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของ Pearson (สมนึก กัททิษณี, 2551, น.85) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.97 (ภาคผนวก ง หน้า 299)

7) ได้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่พัฒนาคุณภาพแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ข้อสอบชุด เดียวกัน

2.1.1.7 แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจัยญาณและ การแก้ปัญหาเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นโดยผู้วิจัยกำหนดประเด็นในการประเมินแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ 2) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาการสร้างแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีของ Best (1986, pp.181-182)

2) สร้างแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจัยญาณและ การแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 15 ข้อ แบบวัดความเหมาะสมของได้กำหนดน้ำหนักความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 103)

ระดับความพึงพอใจ	มากที่สุด	5	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ	มาก	4	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ	ปานกลาง	3	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ	น้อย	2	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ	น้อยที่สุด	1	คะแนน

และนำคะแนนมาสรุปผลการประเมิน เมื่อได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละข้อ แล้ว นำมาเทียบกับเกณฑ์การประเมินผล ซึ่งมีการแปลผลตามระดับค่าเฉลี่ยจากอันตรภาคชั้น ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 - 5.00	นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 - 4.50	นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 - 3.50	นักเรียนมีความพึงพอใจระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 - 2.50	นักเรียนมีความพึงพอใจระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.50	นักเรียนมีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

3) นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้น ไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา(Content Validity) โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence : IOC) จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 – 1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 294) จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4) นำแบบวัดความพึงพอใจไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบ

5) นำข้อมูลจากแบบวัดความพึงพอใจมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.73

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดย การศึกษานำร่อง

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใน โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR)

2) คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR)

3) แผนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาฯ

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ใช้วัดผลในด้านความรู้ความเข้าใจ จำนวน 27 ข้อ

2) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย ใช้วัดการคิดการนิยามปัญหา การตัดสินใจข้อมูล จากการรวบรวม และจัดระบบข้อมูล และการสรุป มี 5 สถานการณ์ จำนวน 15 ข้อ

3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหามี 5 สถานการณ์ จำนวน 15 ข้อ

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ มีด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จากการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาฯ ที่ปรับปรุงแล้วไปศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 45 คน ใช้เวลาในการสอนจำนวน 28 ชั่วโมง โดยทดลองแบบกลุ่มเดียว (One Group Pretest-Posttest Design) โดยผู้สอน

3.3.2 ผู้สอนดำเนินการปฐมนิเทศผู้เรียน เพื่อทำความเข้าใจกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

3.3.3 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อนำไปประเมินผล

3.3.4 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาฯ หลังจาการศึกษา นำร่องไปปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษานำร่องชั้นมัธยมปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Pretest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว (Posttest)

3.4.2 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษานำร่องชั้นมัธยมปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Pretest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว(Posttest)

3.4.3 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษานำร่องชั้นมัธยมปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Pretest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว(Posttest)

3.4.4 ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษานำร่องชั้นมัธยมปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาไปทดลองใช้จริง

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ปรับปรุงจากการศึกษานำร่อง(Pilot Study) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีแบบแผนการทดลองและรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

4.1 แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยการทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว (The One – Group Pretest – Posttest Design) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2545, น.249) แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O1	X	O2

E แทนกลุ่มตัวอย่าง

O1 แทนการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

X แทนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

O2 แทนทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

4.2 ขอบเขตของการวิจัย

4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

1) ประชากรที่ใช้ในการสำรวจ

ประชากรที่ใช้ในการสำรวจ ได้แก่ ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้บริหารสถานศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสถานศึกษาเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 9 แห่ง ประกอบด้วย โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยศรีบูรพา

2) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต

แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 7 ห้อง นักเรียน 227 คน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจ คือผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้บริหารสถานศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน

4.2.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้าน

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

4.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Pretest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว (Posttest) และเปรียบเทียบกับคะแนนเกณฑ์ที่ร้อยละ 70

2) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Pretest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว(Posttest) และเปรียบเทียบกับคะแนนเกณฑ์ที่ร้อยละ 70

3) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Pretest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว(Posttest) และเปรียบเทียบกับคะแนนเกณฑ์ที่ร้อยละ 70

4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) การทดสอบค่าที (t-test Dependent Samples)
- 2) การทดสอบค่าที (One Sample t-test)

4.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.4.1 สถิติพื้นฐานมีดังนี้

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 306)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 307)

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

4.4.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1) ค่าดัชนีความเที่ยงตรง (Validity) โดยใช้สูตรการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 248-249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) ค่าความยากง่าย (Difficulty Index) คำนวณได้จากสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 182-187)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

3) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) คำนวณได้จากสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 182-187)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	R_L	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง

4) ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของเพียร์สัน (Pearson) คำนวณได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, ม.ป.ป. ข, น. 3) ดังนี้

$$R = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
N	แทน	จำนวนผู้เรียน
X	แทน	คะแนนของ X
Y	แทน	คะแนนของ Y

5) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson (KR-20)) คำนวณได้จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 215)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	r_u	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้น
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้น
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

6) ค่าความเชื่อมั่น เชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค คำนวณได้จากสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 200-201)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบสอบถาม
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมืออื่นที่จับ

4.4.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาคะแนนก่อนและหลังการทดลองใช้ การจัดการเรียนรู้ โดยการทดสอบค่าที (t – test for Dependent Samples) ตามสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.109-110)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

4.4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ความพึงพอใจกับคะแนนเกณฑ์โดยใช้การทดสอบค่าที (One Sample t – test) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, น.72)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประเมินแก้ไขและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการประเมินผลโดยรวมจากขั้นตอนทั้งหมดเพื่อทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ฯ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่โดยดำเนินการดังนี้

5.1 การประเมินข้อมูลเชิงปริมาณ

5.1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Prestest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว(Posttest) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (t – test for Dependent Samples)

5.1.2 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Prestest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว (Posttest) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (t – test for Dependent Samples)

5.1.3 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการทดลอง(Prestest) และหลังดำเนินการทดลองจนเสร็จสิ้นแล้ว(Posttest) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (t – test for Dependent Samples)

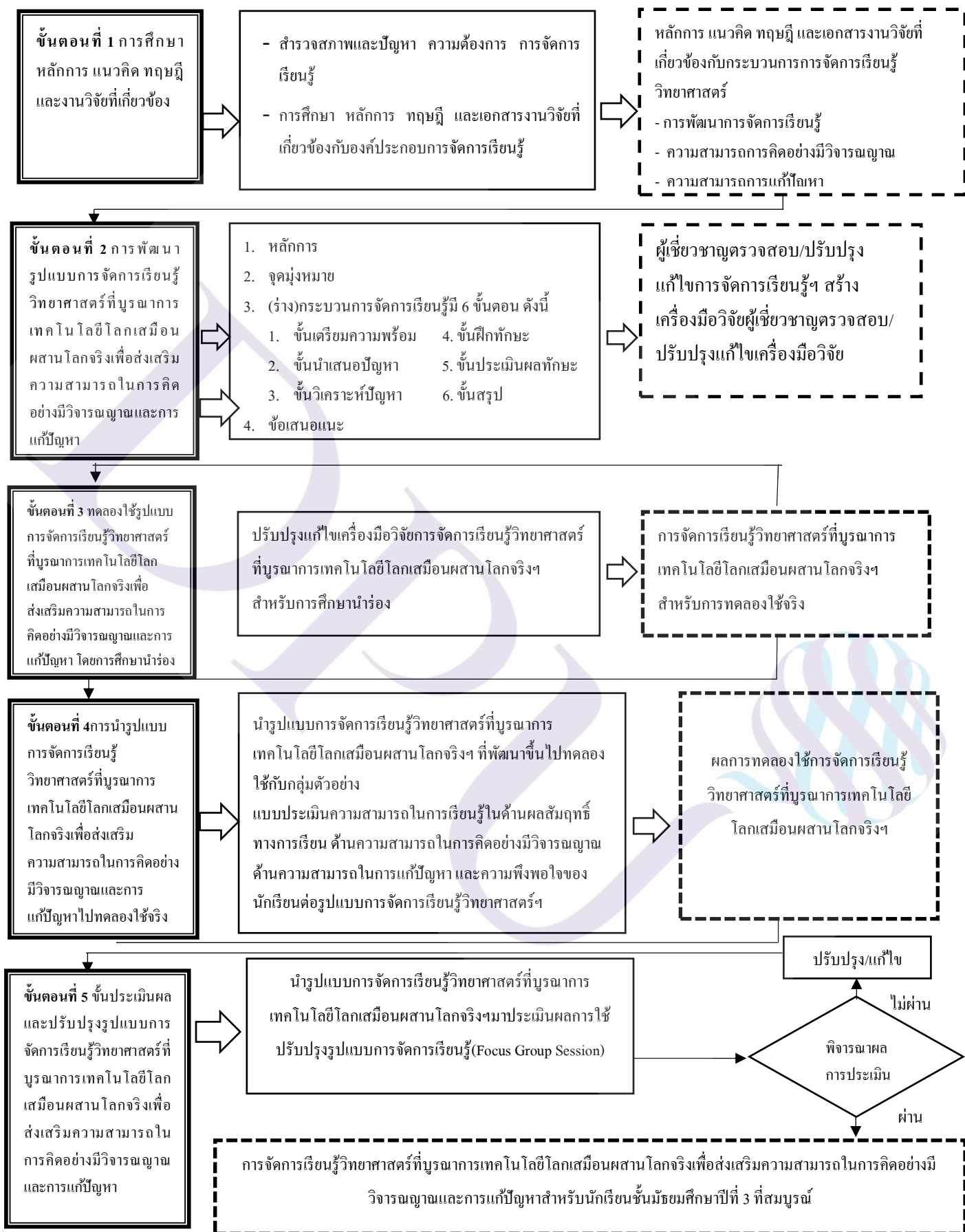
5.1.4 ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจกับคะแนนเกณฑ์โดยใช้การทดสอบทางสถิติ(One Sample t-test)

5.2 ผู้วิจัยได้เชิญผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยทางการศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านสารสนเทศและเทคโนโลยีมาสนทนากลุ่ม (Focus Group Session) เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิจัยพร้อมทั้งสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่

ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อมูลเชิงคุณภาพสำหรับการนำไปปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอีกครั้ง

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถสรุปลำดับขั้นตอนในการวิจัยได้ดัง รูปภาพที่ 3.1





ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” นี้ ใช้วิธีดำเนินการวิจัยโดยกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้มาวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและสำรวจความต้องการพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯ

ตอนที่ 4 ผลการประเมินและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลเพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวกยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ ที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

E1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
N	แทน	จำนวนผู้เรียน
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มประชากรตามลำดับ
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดหรือขนาดของกลุ่มตัวอย่างหรือประชากร
D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง

df	แทน	ชั้นความเป็นอิสระ
t	แทน	ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างและประชากรตามลำดับ
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผลการทดสอบสมมติฐาน
**	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติ .01

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพและสำรวจความต้องการพื้นฐาน

การศึกษาสภาพและสำรวจความต้องการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นกับผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ เขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ เขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวน ร้อยละ ข้อมูลพื้นฐานจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

ข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	20	51.30
หญิง	19	48.70
รวม	39	100.00
ตำแหน่ง		
บุคลากรทางการศึกษา	9	23.10
นักเรียน	30	76.90
รวม	39	100.00

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน	ร้อยละ
ทักษะที่ต้องการพัฒนา		
ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	18	46.15
ทักษะด้านการคิดแก้ปัญหา	16	41.02
ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม	5	12.83
รวม	39	100.00

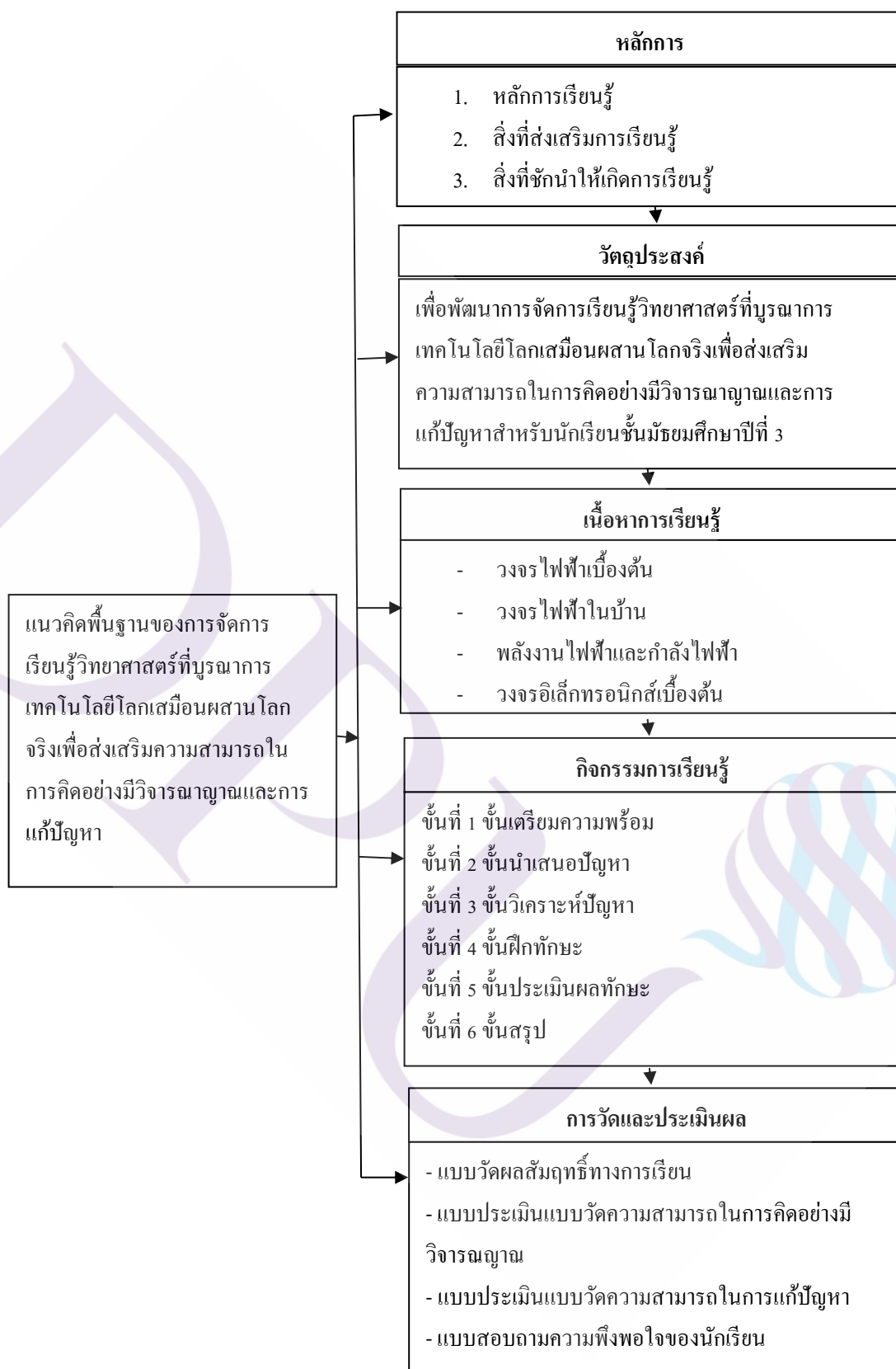
จากตาราง 4.1 จากการศึกษาสภาพและสำรวจความต้องการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯ จำนวน 39 คนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 64.10 และเพศชาย ร้อยละ 35.90 เป็นนักเรียน ร้อยละ 76.92 และเป็นอาจารย์ร้อยละ 23.07 ตามลำดับ โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้ ผู้สอนมีความต้องการที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะด้านการคิดแก้ปัญหา มีความต้องการมากที่สุดโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ต้องการพัฒนาทักษะให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยการจัดการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และความสนใจของผู้เรียน ด้านเนื้อหาสำคัญควรประกอบด้วย 1) เนื้อหาที่สำคัญและจำเป็นในการเรียนรู้ 2) การจัดสรรเนื้อหาและเวลาในหลักสูตร 3) กำหนดกรอบเนื้อหา 4) กำหนดทักษะที่จำเป็นและแนวทางการประเมินผล ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เน้นการวิเคราะห์ อย่างมีวิจารณญาณและเลือกการบริโภคข้อมูลสารสนเทศได้อย่างเหมาะสม โดยผู้สอนจะคอยอำนวยความสะดวก รวมทั้งประเมินผลทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียนหลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯ

2.1 การสร้างและออกแบบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการศึกษา ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง มาวิเคราะห์ร่วมกับการศึกษาสภาพและสำรวจความต้องการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับ นักเรียนมัธยมศึกษา ในชั้นตอนที่ 1 โดยนำทักษะที่มีความต้องการมากที่สุดคือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ไขปัญหา มาการออกแบบต้นแบบ โดยใช้แนวคิดของเควิน ครูส (Kevin Kruse, 2009, pp.1-20) 5 ขั้นตอน มาสร้างต้นแบบ ประกอบด้วย ขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการนำไปใช้ และขั้นตอนการประเมินผล โดยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ออกแบบสื่อโดยใช้แนวคิด ADDIE model เรื่องวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และคู่มือใช้เวลา 8 สัปดาห์ รวม 28 ชั่วโมง และประเมินผลจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ แสดงดังภาพที่ 4.1





ภาพที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ มีค่าค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ ใช้ได้ (ภาคผนวก ง หน้า 277)

ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้ (AR) ประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ภาคผนวก ง หน้า 285)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ

ตอนที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 27 ข้อ โดยทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังดำเนินการ โดยใช้ค่าที (t-test for Dependent Samples) แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ΣD	ΣD^2	df	t	p
ก่อนเรียน	36	27	12.28	1.84	349	3,497	35	32.28	.00
หลังเรียน	36	27	21.97	1.62					

**p < .01

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01(ภาคผนวก ง หน้า 303-305)

3.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์
เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์โดยนำคะแนน
เฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ฯ แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	Criteria score	df	t	p
หลังเรียน	36	27	21.97	1.62	18.90	35	11.37	.00

**p < .01

จากตารางที่ 4.3 พบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า
หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01(ภาคผนวก ง หน้า 306)

ตอนที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร
ณญาณของนักเรียน

ผู้วิจัยวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยแบบวัดความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ โดยทำการทดสอบ
ทั้งก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผล
การศึกษาก่อนและหลังดำเนินการโดยใช้ (t-test for Dependent Samples) แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางการเรียน
เรื่องพลังงานไฟฟ้า ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลก
เสมือนผสานโลกจริงๆ

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ΣD	ΣD^2	df	t	p
ก่อนเรียน	36	30	18.94	2.50	216	1,495	35	15.30	.00
หลังเรียน	36	30	24.94	1.90					

**p < .01

จากตารางที่ 4.4 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ภาคผนวก ง หน้า 307-309)

3.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์แสดงผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์

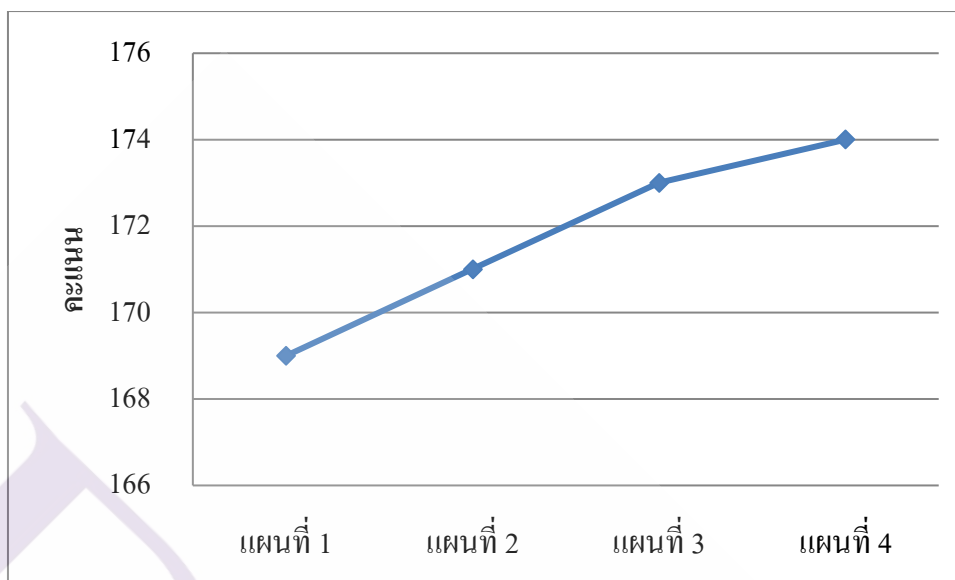
คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	Criteria score	df	t	p
หลังเรียน	36	30	24.94	1.81	21	35	13.13	.00

**p < .01

จากตารางที่ 4.5 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังสูงกว่าคะแนนเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ภาคผนวก ง หน้า 310)

3.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน จำแนกรายแผนการเรียนรู้อื่นที่ 1-4

ผู้วิจัย ประเมินพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน 3 ขั้นตอนคือ 1) การนิยามปัญหา 2) การตัดสินใจข้อมูล จากการรวบรวม และจัดระบบข้อมูล และ 3) การสรุป โดยทำการประเมินผู้เรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 จากนั้นนำคะแนน มาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อยืนยันสมมติฐานข้อที่ 2 แสดงผลดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงคะแนนพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

จากภาพที่ 4.2 ภาพรวมของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน จำแนกรายแผนการเรียนที่ 1-4 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง หน้า 312)

ตอนที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

3.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนเรื่องพลังไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ โดยทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังดำเนินการ โดยใช้ (t-test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงๆ

คะแนน	N	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ΣD	ΣD^2	df	t	p
ก่อนเรียน	36	30	12.25	1.88	353	3,592	35	10.30	.00
หลังเรียน	36	30	21.94	1.57					

**p < .01

จากตารางที่ 4.6 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ภาคผนวก ง หน้า 310-312)

3.3.2 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์แสดงผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์

คะแนน	N	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	Criteria score	df	t	p
หลังเรียน	36	30	21.94	1.57	21	35	3.62	.00

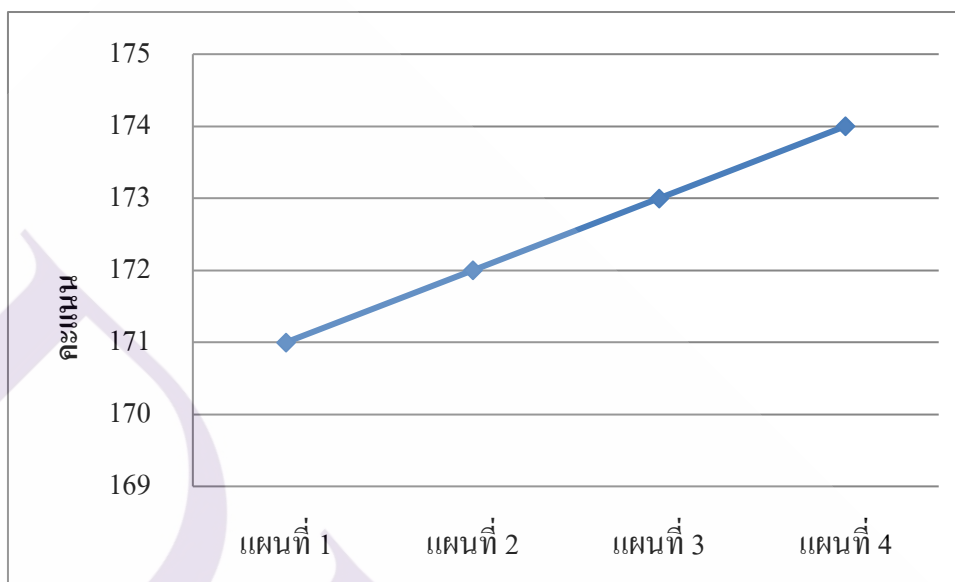
**p < .01

จากตารางที่ 4.7 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าคะแนนเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ภาคผนวก ง หน้า 313)

3.3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน จำแนกรายแผนการเรียนรู้อันที่ 1-4

ผู้วิจัย ประเมินพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงๆ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Score Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน 3 ขั้นตอนคือ 1) ระบุปัญหา 2) วิเคราะห์ปัญหา และ 3) แก้ปัญหา โดยทำการประเมินผู้เรียนในแผนการ

จัดการเรียนรู้ที่ 1-4 จากนั้นนำคะแนน มาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อยืนยันสมมติฐานข้อที่ 3 แสดงผลดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงคะแนนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

จากภาพที่ 4.3 ภาพรวมของคะแนนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ มีพัฒนาการในการแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง หน้า 314)

ตอนที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจฯ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ โดยทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังดำเนินการ โดยใช้ (t-test for Dependent Sample) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ฯ โดยเปรียบเทียบเกณฑ์

องค์ประกอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จำแนกรายด้าน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความเห็น	คะแนน เกณฑ์	t
1. ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.04	0.30	มาก	3.50	10.80**
2. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	4.22	0.31	มาก	3.50	13.94**
รวม	4.13	0.30	มาก	3.50	12.60**

** $p < .01$

ตารางที่ 4.8 พบว่าหลังจากที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01(ภาคผนวก ง หน้า 316)

ตอนที่ 4 ผลการประเมินและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ ผู้วิจัยสรุปผลการประเมิน ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนี้

ตอนที่ 4.1 ผลของการประเมินข้อมูลเชิงปริมาณ สรุปได้ดังนี้

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ นำมารวบรวมและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

4.1.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพลังงานไฟฟ้าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.1.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ

เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณเรื่องพลังงานไฟฟ้าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.1.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนก่อน และ
 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลก
 เสมือนผสานโลกจริงฯ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องพลังงานไฟฟ้าหลัง
 เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.1.4 ผลการคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนก่อน และหลังการจัดการ
 เรียนรู้ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลก
 จริงฯ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจมีระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับ .01

ตอนที่ 4.2 ผลการประเมินข้อมูลเชิงคุณภาพ สรุปได้ดังนี้

4.2.1 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะได้รับการจัดการ
 เรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ จาก
 การบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ความพึงพอใจและข้อเสนอแนะของนักเรียนต่อกิจกรรมการ
 จัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด
 อย่างมีวิจารณ์ญาณ และการแก้ปัญหา ของนักเรียนให้ดีขึ้นนั้น เทคนิคการ สอนในรูปแบบที่
 หลากหลายเช่น กระบวนการ เรียนรู้แบบร่วมมือ การใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด การอภิปรายกลุ่ม มีส่วน
 สำคัญในการจัดการเรียนรู้อย่างมาก เมื่อใช้สื่อสภาพจริง กระตุ้นความสนใจร่วมกับการใช้เทคนิค
 ที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้ที่ยั่งยืนมีพัฒนาการทางการอ่าน
 อย่างเห็นได้ชัด ดังคำกล่าวที่ว่า

“ผมชอบ ให้จัดเป็นกลุ่มนะครับ จะได้พูดคุย แลกเปลี่ยน เรียนรู้ กับเพื่อน สนุก ไม่แฉ่ง
 ด้วยครับ”

“อยากให้เรียนรู้ ไปด้วยกัน แบบเพื่อนช่วยเพื่อนนะครับ มันช่วยให้เราสนใจการเรียน
 มากกว่า เรียนคนเดียว คิดคนเดียว”

การใช้กิจกรรมการตั้งปัญหาสามารถเสริมกระบวนการคิดและใช้เหตุผล ทาง
 วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา กิจกรรมที่นักศึกษาชอบ มากที่สุด คือการสะท้อนความคิดเห็นและ
 ความต้องการว่า “อาจารย์ให้เวลาเรานำ พูดเข้ากระบวนการนานเกินไป” ในขณะที่บางคนกลับ
 บอกว่า “ระยะเวลาในการเรียนรู้น้อยเกินไป ทำให้ไม่ค่อยเข้าใจนัก”

2) ด้านการใช้สื่อการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า นักศึกษามีความ พอใจสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ที่บูรณาการ โลกเสมือนจริง ที่ใช้ในการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้และทักษะการอ่าน กระตุ้น ความสนใจให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความ เหมาะสมสอดคล้องกับวัย ดังนั้นการนำสื่อ สภาพจริงมาใช้เป็นตัวกลางในการพัฒนาผู้เรียน ให้เกิดทักษะ ความเข้าใจใน การอ่านและการเขียน เจริญสร้างสรรค์จะทำให้ นักเรียนเกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็วเกิดความ คิดสร้างสรรค์ เกิดจินตนาการ สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ไขปัญหา สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพของผู้เรียน ดังคำกล่าว

“ผมว่า เวลาเราเรียน เรื่องวิทยาศาสตร์ ก่อน ข้างเข้าใจยาก มองภาพ ไม่ออก พอใช้สื่อนี้ มันทำให้จำได้ไวขึ้น หลับตาก็เห็นภาพตามสื่อที่เรียน เลยครับ”

“สื่อนี้ ทำให้เราสนใจเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ยิ่งการใช้สื่อ แล้วไปอ่านหนังสือ ทำให้ เข้าใจเพิ่มมากขึ้น”

“ในช่วงที่เรียนรู้ การใช้สื่อ ทำให้เราค่อยๆ คิดตาม เป็นลำดับ”

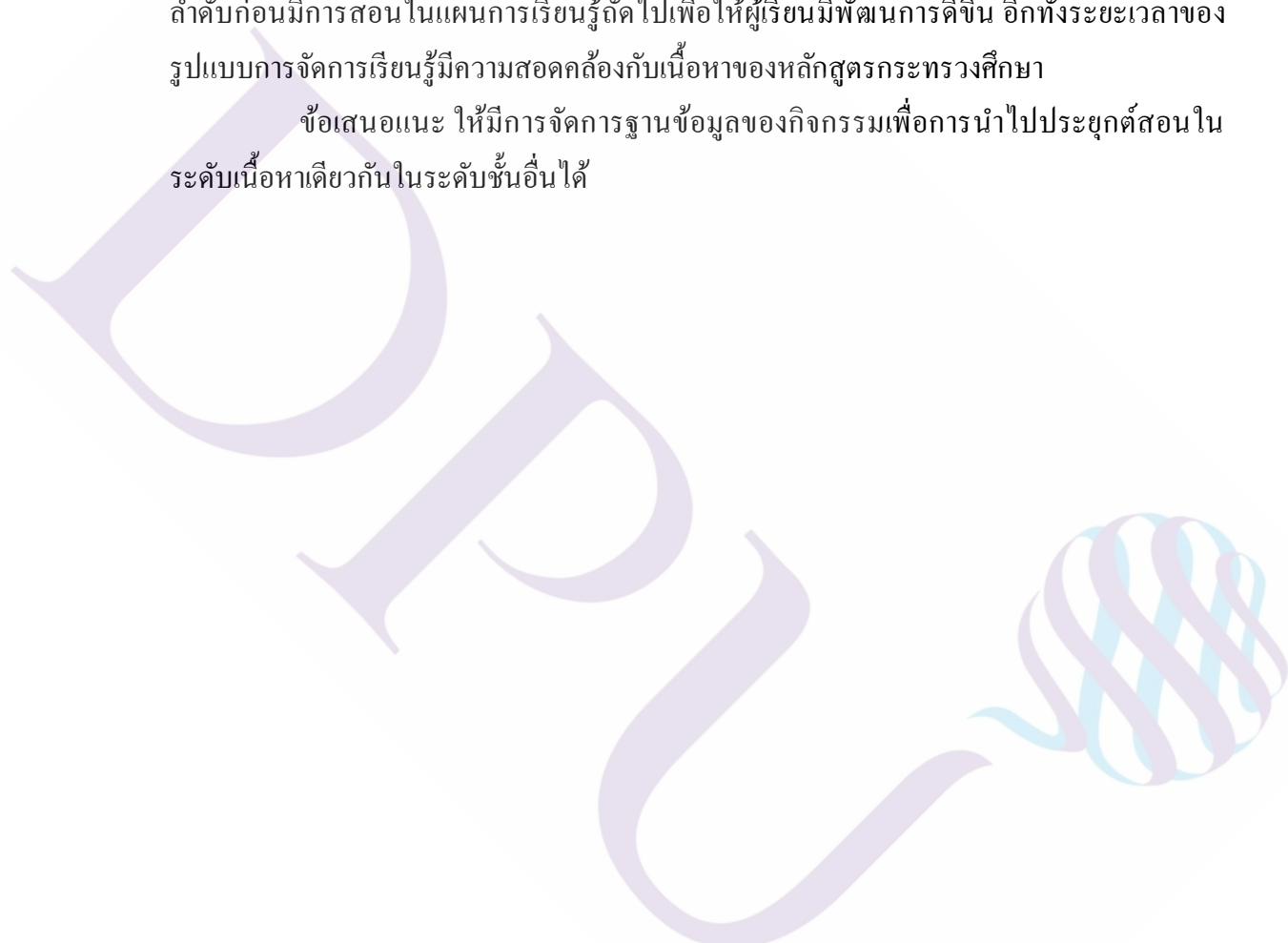
3) ด้านการวัดและประเมินผล

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า เกณฑ์การประเมินทั้งด้านสัดส่วนคะแนน การวัดผลระหว่าง เรียน และการวัดผลหลังเรียน มีความชัดเจน นอกจากนี้ผู้สอนยังได้สร้างความเป็นกันเองกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนกล้าสอบถาม และ หรือแสดงความคิดเห็น ได้อย่างอิสระ เช่น การเข้าไปพูดคุย สอบถามระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรม กลุ่มย่อย หรือให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พบว่าประเด็นการวัดผลซึ่งมีข้อคิดเห็นของนักศึกษาที่สอดคล้องกันก่อน ข้าง มากคือควรมีการประเมินด้านมีส่วนร่วมของผู้เรียนด้วย โดยให้ เหตุผลว่า “สมาชิกบางคนไม่ค่อย คอย แลกเปลี่ยนกับเพื่อน หรือไม่ชอบแสดงความคิดเห็น ทำให้ไม่ชอบบรรยากาศในการเรียนแบบนี้ ” แนวทางการพัฒนาด้านการวัดและประเมินผลนั้น ผู้สอนและผู้เรียนต้องสร้าง การรับรู้และ ยอมรับร่วมกัน ทั้งรูปแบบและเกณฑ์ พร้อมสัดส่วนคะแนนตั้งแต่เริ่มการเรียน การสอน ทั้งนี้ผู้สอน ต้องใช้เทคนิคที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าสอบถามหรือแสดงความคิด เห็น ได้อย่างอิสระ เพื่อ ป้องกันความรู้สึกที่ไม่ยอมรับกติกาแต่ไม่กล้าเสนอความเห็นของผู้เรียน บางคนได้ ดังคำกล่าวที่ว่า “หนูอยากให้อาจารย์วัด ประเมิน เป็นข้อตกลงร่วมกัน ระหว่างนักเรียนกับอาจารย์”

“มองว่า ถ้านักเรียน และครูเข้าใจตรงกัน เรื่องวัด หรือประเมินการเรียนรู้น่าจะส่งเสริม ให้เข้าใจ แนวทางมากขึ้น”

4.2.2 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยทางการศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านสารสนเทศและเทคโนโลยีในการสนทนากลุ่ม (Focus Group Session) พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีเนื้อหาลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้ การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครบและชัดเจนทุก ลำดับก่อนมีการสอนในแผนการเรียนรู้ถัดไปเพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการดีขึ้น อีกทั้งระยะเวลาของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาของหลักสูตรกระทรวงศึกษา

ข้อเสนอแนะ ให้มีการจัดการฐานข้อมูลของกิจกรรมเพื่อนำไปประยุกต์สอนใน ระดับเนื้อหาเดียวกันในระดับชั้นอื่นได้



บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research & Evaluation) สรุปผลได้ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อหาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้าน
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์
2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงฯ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์

3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยี โลกเสมือนผสานโลกจริงๆ มีความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์

4. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยี โลกเสมือนผสานโลกจริงๆ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้ ใช้ 8 สัปดาห์ รวม 28 ชั่วโมง ซึ่งดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 24 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง และทดลองหลังเรียน 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยนำกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบสอบถามความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมงกับกลุ่มตัวอย่าง ก่อนจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณและการแก้ปัญหา จำนวน 24 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้จำนวน 2 ชั่วโมง จากนั้นทำ การ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการนำคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มี ต่อการจัดการเรียนรู้ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐาน ด้วยการทดสอบค่าที และการเปรียบเทียบกับเกณฑ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ และ ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป ซึ่ง 6 ขั้นตอนนี้เน้นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน 3 ขั้นตอนคือ 1) การนิยามปัญหา 2) การตัดสินใจข้อมูล จากการรวบรวม และจัดระบบข้อมูล และ 3) การสรุป และเน้นความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหาของผู้เรียน 3 ขั้นตอนคือ 1) ระบุปัญหา 2) วิเคราะห์ปัญหา และ 3) แก้ปัญหา ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฯ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริงฯ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมจัดการเรียนการสอน การเรียนรู้อ สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งองค์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ ขั้นที่ 6 ขั้นสรุป จากการตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสานโลกจริง สามารถพัฒนาผู้เรียนได้ มีความชัดเจน

เหมาะสม และสะดวกในการนำไปใช้ จากนั้นผู้วิจัยได้จัดทำแผนการเรียนรู้ โดยใช้เวลาจัดการเรียนการสอนรวม 8 สัปดาห์ 28 ชั่วโมง เพื่อนำการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสู่การเรียนรู้ในชั้นเรียน แผนการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ มี 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 4) กิจกรรมการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล สำหรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ นั้นอยู่ในส่วนขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้เรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย ๆ 5-6 คน โดยใช้วิธีการจับฉลากในการแบ่งกลุ่ม แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะต้องมีหัวหน้ากลุ่มทำหน้าที่เป็นผู้นำการอภิปราย และเลือกสมาชิกในกลุ่มในการจดบันทึกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายและบันทึกการทำหน้าที่ของแต่ละคน จากการสอบถามผู้เรียนได้มีความคุ้นเคยซึ่งกันและกันภายในกลุ่มอยู่แล้ว ได้มีการพูดคุยกันทำให้มีความเป็นกันเอง ทำให้มีแรงจูงใจแก่ผู้เรียน และเตรียมพร้อมกับเนื้อหาที่จำเป็น ทำให้เกิดความกระตือรือร้น อยากทำงานเป็นกลุ่ม ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ที่จะเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ไดรเวอร์และเบลล์ (Driver and Bell, 1986 อ้างถึงใน Matthews, 1994) การเตรียมความพร้อมก่อนเรียนให้จุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียน บทเรียนช่วยในการการปรับตัวเข้ากับเพื่อน รวมทั้งเปิดโอกาสให้ทำในสิ่งใหม่ๆ ที่ไม่เคยทำ สามารถเรียนโดยการ ปฏิบัติจริง กล่าวคือ กล่าวทำและกล่าวแสดงออกเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น หลักทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเต็มศักยภาพ เป็นไปตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหา โดยครูผู้สอนจะคอยกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามหรือปัญหาที่ว่าเหตุการณ์หรือข่าว ที่ผู้เรียนเคยประสบ ทำให้เกิดกระบวนการคิด ตระหนักในสถานการณ์ปัญหา โดยนักเรียนพยายามคิดสำรวจและทำความเข้าใจให้ครอบคลุมทุกด้าน โดยต้องอาศัยทักษะการคิด เช่นเดียวกับ และตามแนวคิดของบาร์บารา ดัช (Barnara Duch, J., 1995, อ้างถึงใน วัชรานเล่าเรียนดี, 2556, น.108) ได้นำเสนอขั้นตอนการเสนอปัญหาโดยใช้รูปภาพหรือวีดิทัศน์ ในการตั้งประเด็นคำถาม หรือปัญหา ได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์จากศึกษาในใบความรู้ว่ามีปัญหาอะไรบ้าง โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์เป็นรายบุคคล โดยกระตุ้นด้วยคำถาม/ปัญหา จากการศึกษาพบว่าขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหานั้นเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจ ค้นคว้าด้วยสื่อเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (AR) ตามการศึกษาวิจัยของเบริน เมเยอร์ และ แฮนแมน (Bernd Mayer and Hanfmann, 2007) ได้ศึกษาเรื่องการจำลองการทดลองทางฟิสิกส์ ในโลกเสมือน

ผลงานโลกจริง ได้นำ AR มาประยุกต์ใช้กับการศึกษากลศาสตร์ และหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยวิธีการคิดและวิธีการสอนแบบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหา ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและคุณลักษณะของผู้เรียน นำไปสู่การค้นพบ แนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ มนัสนันท์ ศรีสาพันธ์ (2555) พบว่าการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถด้านการคิดที่มีความสัมพันธ์กับสติปัญญาสามารถมีการพัฒนาได้โดยบุคคลจะใช้ประสบการณ์และทักษะความรู้ที่เรียนมาก่อนในการแก้ปัญหาใหม่ สำหรับความต้องการในลักษณะอื่น ๆ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนและครูผู้สอนมีความต้องการให้จัดการเรียนการสอน มุ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีส่วนร่วมในการกำหนดการเรียนรู้ รวมถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ โดยการให้ผู้เรียนศึกษาจากสื่อเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง(AR) ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการต่อวงจรเบื้องต้นแบบต่าง ๆ นอกจากนี้ผู้สอนอาจจะให้ข้อคิดหรือข้อสังเกตแก่นักเรียนในแต่ละประเด็น โดยมีการแบ่งกลุ่มฝึกทักษะ เป็นคู่หรือรายบุคคล ให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา ช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยยึดหลักของกฎการฝึกหัด ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณและกระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อให้เกิดความสามารถในการคิดและสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีและการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริงและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Vygotsky (1978, pp. 86-87) ; Driscoll (1994, pp. 224-239) ที่มีการเรียนรู้ว่าเป็นการลดช่วงห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่นักเรียนมีอยู่ในขณะนั้น ซึ่งคู่ได้จากปัญหาที่นักเรียนสามารถแก้ได้ด้วยตนเอง กับระดับศักยภาพทางสติปัญญาของนักเรียนซึ่งคู่ได้จากปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถแก้ได้โดยลำพัง แต่สามารถแก้ปัญหา นั้นได้ถ้าได้รับการชี้แนะและได้ร่วมงานกับผู้ใหญ่หรือเพื่อนที่มีความชำนาญมากกว่า การได้ร่วมงานหรือได้รับการชี้แนะ ล้วนแต่เป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถ ความสนใจ โดยมีครูคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม โดยในการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาทักษะด้านสารสนเทศโดยเน้นให้ผู้เรียนได้สัมผัส ค้นเคย และสามารถใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีได้ อย่างเหมาะสม โดย Ranasinghe et al (2011) ได้สร้างระบบเทคโนโลยีที่มีการผสานโลกเสมือนเพิ่มเข้าไปในโลกจริง เพื่อทำให้เกิดการกลมกลืนกันมากที่สุด ส่งเสริมความสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการได้ย่นการสัมผัส การอ่าน ที่จะเกิดจากประสบการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน สอดคล้องกับการศึกษา Fotis Liarokapis, et al. (2002) ซึ่งพบว่าการเรียนการสอนโดยใช้อุปกรณ์โลกเสมือนผลงานโลก

จริง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่สามารถเรียนรู้ได้ โดยการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาหนังสือที่ผสมผสานเทคโนโลยี AR สำหรับจัดการเรียนการสอนเรื่อง ธรณีวิทยา พบว่าการใช้สื่อโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงก่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจ เป็นการกระตุ้นการเรียนการสอนในชั้นเรียนและการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้รับการตอบรับจากครูและนักเรียนเป็นอย่างดี

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลทักษะ โดยผู้เรียนนำข้อมูลที่ศึกษาและทดลองจากสื่อเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง(AR)มาสรุปเป็นความรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยการวางแผน ตรวจสอบและลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล คำอธิบายของสถานการณ์ของปัญหาด้วยตนเอง โดยผู้สอนทำการกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้ความคิดเพื่อวางแผนการทำงานให้มีความหลากหลาย ก่อนที่ผู้เรียนจะอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Ennis & Weir (1985) ได้พัฒนาแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของอนนิสและไวร์ (Ennis – Weir Critical Thinking Essay Test) โดยมุ่งวัดประเมินความสามารถของบุคคลในการประเมินผลหรือเหตุการณ์จากหลักฐานที่ สอดคล้องกับข้ออ้างเพื่อนำไปสู่การสรุปที่มีความน่าเชื่อถือ ลักษณะของคนที่มีความคิดวิจารณ์ต้องเป็นคนที่มีความรู้ ทักษะในการใช้เหตุผลและมีความสามารถในการ ตั้งประเด็นคำถาม หรือปัญหา ได้อย่างเหมาะสมจากนั้นจึงประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ ความคิดจากประสบการณ์เดิม มาเพื่อพิจารณาในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบัน เรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันต้องอาศัยวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมทั้งนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาวางแผนการแก้ปัญหาบนเงื่อนไข บริบทและทรัพยากรที่มีอยู่ และนำแผนการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ โดยเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหาและกำกับตนเองขณะทำการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนสรุปทำความเข้าใจสาระสำคัญโดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายสรุปและเชื่อมโยงความรู้ ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับเพื่อนและผู้สอน ฝึกการนำความรู้และทักษะมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เน้นการให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการสรุปผลโดยร่วมครูผู้สอน ซึ่ง Herman, Aschbacher, & Winters (1992) กล่าวว่าในการสอนนั้นผู้สอนต้องจัดโอกาสการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้แสดงออก มีการตั้งหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ระดับการคิดขั้นสูงและใช้ทักษะในการแก้ปัญหา ใ้งานหรือกิจกรรมที่เป็นสิ่งที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน และสิ่งที่เรียนต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5.2.2 ผลการประเมินประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

5.2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการนำเสนอเสมือนผสมผสานโลกจริง มาใช้ เพื่อเกิดกระตุ้น การนำต้นตื้น ให้ความสนใจให้นักเรียน ร่วมกับการคิดแบบมีวิจารณญาณและการคิดในการแก้ปัญหา โดยในการนำเสนอเสมือนผสมผสานโลกจริงมาใช้เป็นตัวกลางในการพัฒนาผู้เรียนนั้นทำให้เกิดทักษะ การมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและครูผู้สอนมากขึ้น เกิดการเรียนรู้ใหม่ๆตลอดเวลา เกิดความเข้าใจในการอ่านและการเขียนเชิงสร้างสรรค์จะทำให้ นักเรียนเกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็วเกิดความ คิดสร้างสรรค์ เกิดจินตนาการ ส่งผลต่อประสิทธิภาพ การเรียนการสอน สอดคล้องกับการศึกษาของมัสยา แสนสม (2552) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องสุภาพร แหลมแก้ว เนิติ เถลยวารศ ศรีนทิพย์ ภู่อาลี (2557) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับวิธีสอน แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E พบว่า 1) นักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่สอนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ไม่แตกต่างกัน

อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นจะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื่องจากการเรียนดังกล่าวนักเรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน โดยการมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้และปัญหาที่ใช้กระตุ้นต้องสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันสามารถนำไปใช้ได้จริงสอดคล้องกับ ชันเกอร์ เทคคาซ่า และเกแบน (Semra Sungur, Ceren Tekkaya and Ömer Geban 2006) การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหา

เป็นหลัก ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการปฏิบัติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญนำ อินทนนท์(2551) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน โยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 2)นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .01

5.2.2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้คิด และวิเคราะห์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรงด้วยตนเอง เพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับหลักการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง การคิดอย่างไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล จากข้อมูล โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม ผู้การสรุปอย่างสมเหตุสมผลหรือการตัดสินใจในสิ่งที่ควรเชื่อหรือควรทำ (Dewey, 1933, p.8; Moore and Parker, 1986, p. 17; Ennis, 1989, p. 13; Haipern,1996, p. 36) และสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพร ชูเอียด (2556) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ จากชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน มีค่าเฉลี่ย 3.99 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับมาก และสอดคล้อง มนัสนันท์ ศรีสาพันธ์ (2555) การวิจัยเชิงปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกิตติพิทยาคม จ.อุบลราชธานี ผลการวิจัยพบว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 แสดงว่าการปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

5.2.2.3 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากจุดประเด็นการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนด้วยขั้นตอนการเตรียมความรู้เข้าสู่ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะได้เผชิญหน้ากับปัญหาหลังจากได้รับการเสนอโจทย์ปัญหาหรือกรณีศึกษาจากผู้สอน ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องตรวจสอบความรู้ที่ตนเองมีเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเริ่มแก้ปัญหา ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา สอดคล้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักจิตวิทยา คือ เพียเจต์ (Piaget, 1972) ที่กล่าวว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียนมีการปรับตัว โดยกระบวนการซึมซับ หรือวิธีดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งพัฒนาการจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนรับและดูดซึมข้อมูลใหม่เข้าไปสัมพันธ์ กับความรู้เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้นกาเย่ (Gagne, 1970, p. 63) และ โคยบอร์น, เอกแสตรนด์ และ โดมินอสกี (Bourne, Ekstrand and Dominowski, 1971, p.11) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดแก้ปัญหาเป็นเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ความคิดจากประสบการณ์เดิม ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนั้นประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยต้องอาศัยการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย ให้เห็นภาพส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันแล้วนำเรียงลำดับใหม่เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย และได้สอดคล้องกับวรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์(2554) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มควบคุมก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01และสอดคล้องกับรอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์(2551) ได้ศึกษาการศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์ ผลวิจัยพบว่า 1) กลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า 2) ค่าน้ำหนักความสำคัญของกลุ่มตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ในของการแก้ปัญหาในแต่ละชั้นพบว่า ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ชั้น ได้แก่

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ส่วนตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการระบุปัญหาขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉพาะในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

5.2.2.4 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 เนื่องจากการจัดการขนำสื่อเสมือนผสานโลกจริงมา ใช้ เพื่อกระตุ้นความสนใจให้แก่ นักเรียน ร่วมกับเทคนิคที่หลากหลาย เช่น กระบวนการ เรียนรู้แบบร่วมมือ การใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด การอภิปรายกลุ่ม ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ โดยร่วมกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา มีความสนุกสนาน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกความคิดเห็นซักถามและลงมือปฏิบัติจริง เมื่อวิเคราะห์ผลความพึงพอใจจำแนกเป็นรายด้านพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ ส่งผลให้นักเรียนสนุกกับกิจกรรมการเรียนรู้ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ บรรยากาศในการเรียนสนุก ไม่เครียด ทำให้เปิดโอกาสในการเรียนรู้มากขึ้น และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการซักถามเพื่อประเมินสิ่งที่เกิดขึ้น หรือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ที่ว่า ความพึงพอใจจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจที่มีอยู่ เมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกเรียนตามความสนใจ และสามารถเลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่ผู้เรียนถนัดและสามารถค้นหาคำตอบได้ จะเกิดความพึงพอใจกับความสำเร็จในกิจกรรมเหล่านั้นมากขึ้นสอดคล้องกับ สุรเดช ศรีทา(2558) ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียน และความพึงพอใจของครูและนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า ด้วยระบบศูนย์กลางสื่อการเรียนดิจิทัลผ่านแท็บเล็ตพีซีกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าครูและนักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยให้ความคิดเห็นว่าการใช้แท็บเล็ตพีซีสามารถทำให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาเรื่องการยุบวงจร และเซลล์ไฟฟ้าเคมีและ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น

และสอดคล้องกับ พระมานพ วัฒนภูมิ (สัจจรักษ์) (2559) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของ พระสอนศีลธรรมในอำเภอลอง จังหวัดจันทบุรี ในช่วงชั้นที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมาก อันดับแรกคือ ด้านเทคนิคและ

วิธีการสอน รองลงมาคือ ด้านการวัดผลและประเมินผล และอันดับสุดท้ายคือ ด้าน การเตรียมการ
สอน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่
บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงฯนี้ ผู้สอนสามารถเลือกใช้จัดการทำกิจกรรมด้วย
ตนเองได้หลากหลาย ตามเนื้อหาการเรียนรู้

5.3.1.2 สามารถนำองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้เทคโนโลยี
เสมือนผสมผสานโลกจริงฯ ไปใช้เป็นต้นแบบ หรือแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนใน
รายวิชา หรือกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ต่อไป

5.3.1.3 ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน รวมทั้ง
ทักษะการใช้เทคโนโลยี ให้เหมาะสม จัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการค้นหาความรู้ และ
ความต้องการของผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.1.4 ผู้สอนควรเสนอแนวทางตั้งเป็นศูนย์การจัดการเรียนรู้โดยนำรูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ฯนี้มาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาวิชาอื่นและพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ อีกทั้งส่งเสริมให้
สถานศึกษามีศักยภาพ และประสิทธิภาพการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้เทคโนโลยี
เสมือนผสมผสานโลกจริง ไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้
แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบภาคสนาม เป็นต้น

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการจัดการเรียนการสอนระหว่าง
นักเรียนโรงเรียนในเขตเมืองและเขตชนบท เพื่อหาความแตกต่างของกระบวนการจัดการเรียนรู้
ต่อไป

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาคำตอบโดยทำเฉลยคำตอบให้มีความหลากหลายให้ผู้เรียน
เพื่อให้ความสนใจในเนื้อหาที่ศึกษามากยิ่งขึ้น

5.2.3.4 ควรมีการประเมินต้นทุนประสิทธิผลของหลักสูตร เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการ
กำหนดนโยบายและแนวทางการจัดการเรียนการสอน ที่มีความคุ้มค่า คุ่มทุน ต่อไป



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กาญจนา คุณารักษ์. (2552). *การออกแบบการเรียนการสอน*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

กุลธวัช สมารักษ์. (2555). *การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานผ่าน เครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้กรณีศึกษาด้วยวิดีโอแชร์ริง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ปริญญา นิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ชัคเซสมีเดีย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). *พื้นฐานอนาคตศึกษา. วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2, 1.*

ขวัญเรือน พุทธรัตน์. (2546). *ผลของการเรียนรู้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมภายหลังการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ ที่มีต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต)* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

จรรยา ภูอุดม. (2544). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้าง ความรู้ (ปริญญา นิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

จิตรภรณ์ ชัยเฉลิมศักดิ์ (2555) *การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสาน โลกจริงเรื่อง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหล่มเก่า พิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต)* พิษณุโลก:มหาวิทยาลัย นเรศวร.

จิราภรณ์ ศิริทวี. (2541). *คู่มือการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จุฑาทิพย์ชาติสุวรรณ. (2548). *ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสอน ความถนัดทางภาษาแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ความตั้งใจเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อ วิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ชัยภูมิ เขต 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- เจนเนตร มณีนาค. (2545). มาทำความเข้าใจกับกระบวนการอีเลิร์นนิ่งกันเถอะ (ตอนที่1). *e-Economy*, 2, 34.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2542). การสอนผ่านเครือข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บ วารสารครุศาสตร์ 3 (มีนาคม).
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2547). การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2550). *E-Instructional Design* วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนาธิป พรกุล. (2543). แคนส์รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : *CATS : A student- centered instructional model*). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมพันธุ์ คุณุชร ณ อยุธา. (2530) เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ชวาล แพร์ตกุล . (2516). *เทคนิคการวัดผล* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2521). *การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2543). *เทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน เอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีการศึกษา หน่วยที่ 1-4*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2545). *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษาหน่วยที่ 1-5*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2545). *เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษาหน่วยที่ 8-15* (พิมพ์ครั้งที่ 20). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2531). *ระบบสื่อการสอน*. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แคนเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ชาญชัย ดาศรี. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน [PBL] กับการเรียนแบบปกติวิทยานิพนธ์ปริญญาโทระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ชุตินันต์ เกิดวิบูลย์เวช. (2555). จากโลกแห่ง Augmented reality สู่มิติโลกแห่ง E-Commerce. *คอลัมน์ Marketing. อีคอมเมิร์ซ*, 165.

- ณมน จีรังสุวรรณ และ ปณิตา วรรณพิรุณ. (2556). รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้กรณีศึกษาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีมสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา. สืบค้นจาก [http://www.niteschan.com/nec2011/2_Day%201/D1/D1_4_83.pdf](http://co1la8ji.gotoknow.org/assets/media/files/000/770/688/original_NEC2011_Namon_ณัฐ คิชเจริญ. (2559). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องเซลล์และโครโมโซมด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสาน โลกจริง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1 (1).</p>
<p>คณูชา สลิววงศ์. (2555). รูปแบบการออกแบบการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาบนเว็บเพื่อพัฒนาการคิดวิจารณ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี: การสังเคราะห์และนำเสนอรูปแบบ. สืบค้นจาก <a href=)
- ดรรชนี เพียรจัด. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บวิชาภาษาไทยด้วยวิธีการเรียนรู้ร่วมกันและการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาเพื่อสร้างค่านิยมด้านการมีเหตุผลตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงใจ ชาวโพธิ์ (2560). พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2545). *Designing e-learning: หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ถวัลย์ มาศจรัส และคณะ. (2546). *นวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี่ จำกัด.
- ทัศนมัน หนูนิมิตร. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบแผนผังความคิดและสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทิสนา แคมณี และคณะ. (2540). *การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมณี และคณะ. (2544). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมณี และคณะ. (2548). *ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด

- ทิตินา แจมณี และคณะ. (2550). *ศาสตร์การสอน. องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชันยา นวลละออง และนางลลิตกษณ์ ปรีชาดิเรก. (2558). การสร้างเกมการเรียนรู้สามมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนผ่านเทคโนโลยี Augmented Reality บนอุปกรณ์แท็บเล็ต. *วารสารไอซีทีศิลปากร*, 2 (1).
- นคร พันธุ์ณรงค์. (2556). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการเรียนรู้อย่างมีความสุข*. สืบค้นจาก <http://www.ku.ac.th/e-magazine/august47/it/ecolla.html>
- นงคราญ ศรีสะอาด. (2556). *การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท) กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นิคม ทาแดง. (2527). *เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 8-15*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นิตยา โสริกุล. (2547). *ผลการใช้การสอนแนะในการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาบนเว็บที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท) กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2547). *การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากผู้เรียน*. *วารสารวงการศึกษา*, 1 (7).
- นิษฐา พุฒิมานรดีกุล. (2548). *การนำเสนอรูปแบบการฝึกอบรมบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เป็นทีมสำหรับนักเทคโนโลยีการศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท) กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุชนาถ ชุกกลิ่น. (2552). *ผลของการใช้กิจกรรมการอภิปรายแบบผสมผสานและกระดานสนทนาในการเรียนรู้ด้วยกรณีศึกษาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท) กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2550). *การพัฒนาแบบการสร้างความรู้ด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติและการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับบุคลากรในสถาบันอุดมศึกษา: กรณีศึกษา ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท) กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรดล สุขปิติ. (2549). *การวิจัยในชั้นเรียน: การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต)* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- บุปผชาติ ทัพทิกธน์. (2555). *สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในบริบทของการเรียนรู้ร่วมกัน*. สืบค้นจาก <http://www.ku.ac.th/e-magazine/,2555>
- เบญจมาศ เกตุแก้ว. (2548). *การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*(ปริญญาโทบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- เบญจวัลย์ บุญผาพันธ์. (2552). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้กระบวนการวิจัย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น*(ปริญญาโทบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุบลราชธานี
- ปณิตา วรรณพิรุณ. (2551). *การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสาน โดยใช้ปัญหาเป็น หลัก เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาโทบัณฑิต (ปริญญาโทบัณฑิต ปริญญาโทบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประณัฐ กิจรุ่งเรือง. (2554). *การพัฒนาความสามารถด้านการออกแบบและการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาด้วยวิธีการสังเกตการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ โทรทัศน์วงจรปิด และการเขียนบันทึกสะท้อนคิด*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ประกอบ กรณิกิจ. (2550). *การพัฒนารูปแบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้การประเมิน ตนเองเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ครุ* (ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประเทืองทิพย์ นวพรไพศาล. (2535). *การตรวจสอบแบบสอบการคิดวิจารณ์ของวัดสันและ เกลเซอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). *คิดเก่งสมองไว*. กรุงเทพฯ: โปรดักทีฟกรุ๊ป.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). *การพัฒนาการคิดการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทคนิคพรินติ้ง.

- ปัญจรัตน์ ทับเปี้ย. (2555). การพัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้าง และการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปิยะพร ชูเอียด. (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อ วิชาวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ จากชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- ปิติชา คงฤทธิ์. (2560). *Active learning: คาบสองคม*. สืบค้นจาก https://kapitaennem0.wordpress.com/oldposts/active_learning/
- พรอำพัน อินทรพานิชย์. (2547). การพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองแวงเรือประชาศึกษา อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัด ขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ปริญญาโทบริหารศึกษิต) ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พระเทพเวที. (2531). *พจนานุกรมพุทธศาสน์ ฉบับประมวลคำศัพท์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- พระมานพ วนธมโม (สัตยรักษ์). (2559). ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ เรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาของ พระสอนศีลธรรมในอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษิต). พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัย มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
- พันธ์ศักดิ์ พลสารมย์. (2546). การปฏิรูปการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา: การพัฒนา กระบวนการเรียนรู้ใน ระดับปริญญาตรี ใน การประชุมทางวิชาการเรื่องการวิจัยทาง การศึกษาครั้งที่10.
- พิชัญจะ กันธิยะ. (2559). พัฒนากิจกรรมการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบบันได 5 ชั้น วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่
- พิชัย ทองดีเลิศ. (2547). การนำเสนอรูปแบบการเรียนร่วมกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับ นิสิตระดับปริญญาตรีที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน (ปริญญาโทบริหารศึกษิต) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชัย ทองดีเลิศ. (2551). การพัฒนาสื่อแบบบูรณาการด้วยเทคโนโลยีและวิธีการ การเรียนรู้ร่วมกัน ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์. วารสารพัฒนาการเรียนการสอนมหาวิทยาลัยรังสิต, 2(2).

- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เอเชีย ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ : เดอะ มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. (2537). *การพัฒนา รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู*. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร สะดวกการ. (2538). *ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล สุวรรณน้อย และคณะ. (2558). *เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ภูวภัสตร์ อินอ้าย. (2560). *การพัฒนาชุดการสอนด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี เรื่องรามเกียรติ์ ตอนศึกไมยราพ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. *Journal of Education Naresuan University*, 19 (2), 155.
- มนต์ชัย พงศกรณฤงษ์. (2552). *การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2549). *สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้านครเหนือ.
- มนัสนันท์ ศรีสาพันธ์. (2555). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มยุรี หุ่นง่า. (2544). *ผลการใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในบริบทของชุมชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มัสยา แสนสม. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์. (2551). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ 3 การศึกษาประจวบคีรีขันธ์(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

ล้วน สายยศ, อังคนา สายยศ. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์. (2554). ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

รวรรณ วาณิชย์เจริญชัย. (2557). การเรียนรู้เป็นทีม. สืบค้นจาก

<http://www.ns.mahidol.ac.th/english/KM/article.htm>

วรรณภา ศรีโสภาพ และคณะ. (2555). การพัฒนาหนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วยเทคนิคภาพเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง อุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วยไขสันหลังบาดเจ็บ พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

วัชราน เล่าเรียนดี. (2552). การพัฒนาศักยภาพครูด้วยกระบวนการนิเทศ. ใน เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ระหว่างวันที่ 13 - 14 กรกฎาคม 2552.

วัชราน เล่าเรียนดี. (2552). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตราชวังสนามจันทร์.

วัชราน เล่าเรียนดี. (2553). การนิเทศการสอน: *Supervision of Instruction* (พิมพ์ครั้งที่ 4). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วารินทร์ แก้วอุไร. (2541). การพัฒนารูปแบบการสอนสำหรับวิธีการสอนทั่วไปเน้นกรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาครู ด้านการคิดวิเคราะห์แบบตอบได้ในศาสตร์ทางการสอน (ปริญญาโทมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย ดิสสระ. (2545). พัฒนาการเรียนรู้และการจัดหลักสูตรการสอนของผู้เรียน (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิชุดา รัตน์เพียร. (2545). เอกสารการสอนรายวิชา 2708152 โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI authority systems. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิฑูร ลิ้มะโชคดี. (2542). การเรียนรู้ด้วย กรณีศึกษา อย่างมีประสิทธิภาพ. *รังสิตบิวสิเนสรีวิว*, (มกราคม-มิถุนายน)

วิทยากร เชียงกุล. (2562). ปฏิรูปประเทศไทย ปัญหาหลักของการศึกษาไทย. สืบค้นจาก <https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/647483>

- วิลาวัณย์ พรพัชรพงศ์. (2547). เทคโนโลยีความจริงเสริม : ความเป็นมาและการใช้ประโยชน์ Augmented reality : AR concept and applications. *บรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์, มข*, 22(2).
- วิไลพร สุตันไชยนนท์. (2547). ปฏิสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหาที่นำเสนอบนเว็บและการสนับสนุนการเรียนรู้ ในการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาทันตแพทย์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิไลวรรณ แสนพาน. (2553). *สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิวรรณ จันทร์เทพย์. (2553). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นทีมเพื่อพัฒนาสมรรถนะการออกแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการแบบสหวิทยาการ สำหรับครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษา (ปริญญาโทบริหารธุรกิจบัณฑิต) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2554). *การวัดและประเมินความสามารถในการคิด ในวิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ศุภสิริ โสมาเกต. (2544). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนรู้โดยโครงการกับการเรียนรู้ตามคู่มือครูวิทยานิพนธ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- โสภณา บุญยะกัลมภ์. (2546). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โมเดิร์นอคาเดมิก เซ็นเตอร์.
- สังัด อุทรานันท์. (2530). *ทฤษฎีหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: มิตรสยาม
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *รูปแบบการทำงานของสมองแบบคู่หน่วยความจำ*. สืบค้น จาก <http://physics.ipst.ac.th/?p=306>
- สมนึก กัทฑิยชนิ. (2544). *การวัดผลการศึกษา*. กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมหมาย เปียถนอม. (2551). *ความพึงพอใจของนักศึกษาในการได้รับการบริการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (รายงานผลการวิจัย)*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
- สรรรัชต์ ห่อไพศาล. (2544). *การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเว็บวิชาศึกษาทั่วไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน (ปริญญาโทบริหารธุรกิจบัณฑิต)* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สรวงสุดา ปานสกุล. (2545). *การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์. (2541). *การวิจัยในชั้นเรียนและแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนคู่มือพัฒนาการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
- สายชล จิน โจ. (2550). *การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สายฝน จาริต. (2547). *การศึกษาศามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมคำถามปลายเปิดแบบเร้าของเด็กปฐมวัย โรงเรียนหนองกุงพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต) ขอนแก่น:มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สาลินันท์ เทพประทาน. (2553). *ผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบสแลฟโฟลด์สนับสนุน*. *วารสารวิชาการ พระจอมเกล้าพระนครเหนือ* 20, (3), 610-619.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). *แผนพัฒนา เศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555 – 2559*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *สมรรถนะการศึกษาไทยในเวทีสากล* กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *สภาวะการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). *เทคโนโลยีการศึกษา หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุเทพ อ่วมเจริญ. (2557). *การพัฒนาหลักสูตร : ทฤษฎีและการปฏิบัติ*. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- สุเทพ อ่วมเจริญ.(2557). *การเรียนการสอน : การออกแบบ นวัตกรรมและ เทคโนโลยี*. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

- สุภาพร แหลมแก้ว เนติ เฉลยวาเรศ และ ศรีนทิพย์ ภู่อาลี. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ โดยใช้นิเทศการสอบแบบทำนาย สังเกต 3 อธิบาย กับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16 (3).
- สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์. (2560). ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้นิเทศการสอบแบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง สืบค้น จาก <http://e-jodil.stou.ac.th>.
- สุรเดช ศรีทา. (2558). การเรียนรู้ของนักเรียน และความพึงพอใจของครูและนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า ด้วยระบบศูนย์กลางสื่อการเรียนดิจิทัลผ่านแท็บเล็ตพีซีกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย*, 35(3), 71-90, 2558
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุดีเทพ ศิริพิพัฒน์กุล. (2551). *กรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาว*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุดีเทพ ศิริพิพัฒน์กุล. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้เป็นทีม ของนิสิตปริญญาบัณฑิตด้วยรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันด้วย ภูมิศึกษาและเทคโนโลยีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่ต่างกัน*. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุยฎิบัณฑิต) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุดีเทพ ศิริพิพัฒน์กุล. (2555). *มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์และสาขาศึกษาศาสตร์(หลักสูตรห้าปี)ร่วมกัน*. สืบค้นจาก <http://www.mua.go.th/users/tqf-hed/>
- โสภิตา ทัดพินิจ. (2548). *การพัฒนาแบบการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการใช้กระบวนการพยาบาล และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุยฎิบัณฑิต) ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- อรรถัย มูลคำ และคณะ. (2543). *Child Centred :Storyline Method: การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอน โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย.
- อรรถัย มูลคำ และคณะ. (2544). *Child Centre Storyline Method : การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอน โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อินทிரารอบรู้. (2553). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุยฎิบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุษา จินเจนกจิ. (2544). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมีชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ภาษาต่างประเทศ

- Alan Pritchard. (2009). *Ways of learning*. UK.: University of Warwick.
- Alfaro–Lefevre, R. (1995). *Critical thinking in nursing : A practical approach* . Philadelphia: W.B. Saunders.
- Allen, Elaine, & Jeff, Seaman. (2010). *Learning on demand: Online education in the United States*. USA: Sloan Consortium.
- Arends, R.I. (1994). *Learning to teach* (3rd ed). USA: McGraw-Hill.
- Bellanca, James. (2011). *21st century skills: Rethinking how students learn*. Bangkok: SE – Education.
- Bethann Lavoie. (2003). *Evaluative site visits: A methodological review*. Retrieved from. <https://doi.org/10.1177/109821400302400304>
- Bonk, C. J., & Granham, C. R. (2004). *Hanbook of blended learning: Global perspectives*. San Francisco: Pfeiffer Publishing.
- Bourn, L. E., Ekstrand B. R., & Dominoski, R. L. (1971). *The psychology of thinking*. New Jersey: Prentice –Hall.

- Bourne, Lyle E., Jr Ekstrand, Bruce R., & Roger L. Dominowski. (1971). *The psychology of thinking*. New Jersey: Prentice Hall
- Bransford, J. D., & Stein, B.S. (1984). *The IDEAL problem solver: A guide to improving thinking*. New York : W.H. Freeman & Co.
- Bredenkamp. (1990). *Integrated curriculum*. Retrieved September 18, 2007, from <http://www.ncrel.org/sds/areas/issues/student/earlycld/ea5LK7.html>
- Brooks, M., & Grennan Brooks, J. (1999). The constructivist classroom : The courage to be constructivist. *Journal of Educational Leadership*.
- Bruner, J. C. (1978). *The role of tutoring in problem solving*. MA: Harvard University Press
- Cheok, A. D. (2013). Making a huggable internet over, on IEEE spectrum. The textbook of the future. In C. McKnight, A. Dillon, & J. Richardson (Eds.), *Hypertext: A psychological perspective*.
- Cramer, S. F. (1994). *Collaborative learning: Underlying processes and effective techniques*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Crawford, M., & Witte, M. (1999). *Strategies for mathematics: teaching in context*. Educational Leadership.
- Cunningham, D., Duffy, T., & Knuth, R. (1993). The textbook of the future. In C. McKnight, A. Dillon, & J. Richardson (Eds.), *Hypertext: A psychological perspective (pp.17-49)*. London: Ellis
- Dick, Walter, Lou Carey, & James O. Carey. (2005). *The systematic design of instruction* (6th ed). Boston: Allyn and Bacon.
- Dori. Y. J., & Herscovitz, O. (2005). Case – based long – Term professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1413 –1446.
- Dressel, P.L., & Mayhew.(2007). *Promoting and assessing critical thinking*. Retrieved December 11, 2007, from <http://www.scribd.com/doc/38466787/Assessing-and-Critical-Thinking/>
- Ebel, & Frisbie. (1986). *Essentials of educational measurement*. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1434697>
- Eggen, P., & Kuachak, D. (1996). *Strategies for teacher : Teaching content and thinking skills* (3rd ed). USA: Allyn and Bacon.

- Eisner, E. (1976). *Educational connoisseurship and criticism: Their form and functions in education evaluation*. *Journal of Aesthetic Education*.
- Elliott, Shannon Snyder. (2007). *The GIST model for selection and modification of scientific research for the college teaching laboratory based on root competition investigations*.
from <https://eric.ed.gov/?q=Elliott%2c+Shannon+Snyder+2007&id=ED503776>
- Ennis, R.H. (2013). *Critical thinking skills and teacher education*. Retrieved 22 March, 2013, from <http://www.ericdigests.org/pre-929/critical.htm>
- Eysenck, H. J., Arnold W., & Meili, R., (eds). (1986). *Encyclopedia of psychology*. sea bury press.
- Fanter, Amy. (2013). *Hybrid education: The future of instructional models*. Retrieved 2 October, 2018, from. <http://www.mcli.dist.maricopa.edu/ocotillo/>
- Gagne, R. M . (1970). *The condition of learning*. New York: Holt, Rinchart and Winston.
- Gagne, R.M. (1977). *The conditions of learning and theory of instruction*. New York: Holt Rinchert and Winstin.
- Galotti, K. M. (2011). *Cognitive psychology in and out of the laboratory*. Los Angeles: SAGE.
- Geoff, E. (1992). *Learning from case studies* (2nd ed). England: Prentice Hall International (UK).
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-hill.
- Gronlund, N.E., & Linn, R.L. (1990). *Measurement and evaluation in teaching*. New York :
McMillan Company.
- Guilford, J. P. & Ralph, H. (1971). *The analysis of intelligence*. New York: McGraw– Hill.
- Gunter, M.A., Estes, T.H., & Schwab, J. (1995). *Instruction a model approach*. Boston : Allyn &
Bacon.
- Hamilton, K. E., (2011). *Augmented reality in education*. Retrieved 10 July, 2013, from.
http://wik.ed.uiuc.edu/articles/a/u/g/Augmented_Reality_in_Education_51fa.html
- Harvighurst & Neugarten. (1969). *A cross-national study*. Retrieved from
<https://doi.org/10.1093/sf/48.2.291>
- Harwood, D. J. (1973). *What research say to the classroom teacher : Critical thinking*. Social
Education.
- Helen Wanod. (2002). *Integrated curriculum: designing curriculum in the immersion classroom*.
Retrieved from <http://www./carla./umn.edu/immersion/acie/vol5/may2002.pdf>.

- Herman, J. L., Aschbacher, P. R., & Winters, L. (1992). *A practical guide to alternative assessment*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Heron, Lory Elen. (1997). *Using constructivist teaching strategies in high school science classroom to cultivate positive attitudes toward Science*. (Unpublished doctoral Dissertation). University Of Nevada, Reno.
- Herreid, C.F. (1999). *What makes up a case?*. Retrieved 24 March 2018, from <http://research.sdm.buffalo.edu/case/goodcase.asp>
- Hornecker, E., & Dünser, A. (2009). *Supporting early literacy with augmented books – Experiences with an exploratory study*. Proceedings of the German Society.
- Hudgins, B. B. (1997). *Learning and thinking*. Minois: F.E. Peacock Publishers.
- Ibrahim Narongraksakhet. (1995). *Towards integrated curriculum in Islamic private schools in Southern Thailand : a study on the relationship between tradition and modern subjects*. (Master's thesis). International Islamic University Malaysia.
- Jack, A. N. (2004). *A knowledge-based theory of the firm—The problem-solving perspective USA*: Washington University in St. Louis
- Johnson, D. W., Roger T. Johnson, & Edythe J. H. (1994). *The nuts and bolts of cooperative learning*. Edina. Minnesota: Interaction.
- Jonassen, D. H., & Hung, W. (2013). *All problem are not equal : Implications for problem-based Learning*. Retrieved 29 March, 2013, from <http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1080&context=ijpbl>.
- Jonassen, D.H., Mayes, T., & McAleese, R. (1993). Components of constructivist learning environments for professional development. In T. Duffy, J. Lowyck, & D. H. Jonassen (Eds.), *Designing environments for constructive*
- Joyce, B.R. & Weil, M. (1996). *Model of teaching* (5th ed). New York: Prentice Hall.
- Joyce, B.R. & Weil, M. (2000). *Model of teaching* (6th ed). Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Joyce, B.R., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Model of teaching* (8th ed). USA: Pearson Education, Inc
- Kamel, Serif, & Wahba, Khaled. (2003). *The use of a hybrid model in web-based education: The global campus project*. London: Hershey.

- Kevin Kruse. (2009). *Introduction to instructional design and the ADDIE model*. Retrieved 13 May, 2018, from <http://attachments.wetpaintserv.us/ptjscRGWeYyQx-7LyqXXag74752>
- Khan, B.H. (1997). *Web-based instruction*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- King, A. (1995). *Designing the instructional process to enhance critical thinking across the curriculum*. Teaching of psychology. from https://doi.org/10.1207/s15328023top2201_5
- Klausmeier. (1961). *Learning and human abilities*. Educational Psychology. New York: Harper & Row
- Leo, L.W.M. (2013). *Case-based learning of high school science*. Retrieved 20 March, 2013, from <http://www.cuhk.edu.hk/sci/caselarning/howcase.htm>
- Liarokapis, Fotis. et al. (2002). *Multimedia augmented reality interface for e-learning (MARIE)* UK: World Transactions on Engineering and Technology Education.
- Liu, W., & Cheok, D. (2007). Mixed reality classroom - learning from entertainment. In *Proceedings of the 2nd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts, Perth, Australia*, (pp. 65-72).
- Loewen, A.C. (1993). *Using a constructivist perspective to investigate the learn and teaching of marquardt* (Doctoral dissertation), 4241-A. Michigan : Bell Howell,
- Madaus G. F., Scriven M. S., & Stufflebeam D. L. (1983). *Evaluation models viewpoints on educational and human services evaluation* (8th ed). Boston: Kluwer – Nijhoff Publishing.
- Marquardt, M.J. (1996). *Building the learning organization*. New York: Mc Graw – Hill.
- Matthews, M. R. (1994.) *Science teaching the role of history and philosophy of science*. London: Routledge.
- McBrien, J. L., & Brandt, R. S. (1997). *The language of learning: A guide to education terms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Michaelsen, K.L. (2013). *Team learning: Using small group to improve the quality of learning in higher education*. Retrieved 20 March, 2018, from <http://tepuoregon.Editionu/resource/assessment/teamlearning /.html>.
- Milgram, P., Kishino, F. A., (1994) Taxonomy of mixed reality visual displays. *IECE Trans. Information and Systems (Special Issue on Networked Reality), E77-D (12)*, 1321-1329.

- Moore, & Parker. (1986). *Critical thinking : evaluating claims and arguments in everyday life*.
Moore, Brooke Noel. Palo Alto. Ca : Mayfield.
- Myers. (2013). *Cooperative learning*. Retrieved 10 March, 2018, from
<http://city.londonmet.ac.th/deliberations/collab.learning/panitz2.html>
- Nyiri, R. B. (1999). *The relationship between effective teaching lifelong learning, and the implementation of current best practices* (Doctoral dissertation). Pennsylvania. Graduate School Duquesne University.
- Pearla Neshier. (2003). *The role of schemes in solving word problems*.
from https://www.researchgate.net/publication/228515729_The_role_of_schemes_in_s
- Piaget. (1962). *The origins of intelligence in children*. New York : WW.Norton.
- Polya, G. (1980). On Solving Mathematical Problems in High School, *In Problem Solving in school mathematics*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Rambli, M. W. (2012). Design consideration for augmented reality book-based application for collaborative learning environment. *Computer & Information Science*.
- Rambli, M. W. (ICCIS). (2012). International conference. *IEEE*, 2, 1123-1126. Retrieved from
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6297194>
- Richard Atkinson, & Richard shiffrin. (1963). from <http://emagazine.ipst.ac.th/2013/pdf/182.pdf>
- Rita Richey. (1986). *The theoretical and conceptual bases of instruction design*. London: Wayne State University.
- Rob kooper. (2008) *A meta-workflow cyber-infrastructure system designed for environmental Observatories*. NCSA: University of Illinois
- Rossett, A., et al. (2013). *Strategies for building blended learning*. Retrieved September 17, 2018, from. <http://www.learningcircuitsorg/2003/jul2003/rossett.htm>
- Rovai, A. & Jordan, M. (2013). *Blended learning and sense of community : A comparative analysis with traditional and fully online graduate course*. Retrieved 5 September, 2018, from. <http://irrodl.org/content/v5.2/rovai-jordan.html>.
- Sandra, J. (2004). *Middle range theories application to nursing research*. Philadelphia: Lippincott William and Wilkins.
- Saylor, J. G., & others. (1981). *Curriculum planning for better teaching and learning* (4th ed). New York: Holt, Rinchart and Winston, Inc.

- Senge, P. M. (1994). *The fifth discipline : The part and practice of the learning organization*. New York: Doubleday Currency.
- Sfard, A., Forman, E. A., & Kieran, C. (2001). Learning discourse: Sociocultural approaches to research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 46(1/3), 1-11
- Stacey, E., & Gerbic, P. (2010). Success factors of blended Learning. In *Hello! Where are you in The landscape of education technology? Proceeding ASOILITE Melbourne 2008*. Retrieved 5 January, 2018, from <http://ascilite.org.au/conferences/melbournes/procs/stacey.pdf>
- Thirteen, S. (2008). *Concept to classroom a series of workshops*. Retrieved 14 March, 2018, from <http://www.victoria.ac.nz/st.services/slss/studyhub/THINK/Critical-thinking-process.pdf>
- Thorne, Kaye. (2003). *Blended learning: How to intergrade online & traditional learning*. London: Kogan
- Victoria University of Wellington. (2008). *Critical thinking process*. Retrieved 19 December, 2008, from <http://www.victoria.ac.nz/st.services/slss/studyhub/THINK/-Critical-Thinking-process.pdf>
- Vygotsky, L. S. Mind in Society. (1978). *The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wallas, G. (1972). *The art of thought*. London: Walls.
- Wallas Working. (2008). *Definition of problem solving*. Retrieved 17 February, 2018, from http://www.cobw.com/BSC_CPS_working_def_Problem_solving.htm/
- Watson, G., & Glaser, E.M. (1964). *Watson-glaser critical thinking appraisal manual: Form ym and zm*. New York: Harcourt Brace and World.
- Watson, G. & Glasser E. M. (1980). *Watson-glaser critical thinking appraisal manual*. New York: Harcourt Brace and World.
- Woodcock, Mike. (1989). *Team development manual* (2 nd ed). England: Routledge



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ



๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์

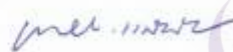
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรีย์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี อาจารย์ ดร.ฉันทากร ช่วยทุกข์เพื่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา แมนโกศล)
คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์
โทร.๐๒-๙๕๔-๗๓๐๐ ต่อ ๔๒๗, ๖๔๘, ๖๔๙
(นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรีย์ ๐๘๘ ๙๕๑ ๖๒๖๕)



ที่ มธบ ๐๔๑๔(๑)/๐๑๐๕

๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลินี ณ นคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรีย์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี อาจารย์ ดร.ธัญยากร ช่วยทุกข์เพื่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์ชัย ใหญ่ แม้นโกศล)
คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์

โทร. ๐๒-๔๕๔-๗๓๐๐ ต่อ ๔๒๗, ๖๔๘, ๖๔๙

(นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรีย์ ๐๘๘ ๙๕๑ ๖๒๖๕)



ที่ มธบ๐๔๓๔(๑)/๐๑๐๔

๓๕ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ สุรัชดา สุบรรณ ณ อยุธยา

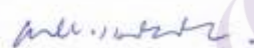
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน ๓ ฉบับ

ด้วย นางสาวชณิวัลย์ อัครวิกรัย นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี อาจารย์ ดร.ฉันทยากร ช่วยทุกข์เพื่อนเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาภิวัตน์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา แม่นโกศล)
คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์
โทร.๐๒-๕๕๔-๗๓๐๐ ต่อ ๕๒๗, ๖๔๘, ๖๔๙
(นางสาวชณิวัลย์ อัครวิกรัย ๐๘๘ ๕๕๑ ๖๒๖๕)



ที่ มธบ๐๔๑๔(๑)/๐๑๐๕

๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรีย์ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี อาจารย์ ดร.ธัญญากร ช่วยทุกข์เพื่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา มั่นโกศล)
คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์

โทร.๐๒-๕๕๔-๗๓๐๐ ต่อ ๔๒๗, ๖๔๘, ๖๔๙

(นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรีย์ ๐๘๘ ๙๕๑ ๖๒๖๕)

ที่ มธบ ๐๕๑๔(๑)/๐๑๐๕

๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พงศ์ประมุข

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวรัชฌิวัลย์ อัครวิกรัย นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี อาจารย์ ดร.อินยกร ช่วยทุกข์เพื่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา แม่นโกศล)
คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์

โทร.๐๒-๕๕๔-๗๓๐๐ ต่อ ๕๐๗, ๖๔๘, ๖๔๙

(นางสาวรัชฌิวัลย์ อัครวิกรัย ๐๘๘ ๕๕๑ ๖๒๖๕)

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

1. รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์

วุฒิการศึกษา
คณิตศาสตร์

สถาบันการศึกษา

ตำแหน่งทางวิชาการ
สถานที่ทำงาน

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ศึกษาศาสตร์)

ครุศาสตร์บัณฑิต (ภาษาอังกฤษ)

ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การวัดและประเมินผล
การศึกษา)

การศึกษาคุณูปบัณฑิต(หลักสูตรและการสอน)

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิทยาลัยครูจันทร์เกษม

Deakin University Australia

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผศ.ดร.นลินี ณ นคร

วุฒิการศึกษา

สถาบันการศึกษา

ตำแหน่งทางวิชาการ
สถานที่ทำงาน

วท.บ. (วัดผลการศึกษา)

กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)

ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา)

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

3. รศ. สุรัชดา สุบรรณ ณ อยู่ธยา

วุฒิการศึกษา

คป. คณะครุศาสตร์

สถาบันการศึกษา

คม. คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตำแหน่งทางวิชาการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ทำงาน

รองศาสตราจารย์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

4. ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

วุฒิการศึกษา

วท.บ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์

สถาบันการศึกษา

ประกาศนียบัตรบัณฑิต การสอนวิทยาศาสตร์

ตำแหน่งทางวิชาการ

ปร.ด. วิทยาศาสตร์ศึกษา วิชาเอกฟิสิกส์ (หลักสูตร
ภาษาอังกฤษ)

สถานที่ทำงาน

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5. ผศ.ดร.ชนินันท์ พุกภัยประมวล

วุฒิการศึกษา

วท.บ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ (เกียรติ
นิยมอันดับ 2)

วุฒิการศึกษา

ประกาศนียบัตรบัณฑิต การสอนวิทยาศาสตร์

ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติการศึกษา

ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำแหน่งทางวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



รายชื่อเครื่องมือที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

1. เอกสารประกอบพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
 - รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์
 - ผศ.ดร.นลินี ฌ นคร
 - รศ. สุรัชดา สุบรรณ ฌ อยุธยา
 - ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
 - ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล
2. เอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
 - รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์
 - ผศ.ดร.นลินี ฌ นคร
 - รศ. สุรัชดา สุบรรณ ฌ อยุธยา
 - ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
 - ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล
3. เอกสารประกอบสื่อการจัดการเรียนรู้(AR) ประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
 - รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์
 - ผศ.ดร.นลินี ฌ นคร
 - รศ. สุรัชดา สุบรรณ ฌ อยุธยา
 - ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
 - ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล
4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์
 - ผศ.ดร.นลินี ฌ นคร
 - รศ. สุรัชดา สุบรรณ ฌ อยุธยา
 - ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
 - ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล

5. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์
- ผศ.ดร.นลินี ฦ นกร
- รศ. สุรัชดา สุบรรณ ฦ อรุรยา
- ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
- ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมุล

6. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

- รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์
- ผศ.ดร.นลินี ฦ นกร
- รศ. สุรัชดา สุบรรณ ฦ อรุรยา
- ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
- ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมุล

7. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

- รศ.ดร.มนสิข สิทธิสมบูรณ์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลินี ฦ นกร
- รศ. สุรัชดา สุบรรณ ฦ อรุรยา
- ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
- ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมุล



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือ

1. แบบสอบถามความต้องการรูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ฯ
2. แบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
3. แบบประเมินความเหมาะสมการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ฯ
4. แบบประเมินคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้(AR) ประกอบการ
จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
5. แบบประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. แบบประเมินแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
7. แบบประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
8. แบบประเมินพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ
9. แบบประเมินพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหา
10. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตัวอย่างแบบสอบถามความต้องการ
รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ



แบบสอบถามความต้องการ

วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามความต้องการเกี่ยวกับการพัฒนาการพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับเป็นข้อมูลเพื่อ
ใช้ประกอบการวิจัย

ผู้วิจัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านในการแสดงความคิดเห็น และความ
คิดเห็นของท่านจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยหรือเผยแพร่ ณ ที่ใด แต่จะใช้เป็นข้อมูลพิจารณาร่วมกับ
ความคิดเห็นของนักเรียนท่านอื่นและสรุปผลเป็นความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน เพื่อนำมาใช้กำหนด
ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 3 ตอน จำนวน 9 ข้อ

ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญและองค์ประกอบที่จำเป็นของการจัดการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านวิธีสอน ด้านเนื้อหาเพื่อนำไปจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็น
คำถามเพื่อสอบถามความคิดเห็น

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 4 ข้อ

1. ชื่อ-นามสกุล.....เพศ
.....อายุ.....ปี
2. ระดับการศึกษา
.....
3. ตำแหน่ง.....การสอน(สำหรับครู)/การเรียนรู้(สำหรับ
นักเรียน).....ปี
4. สถานศึกษา.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญและองค์ประกอบที่จำเป็นของการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ด้านวิธีสอน ด้านเนื้อหาเพื่อนำไปการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยี มี
ลักษณะเป็นคำถามเพื่อสอบถามความคิดเห็น จำนวน 4 ข้อ

1. ท่านคิดว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านวิธีสอน ด้านเนื้อหา ด้าน
เทคโนโลยีสารสนเทศควรเป็นอย่างไร มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาหรือไม่

ด้านวิธีสอน

.....
.....

ด้าน

เนื้อหา.....

.....

ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

.....

.....

2. คำชี้แจง โปรดอ่านรายการความต้องการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ควรมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาทักษะให้
เกิดขึ้นมากที่สุด พิจารณาตามความต้องการจำเป็นของท่าน โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับ
ความต้องการ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ระดับความต้องการ				
	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1. ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
2. ทักษะด้านการคิดแก้ปัญหา					
3. ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม					
4. ทักษะด้านความเข้าใจความแตกต่างวัฒนธรรม					
5. ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ					
6. ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ					
7. ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและ การสื่อสาร					
8. ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้					

3. จากทักษะที่ควรพัฒนาในข้อที่ 2 ท่านคิดว่าควรมีวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดและ
ประเมินผลอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ท่านคิดว่าพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเน้นเนื้อหาเรื่องใดมากที่สุดเพราะอะไร

.....
.....

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี



ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรม
การเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ



แบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อความกับการพิจารณาวัตถุประสงค์ของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้าน โครงสร้างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินและข้อเสนอแนะต่างไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1. ขอให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและ โปรดเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

โดยมีระดับการประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าร่างแผนการจัดการเรียนรู้ฯ มีความสอดคล้องในด้านต่าง ๆ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าร่างแผนการจัดการเรียนรู้ฯ มีความสอดคล้องในด้านต่าง ๆ

-1 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าร่างแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ไม่มีความสอดคล้องในด้านต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรัย

นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินความสอดคล้องกิจกรรมการ
เรียนรู้ตามความเห็นของท่าน

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3				
2.	วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้				
3.	บทบาทของผู้สอนมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้				
4.	บทบาทของผู้เรียนมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้				
5.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมการนำไปใช้				
6.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกในการนำไปใช้				
7.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจน				
8.	กิจกรรมการเรียนรู้มีความสามารถพัฒนาผู้เรียนตามหลักการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลก จริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3				
9.	แต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมการพัฒนารูปแบบการจัดการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



แบบประเมินความเหมาะสมการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการ
เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ
แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้ เป็นความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาพิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน

2. ขอให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและโปรดเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

โดยมีระดับการประเมินดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวรัชณีวัลย์ อัครวิกรัย

นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ตามความเห็นของท่าน

ที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		มากที่สุด → น้อยที่สุด				
		5	4	3	2	1
ด้านกรอบแนวคิดและหลักการ						
1	ความชัดเจนกรอบแนวคิดของแผนการจัดการเรียนรู้					
2	วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดองค์ประกอบ และสร้างกิจกรรมการเรียนรู้					
ด้านวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้						
3	วัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญและจำเป็นต้องเสริมสร้างให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3					
ด้านโครงสร้างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้						
4	ความเหมาะสมในการจัดลำดับการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
5	ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นฝึกทักษะ ขั้นประเมินผลทักษะ ขั้นสรุป					
ด้านการวัดและประเมินผล						
6	สื่อการจัดการเรียนรู้(AR)					
7	การวัดผลและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3					

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....



ตัวอย่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาวิทยาศาสตร์

มัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

เวลา 6 ชั่วโมง

ความคิดรวบยอด

วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ประกอบด้วย 1) แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply) 2) ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) 3) ภาระไฟฟ้า (Load)

ความรู้พื้นฐานเดิม

ไฟฟ้า คือ พลังงานรูปหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมา หรือการ เคลื่อนที่ของ อิเล็กตรอน หรือ โปรตอน หรืออนุภาคอื่นที่มีสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอนหรือ โปรตอน ใช้ประโยชน์ ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่

ขอบข่ายเนื้อหา

1. วงจรไฟฟ้า
2. การต่อวงจรไฟฟ้า
3. การวัดค่ากระแสไฟฟ้า
4. ความต่างศักย์ไฟฟ้า
5. กระแสไฟฟ้า
6. กฎของโอห์ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถ

1. บอกความหมายวงจรไฟฟ้าได้
2. บอกชนิดของกระแสไฟฟ้าได้
3. อธิบายองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าได้
4. เปรียบเทียบหน้าที่ความแตกต่างของวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้
5. กำหนดและวัดค่าแรงดัน กระแสของวงจรได้

6. คำนวณและวัดความต้านทานของวงจรได้
7. วิเคราะห์และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้
8. ใช้ความสามารถคิดอย่างวิจารณ์ญาณแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

เนื้อหาสาระ

วงจรไฟฟ้า คือ เส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร การต่อวงจรไฟฟ้ามี 3 แบบ คือ การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยนำเซลล์ไฟฟ้าหลายๆ เซลล์มาต่อเรียงสลับขั้วกัน หรือนำหลอดไฟมาต่อเรียงกัน การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน โดยนำขั้วบวกของเซลล์แต่ละเซลล์มาต่อรวมกัน นำปลายขั้วลบมาต่อรวมกัน หรือนำหลอดไฟแต่ละหลอดต่อเข้ากับแบตเตอรี่ การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม โดยนำหลักการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานมาผสมผสานกัน

การต่อวงจรไฟฟ้า คือเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เซลล์ไฟฟ้า สายไฟ หลอดไฟ และสวิตช์ ได้ครบรอบเมื่อต่อวงจรไฟฟ้าจนครบวงจร เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง เช่น ถ่านไฟฉาย กระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายจะเคลื่อนที่จากขั้วบวกไปยังขั้วลบ หากกระแสไฟฟ้าไหลได้ไม่ครบวงจร หลอดไฟจะไม่สว่าง เรียกวงจรลักษณะนี้ว่า **วงจรเปิด** หากต่อวงจรไฟฟ้าแล้วมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้จนครบวงจร หลอดไฟก็จะสว่าง เรียกวงจรลักษณะนี้ว่า **วงจรปิด** วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งพลังงาน อุปกรณ์ไฟฟ้า และ สายไฟ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation) (10 นาที)

- 1.1 ผู้เรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย ๆ 5-6 คน โดยใช้วิธีการจับฉลากในการแบ่งกลุ่ม
- 1.2 ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะต้องมีหัวหน้ากลุ่มทำหน้าที่เป็นผู้นำการอภิปราย และเลือกสมาชิกในกลุ่มในการจดบันทึกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายและบันทึกการทำหน้าที่ของแต่ละคน
- 1.3 ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมเรื่องวงจรไฟฟ้าจากคำตอบของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

บ้านของผู้เรียนใช้พลังงานไฟฟ้าทำอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดแสงสว่างด้วยหลอดไฟ ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความร้อนด้วยเตาไฟหรือเตารีด เป็นต้น
- 1.4 ผู้สอนพิจารณาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน พร้อมทั้งปรับให้ผู้เรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง

2. ขั้นนำเสนอปัญหา (Problem Statement) (20 นาที)

2.1 ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามหรือปัญหา ที่ว่าเหตุการณ์หรือข่าว ที่ผู้เรียนเคยประสบมาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหลอดไฟที่บ้านใครเคยมีประสบการณ์เปลี่ยนหลอดไฟบ้างและมีปัญหาอย่างไร

ตั้งคำถาม ผู้เรียนเคยเจอไหม ทำไมบางครั้งเราเปลี่ยนหลอดไฟแล้วไม่ติด และ ความสว่างของแสงที่ได้จากหลอดไฟฟ้าไม่เท่ากัน

ผู้สอนไม่เฉลยคำตอบ และให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบจากการทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าในวงจรไฟฟ้า

- 2.2 ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งผู้สอนอภิปรายร่วมกับผู้เรียน
- 2.3 ตัวแทนผู้เรียนแจกเอกสารให้สมาชิกในกลุ่ม
- 2.4 ผู้เรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 เรื่องวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
- 2.5 ผู้เรียนเตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน

3. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) (120 นาที)

3.1 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์จากศึกษาในใบความรู้ที่ 1 มีปัญหาอะไรบ้าง โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์เป็นรายบุคคล โดยกระตุ้นด้วยคำถาม/ปัญหาที่ว่าผู้เรียนคิดว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านมีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอะไรบ้าง

3.2 ผู้เรียนแต่ละคนวิเคราะห์ และนิยามปัญหาว่าเกี่ยวข้องกับอะไรบ้างในการเรียน พร้อมทั้งบันทึกลงในใบบันทึกความรู้ที่ 1

- สภาพของวงจรไฟฟ้า
- ปริมาณของกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับอะไรได้บ้างโดยศึกษาจากสื่อการสอน

3.3 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนนิยามปัญหา วิเคราะห์และสรุปจากสถานการณ์ให้ได้มากที่สุด

3.4 ผู้สอนลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมาอภิปรายผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4. ขั้นฝึกทักษะ (Skill Practice) (90 นาที)

ให้ผู้เรียนศึกษาจากสื่อ AR ผู้สอนแจกใบกิจกรรมที่ 1 ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการต่อวงจรเบื้องต้นแบบต่างๆ

- 4.1 จากกิจกรรมที่ 1 ผู้เรียนนำหลอดไฟฟ้า 2 หลอด มาต่อแบบใดบ้างที่ทำให้หลอดไฟ

สว่าง

แนวคำตอบ แบบอนุกรมและแบบขนาน

4.2 เมื่อกดสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในวงจรไฟฟ้าแต่ละแบบที่มีหลอดไฟฟ้า 2 หลอด ความสว่างของหลอดไฟฟ้าแต่ละวงจรเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ การต่อแบบขนาน หลอดไฟฟ้าจะสว่างมากกว่าการต่อแบบอนุกรม

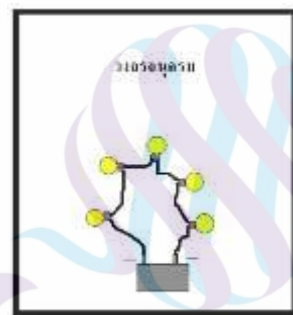
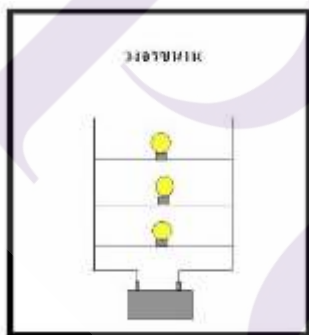
4.3 การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบขนานเข้าไปในวงจรไฟฟ้า มีข้อดีอย่างไร

แนวคำตอบ การต่อแบบขนาน หลอดไฟจะสว่างมากกว่า หรือกระแสไฟฟ้าในวงจรจะมากกว่า

นอกจากนี้ผู้สอนอาจจะมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ในการต่อแบบขนานนั้น หากหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งขัดข้อง หลอดไฟที่เหลือยังคงสว่าง แต่ถ้าต่อแบบอนุกรม หากหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งบกพร่อง วงจรไฟฟ้าก็ไม่สามารถทำงานได้

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

1. การต่อหลอดไฟเข้ากับแหล่งกำเนิด พบว่า มีวิธีการต่อ 2 แบบที่สามารถทำให้หลอดไฟสว่างได้คือ



- การต่อขนานกัน หรือต่อแบบขนาน - การต่อเรียงกัน หรือต่อแบบอนุกรม

เมื่อสังเกตความสว่างของแสงจากหลอดไฟฟ้า พบว่า การต่อแบบขนาน หลอดไฟจะสว่างกว่าการต่อแบบอนุกรม

5. ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment) (60 นาที)

5.1 ผู้เรียนนำข้อมูลที่ศึกษาและทดลองมาสรุปในใบความรู้และ ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า

5.2 ผู้สอนตรวจสอบใบความรู้ พร้อมทั้งร่วมอภิปรายกับผู้เรียน

5.3 ผู้เรียนนำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพื่อลงข้อสรุป

5.4 ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และเขียนบันทึกการเรียนรู้

6. ขั้นสรุป (Conclusion) (60 นาที)

ผู้เรียนส่งตัวแทนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น โดยร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดและสามารถยกตัวอย่างได้พร้อมนำเสนอข้อมูลเพื่อแบ่งปันความรู้ต่อกัน โดยสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สื่อการสอน

1. หนังสือเรียน สารการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.3
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR)
3. ใบบันทึกความรู้ที่ 1 และใบแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การต่อวงจรเบื้องต้นแบบต่าง ๆ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR)
5. ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า

การวัดและประเมินผล

1. วิธีการวัดและประเมินผลให้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนจากการจัดกระบวนการเรียนรู้ใบกิจกรรมที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ภายในกลุ่ม
2. เครื่องมือใช้ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.4 แบบประเมินผลจากใบบันทึกกิจกรรม

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

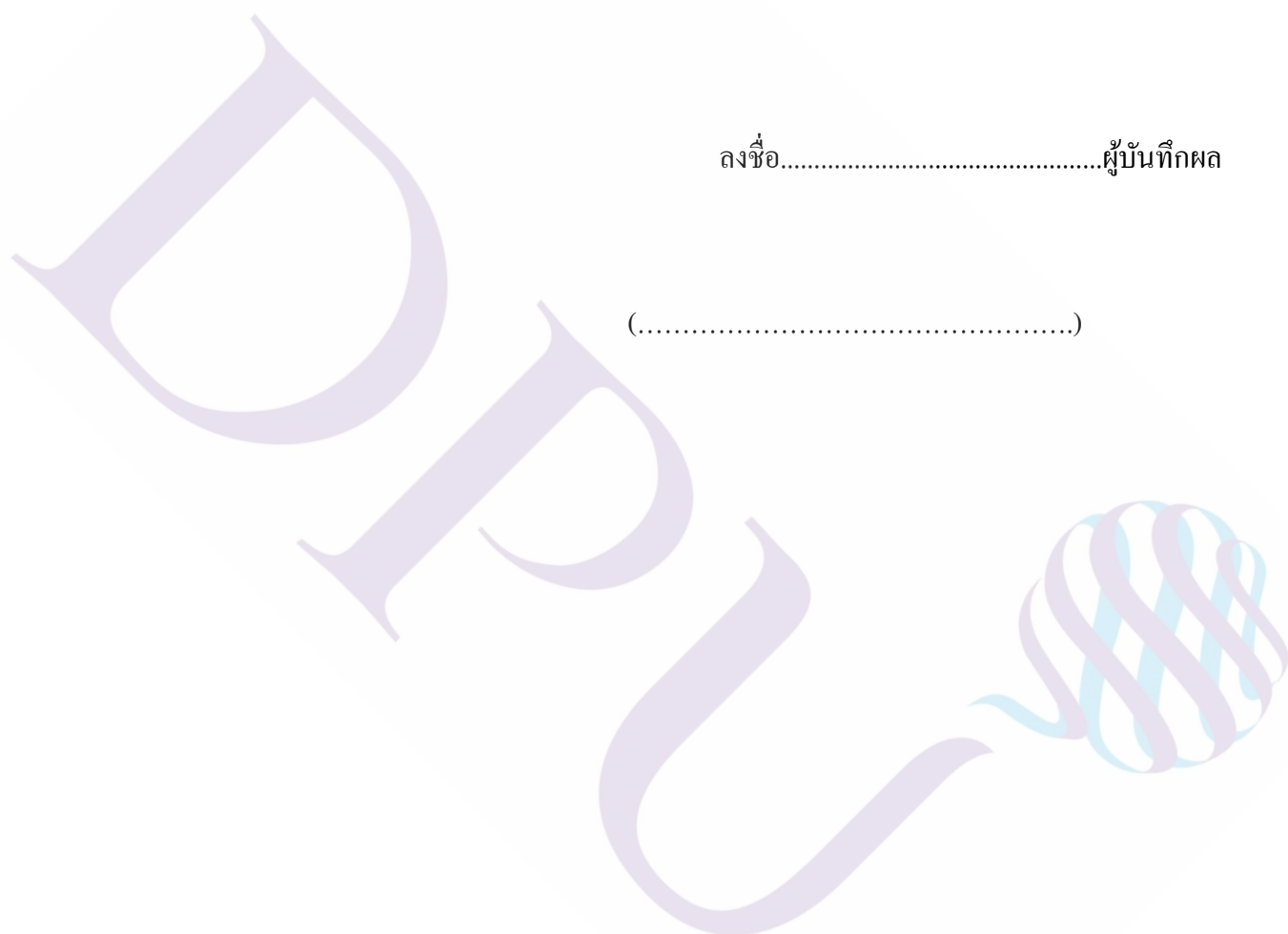
ศึกษาจากการค้นคว้าในอินเทอร์เน็ตเช่น

- <https://sites.google.com/site/mechatronicett09/1>
- http://academic.kus.ku.ac.th/ctech/e-book/F_2/pages/book.pdf

บันทึกผลการจัดกิจกรรม

ลงชื่อ.....ผู้บันทึกผล

(.....)



ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น



ไฟฟ้า (Electricity) เป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งได้จากพลังงานรูปอื่น ๆ เช่น พลังงานจากการเผาไหม้ ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ พลังงานจากน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น และพลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ ได้ด้วยเช่นกัน โดย

อาศัย เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกและช่วยการทำงานของมนุษย์ในชีวิตประจำวันมากมาย

การต่อวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า (Electric circuit) หมายถึง เส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า ต่าง ๆ เช่น เซลล์ไฟฟ้า สายไฟ หลอดไฟ และสวิตช์ ได้ครบรอบเมื่อต่อวงจรไฟฟ้าจนครบวงจร เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น ถ่านไฟฉาย กระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายจะเคลื่อนที่จากขั้วบวกไปยังขั้วลบ หากกระแสไฟฟ้าไหลได้ไม่ครบวงจร หลอดไฟจะไม่สว่าง เรียกวงจรลักษณะนี้ว่า วงจรเปิด หากต่อวงจรไฟฟ้าแล้วมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้จนครบวงจร หลอดไฟก็จะสว่าง เรียกวงจรลักษณะนี้ว่า วงจรปิด วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งพลังงาน อุปกรณ์ไฟฟ้า และ สายไฟ

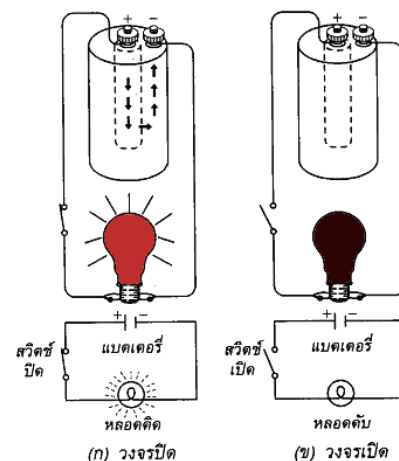
ตารางแสดง ปริมาณต่าง ๆ ทางไฟฟ้าที่ระบุที่เครื่องใช้ไฟฟ้า

ปริมาณทางไฟฟ้า	สัญลักษณ์	หน่วย
ชนิดของกระแสไฟฟ้า	A.C , D.C.	-
ความถี่ของไฟฟ้า	F	Hz (เฮิรตซ์)
กำลังไฟฟ้า	P	w (วัตต์)
กระแสไฟฟ้า	I	A (แอมแปร์)
ความต่างศักย์ไฟฟ้า	V	v (โวลต์)
ความต้านทาน	R	Ω (โอห์ม)

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่แสดงวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

	หลอดไฟฟ้า		แบตเตอรี่
	สวิตช์		เซลล์ไฟฟ้า
	ตัวต้านทาน		ตัวนำไฟฟ้า
	โวลต์มิเตอร์		แอมมิเตอร์
	ฟิวส์		สายดิน

วงจรไฟฟ้า เป็นการนำเอาสายไฟฟ้าหรือตัวนำไฟฟ้าที่เป็นเส้นทางเดินให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านต่อกันได้นั้นเราเรียกว่า วงจรไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่อยู่ภายในวงจรจะเริ่มจากแหล่งจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังการแสดงการต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น โดยการต่อแบตเตอรี่ต่อเข้ากับหลอดไฟ หลอดไฟสว่างได้เพราะว่ากระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ตลอดทั้งวงจรไฟฟ้าและเมื่อหลอดไฟดับก็เพราะว่ากระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลได้ตลอดทั้งวงจร เนื่องจากสวิตช์เปิดวงจรไฟฟ้าอยู่นั่นเอง



ภาพที่ 1 วงจรไฟฟ้า (ก) วงจรปิด (ข) วงจรเปิด

1. อุปกรณ์เบื้องต้นของวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ส่วนประกอบหลักแต่ละส่วนมีหน้าที่การทำงานดังนี้

1.1) แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply)

แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต้องการของภาระไฟฟ้า เช่น หลอดไฟที่ต้องการแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ หมายความว่าแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้แก่หลอดไฟไม่เกิน 24 โวลต์ และกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ ทั้งแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าได้แต่ประสิทธิภาพ ความสว่างของหลอดไฟจะลดลง เกินกว่าไม่ได้จะทำให้ไส้ของหลอดไฟขาดได้



ภาพที่ 2 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

1.2) ตัวนำไฟฟ้า (Conductor)

ตัวนำไฟฟ้าหรือสายไฟฟ้าทำมาจากโลหะที่นำไฟฟ้าได้ดี เช่น เงิน ทองแดง อะลูมิเนียม เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วเลือกใช้ทองแดงเนื่องจากมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีและมีราคาถูก ตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากับภาระไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ในวงจรไฟฟ้าให้ครบวงจร การเลือกใช้ขนาดของตัวนำไฟฟ้าจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรด้วยหมายความว่าถ้าในวงจรไฟฟ้ามีขนาดของแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้ามาก ตัวนำไฟฟ้าจะต้องมีขนาดใหญ่ตามสัดส่วนของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าด้วย



ภาพที่ 3 ตัวนำไฟฟ้า

1.3) ภาระไฟฟ้า (Load)

ภาระไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่แสดงผลของกำลังไฟฟ้าออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานเสียง เป็นต้น ตัวอย่างภาระไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า พัดลม เครื่องเสียง โทรทัศน์ เป็นต้น



ภาพที่ 4 ตัวอย่างภาระไฟฟ้า

2. อุปกรณ์ควบคุม (Control Device)

ในวงจรไฟฟ้าอุปกรณ์ควบคุม เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะถ้าไม่มีแล้วจะทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานหรือเกิดอันตรายในขณะที่ซ่อมบำรุงรักษาวงจรไฟฟ้า ตัวอย่าง อุปกรณ์ควบคุม เช่น สวิตช์ต่าง ๆ เบรกเกอร์ คัตเอาต์ เป็นต้น



ภาพที่ 5 ตัวอย่างอุปกรณ์ควบคุม

3. อุปกรณ์ป้องกัน (Safety Device)

ในวงจรไฟฟ้าอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ อุปกรณ์ป้องกัน เนื่องจากอุปกรณ์ชนิดนี้จะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าชำรุด เสียหายได้ ในกรณีที่วงจรมีกระแสไฟฟ้าไหลเกินกำหนด ตัวอย่างอุปกรณ์ป้องกันดังรูปภาพที่ 6 เช่น ฟิวส์ เบรกเกอร์ เป็นต้น



ภาพที่ 6 ตัวอย่างอุปกรณ์ป้องกัน

4. สภาพวงจรไฟฟ้า

สภาพของวงจรไฟฟ้ามี 3 สภาพ ดังนี้

4.1 วงจรปิด (Close Circuit)

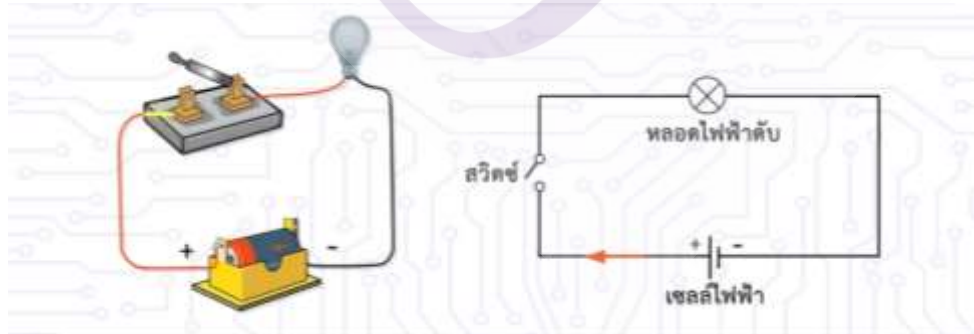
วงจรปิด หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทุกตัวถึงกันทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไหลครบวงจร ภาระไฟฟ้าทำงานได้ตามกำหนดดังภาพที่ 7 หลอดไฟจึงสว่าง



ภาพที่ 7 วงจรปิด

4.2 วงจรเปิด (Open Circuit)

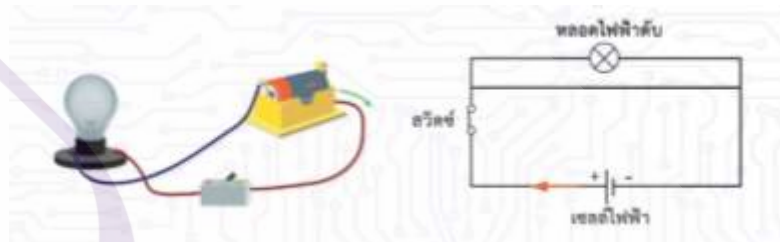
วงจรเปิด หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่การเชื่อมต่ออุปกรณ์ไม่เชื่อมต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไหลไม่ครบวงจร สาเหตุของวงจรเปิดอาจเกิดจากสายหลุด สายขาด สายหลวม สวิตช์ไม่ต่อวงจร หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด เป็นต้น จึงทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร ภาระไฟฟ้าจึงไม่สามารถทำงานได้ตามกำหนดดังภาพที่ 8 หลอดไฟจึงไม่สว่าง



ภาพที่ 8 วงจรเปิด

4.3 วงจรลัด (Short Circuit)


วงจรลัด หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่ไม่ได้ไหลผ่านโหลดหรือตัวต้านทาน เพราะเกิดการลัดวงจรขึ้นหรือเรียกว่า "ไฟช็อต" สาเหตุเกิดจากสายไฟชำรุดหรือเก่าเกินไป จนวนหุ้มสายไฟเปียก สายไฟทั้งสองเส้นแตะกัน นอกจากนี้แล้วสายไฟแรงสูงซึ่งเป็นสายเปลือย(สายไม่หุ้มฉนวน) อาจจะมีวัตถุซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้าวางพาดระหว่างสายทั้งสองนั้น หรือการเดินวงจรไฟฟ้าผิดจะทำให้เกิดการลัดวงจรได้ ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ทำงานตามกำหนดดังภาพที่ 9 หลอดไฟจึงไม่สว่าง



ภาพที่ 9 วงจรลัด

5. กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่ง กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้หลายวิธี เช่น เกิดจากความแตกต่างของพลังงานสองบริเวณ เกิดจากปฏิกิริยาเคมี

เกิดจากการเหนี่ยวนำของวัตถุเป็นต้น เครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เรียกว่า แอมมิเตอร์ (ammeter) มีหน่วยการวัด คือ แอมแปร์ (ampere) ใช้ตัวย่อแทนกระแสไฟฟ้าว่า I สัญลักษณ์ของแอมมิเตอร์ คือ 

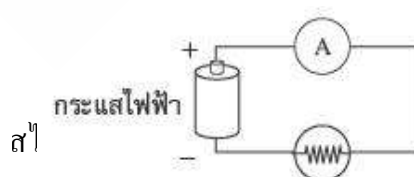


รูปแสดงลักษณะของแอมมิเตอร์

แอมมิเตอร์ที่ดีต้องมีความต้านทานน้อย เพื่อให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไหลผ่านตัวแอมมิเตอร์ให้มากที่สุด

การใช้แอมมิเตอร์วัดปริมาณกระแสไฟฟ้ามีลักษณะ เช่นเดียวกับการใช้มาตรวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อประปา คือ ต้องต่อแอมมิเตอร์แทรกในวงจรที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเรียงลำดับในวงจรไฟฟ้าเป็นการต่อแบบอนุกรม

เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เป็นค่าเดียวกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรนั้น ดังรูป



รูปแสดงการต่อแอมมิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า

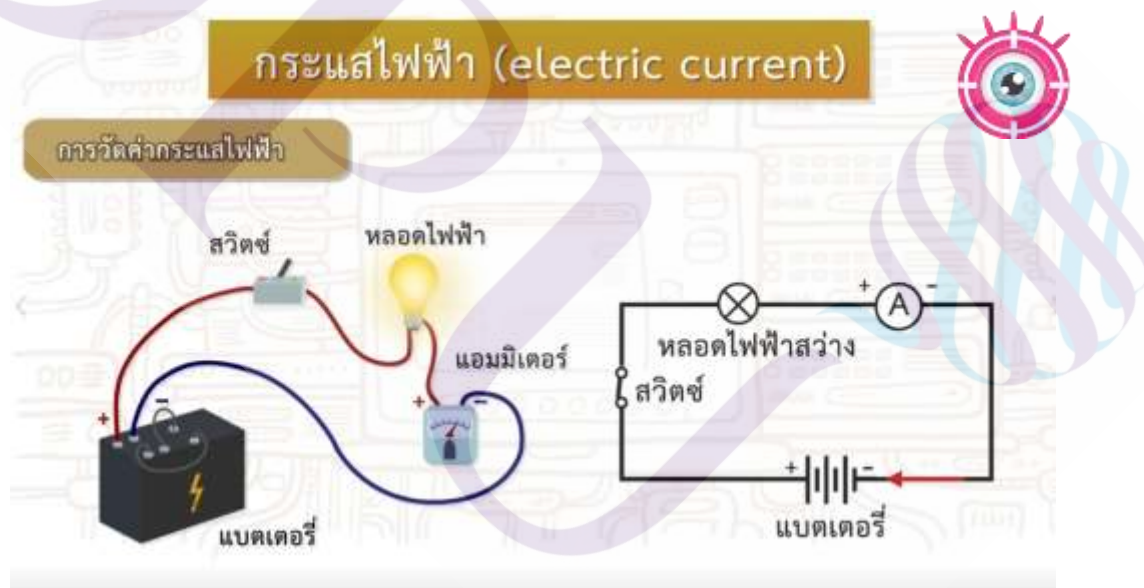
ปกติกระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า หรือจากขั้วบวกผ่านวงจรไปยังขั้วลบทางเดียวตลอดเวลา เช่น กระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้า (ถ่านไฟฉาย) หรือจากแบตเตอรี่

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current : AC) เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลกลับไปกลับมา โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ และไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวกสลับกัน เช่น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือน กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากไดนาโม

6. วิธีวัดค่ากระแสไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้า เรียกว่า แอมมิเตอร์ (Ampere meter)

ตัวอย่าง การวัด ทำการต่อหลอดไฟฟ้าขนาดเล็กเข้ากับแบตเตอรี่ และวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้า โดยนำปลาย + ของแอมมิเตอร์ผ่านหลอดไฟฟ้าต่อกับขั้ว + ของแบตเตอรี่ และนำปลาย - ของแอมมิเตอร์ต่อกับขั้ว - ของแบตเตอรี่ ดังรูป



ข้อควรระวังในการวัดกระแสไฟฟ้า ดังนี้

1. แอมมิเตอร์แต่ละเครื่องมีการกำหนดขีดจำกัดในการวัดกระแสไว้ ดังนั้น ในการวัดแต่ละครั้งควรประมาณปริมาณกระแสที่จะวัดก่อน เพื่อเลือกใช้แอมมิเตอร์ที่มีขีดจำกัดที่เหมาะสม
2. อย่าต่อปลาย + และ - ของแอมมิเตอร์ผิดพลาด เพราะจะทำให้เข็มของเครื่องวัดตีกลับ

3. ห้ามต่อปลายทั้งสองของแอมมิเตอร์กับขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่โดยตรง เพราะเข็มของเครื่องวัดจะตีสจนสุดสเกล อาจทำให้พังได้

7. ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electrical potential difference)

ความต่างศักย์ไฟฟ้า คือ ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ และจะหยุดไหลเมื่อศักย์ไฟฟ้าทั้งสองจุดเท่ากัน

งานในการเคลื่อนประจุ (J)

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)

$$V = \frac{W}{Q}$$

ประจุไฟฟ้า (C)


ข้อควรรู้

ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดเปรียบได้กับการไหลของน้ำ ซึ่งจะไหลจากที่สูงไปยังที่ต่ำ และจะหยุดไหลเมื่อระดับน้ำเท่ากัน

8. วิธีวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เรียกว่า โวลต์มิเตอร์ (voltmeter) มีหน่วย

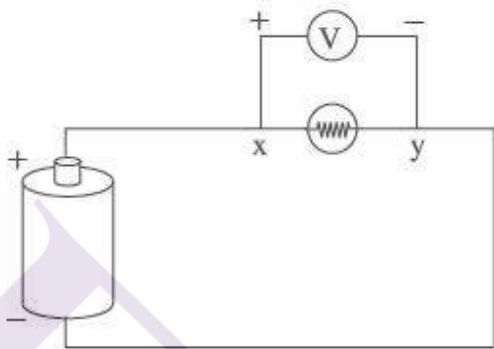
การวัด คือ โวลต์ (volt) ใช้ตัวย่อแทนความต่างศักย์ว่า V สัญลักษณ์ของโวลต์มิเตอร์

คือ 



รูปแสดงลักษณะโวลต์มิเตอร์

โวลต์มิเตอร์ที่ดีจะต้องมีความต้านทานสูงเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยที่สุดเมื่อเราต้องการวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า สามารถทำได้โดยการนำโวลต์มิเตอร์ต่อคร่อมระหว่าง 2 จุดนั้น เราเรียกการต่อลักษณะนี้ว่า การต่อแบบขนาน ดังรูป



ข้อควรรู้

โวลต์ (volt) เป็นชื่อของ อาเลสซันโดร วอลตา (Alessandro Volta) ผู้ประดิษฐ์คิดค้นแบตเตอรี่เป็นคนแรก

รูปแสดงการต่อโวลต์มิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า

การที่กระแสไฟฟ้าไหล เนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชนิดก็จะไม่เท่ากัน เช่น ถ่านไฟฉายมีความต่างศักย์ประมาณ 1.5 โวลต์ แบตเตอรี่รถยนต์มีความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 12 โวลต์ ส่วนสายไฟฟ้าภายในบ้านมีความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 220 โวลต์ ทั้งนี้ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น ระดับพลังงานไฟฟ้าก็จะมากขึ้นด้วย ซึ่งจะมีผลและเกิดอันตรายได้ง่าย

กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นหรือไหลผ่านได้มากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะตัวนำไฟฟ้าว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร

9. การต่อวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้าสามารถต่อได้ 3 วิธีดังนี้วงจรอนุกรม วงจรขนานและวงจรผสม

9.1 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit)

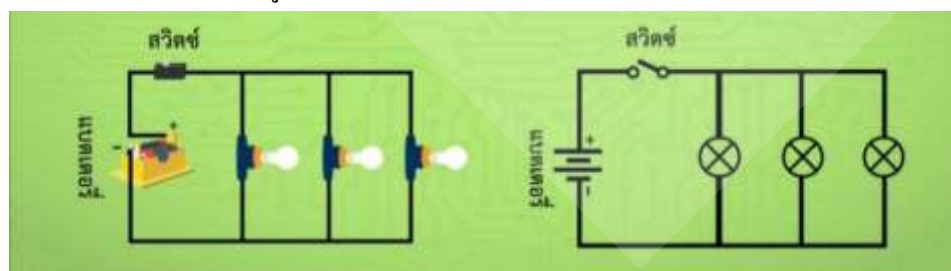
วงจรอนุกรมเป็นการนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์ ต่อแถวเดียวเรียงกันไป โดยใช้สายไฟต่อเข้าที่ขาข้างหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนขาอีกข้างต่อไปยังขาอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ได้ครบตามองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า ดังภาพที่ 10 เมื่อปิดสวิตซ์เชื่อมต่อวงจรแล้วหลอดไฟฟ้าทั้ง 3 หลอดจะติดพร้อมกัน โดยที่มีปริมาณของกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทุกส่วนของวงจรเท่ากัน แต่ถ้ามีหลอดใดหลอดหนึ่งเสียหลอดไฟฟ้าทั้ง 3 จะไม่สว่าง



ภาพที่ 10 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

9.2 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit)

วงจรขนานเป็นการนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์ มาต่อขนานกันให้ได้ครบตามองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า ดังภาพที่ 11 คือเป็นการนำปลายข้างเดียวกัน (ขั้วเดียวกัน) ของแต่ละอุปกรณ์ มารวมกันก่อน แล้วจึงต่อเข้ากับเซลล์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะแยกผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละอย่าง โดยกระแสไฟรวมในวงจรเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่แยกผ่านอุปกรณ์แต่ละอย่างรวมกัน เมื่อปิดสวิตซ์เชื่อมต่อวงจรแล้วหลอดไฟฟ้าทั้ง 3 หลอดจะติดพร้อมกัน แต่ถ้ามีหลอดใดหลอดหนึ่งเสีย หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่างอยู่



ภาพที่ 11 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

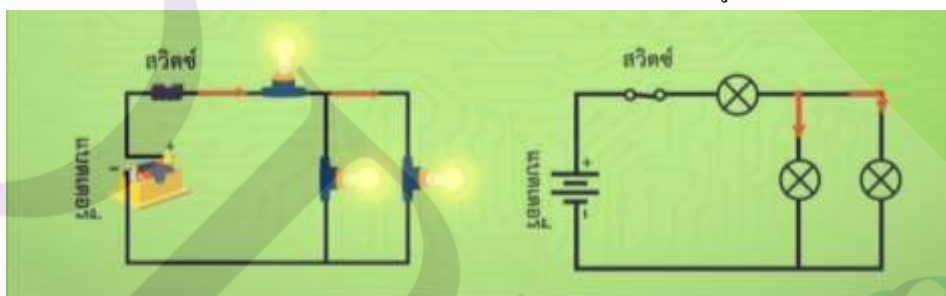
9.3 วงจรไฟฟ้าแบบผสม (Compound)

เป็นวงจรที่นำเอาวิธีการต่อแบบอนุกรม และวิธีการต่อแบบขนานมารวมให้เป็นวงจรเดียวกัน ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะของการต่อได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. วงจรผสมแบบอนุกรม-ขนาน เป็นการนำเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลดไปต่อกันอย่างอนุกรมก่อน แล้วจึงนำไปต่อกันแบบขนานอีกครั้งหนึ่ง

2. วงจรผสมแบบขนาน-อนุกรม เป็นการนำเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลดไปต่อกันอย่างขนานก่อน แล้วจึงนำไปต่อกันแบบอนุกรมอีกครั้งหนึ่ง

วงจรผสมเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าโดยการนำเอาวงจรแบบอนุกรมและแบบขนานมาต่อร่วมกัน ในแต่ละส่วนของวงจรให้ดูคุณสมบัติของวงจรนั้น ๆ เป็นหลัก จากภาพที่ 12 ถ้าหลอดไฟฟ้า L1 ขาดจะทำให้หลอดไฟฟ้าทั้งหมดไม่ติด แต่ถ้าหลอดไฟฟ้า L2 หรือ L3 ขาด หลอดใดหลอดหนึ่ง หลอดไฟฟ้า L1 และหลอดไฟฟ้า L2 หรือ L3 ยังคงติดสว่างอยู่



ภาพที่ 12 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม

ตารางแสดงการเปรียบเทียบผลการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

แบบอนุกรม	แบบขนาน
<p>1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดมีค่าเท่ากัน และเท่ากับกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ไหลในวงจร ดังสมการ</p> $I_{รวม} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$	<p>1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดจะไม่เท่ากัน แต่ถ้าหลอดมีความต้านทานไม่เท่ากัน แต่กระแสไฟฟ้ารวมจะเท่ากับผลบวกของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแต่ละหลอด ดังสมการ</p> $I_{รวม} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$
<p>2. ความต้านทานรวม จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนหลอดไฟฟ้าที่นำมาต่อกัน จึงทำให้ความต้านทานมีค่ามาก ดังสมการ</p>	<p>2. ความต้านทานรวมจะน้อยลง และน้อยกว่าความต้านทานที่น้อยที่สุดในวงจร ความต้านทานรวมจะมีค่า ดังสมการ</p>

$R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	$\frac{1}{R_{รวม}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
<p>3. ความต่างศักย์รวม มีค่าเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ของ หลอดไฟแต่ละหลอด ดังสมการ</p> $V_{รวม} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$	<p>3. ความต่างศักย์รวม จะมีค่าเท่ากับความต่างศักย์ของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด ดังสมการ</p> $V_{รวม} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$
<p>4. หลอดไฟทุกหลอดจะทำงานและหยุดทำงานพร้อมกัน ไม่สามารถเลือกเปิด-ปิด หลอดใดหลอดหนึ่งตามต้องการได้</p>	<p>4. หลอดไฟแต่ละหลอดจะทำงานและหยุดทำงานแยกกัน ดังนั้นจึงสามารถเลือกเปิด-ปิดหลอดใดหลอดหนึ่งได้ตามต้องการ</p>

ข้อควรรู้

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม หลอดไฟฟ้าจะสว่างน้อยกว่าการต่อแบบขนาน เพราะการต่อแบบอนุกรมจะทำให้ความต้านทานรวมในวงจรมีค่ามากกว่ากระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อย
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดในบ้านจะต่อกันแบบขนาน ทั้งนี้เพื่อ
 - ให้ความต้านทานรวมมีค่าน้อยลง ทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากพอที่จะให้เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถทำได้ดี

ใบกิจกรรมที่ 1

การทดลองเรื่อง การต่อวงจรเบื้องต้นแบบต่าง ๆ

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเปิดจากเอกสารประกอบการเรียน แล้วกดเข้าที่กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1
2. ปฏิบัติกิจกรรมตามคำแนะนำ แล้วบันทึกผลการทดลอง

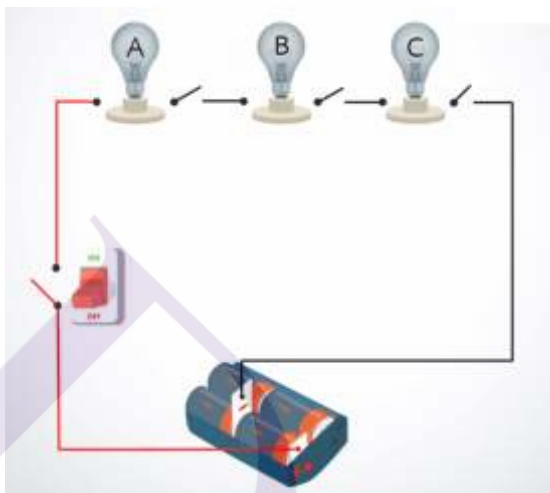
อุปกรณ์การทดลอง

1. หลอดไฟ 3 หลอด
2. สายไฟฟ้า
3. ถ่านไฟฉาย
4. สวิตซ์ไฟ



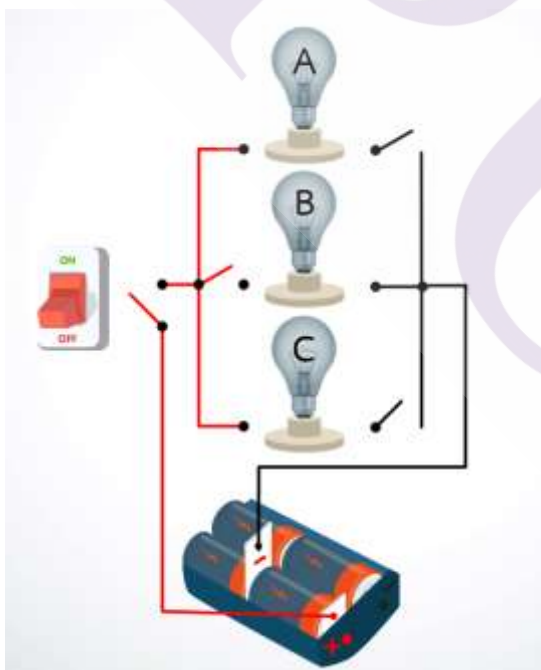
วิธีการทดลอง

การต่อแบบอนุกรม

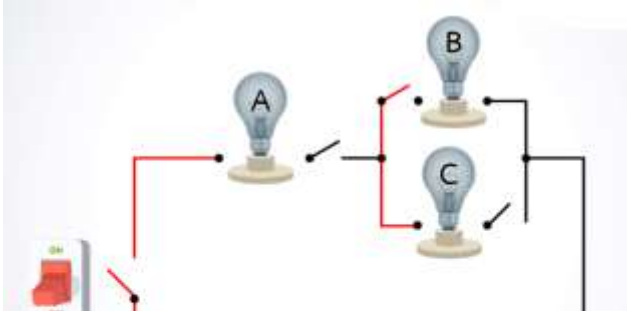


1. กดสวิตช์ (วงจรถัด) เพื่อสังเกตความสว่างของหลอดไฟทั้ง 3 ดวง
2. ทดลองต่อขั้วสายไฟที่หลอดไฟ A แล้วสังเกตหลอดไฟ B และ C และบันทึกผล
3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่เปลี่ยนไปถอดขั้วสายไฟที่หลอดไฟ B และ C ตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

การต่อแบบขนาน



1. กดสวิตช์ (วงจรถัด) เพื่อสังเกตความสว่างของหลอดไฟทั้ง 3 ดวง
2. ทดลองต่อขั้วสายไฟที่หลอดไฟ A แล้วสังเกตหลอดไฟ B และ C และบันทึกผล
3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่เปลี่ยนไปถอดขั้วสายไฟที่หลอดไฟ B และ C ตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล



1. กดสวิตช์ (วงจรถัด) เพื่อสังเกตความสว่างของหลอดไฟทั้ง 3 ดวง
2. ทดลองต่อขั้วสายไฟที่หลอดไฟ A แล้วสังเกตหลอดไฟ B และ C และบันทึกผล

ใบบันทึกความรู้ที่ 1

เรื่อง วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น



ใบแบบฝึกหัดที่ 1

ตอนที่ 1 เขียนสัญลักษณ์วงจรไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
	หลอดไฟฟ้า
	สวิตช์
	ตัวต้านทาน
	โวลต์มิเตอร์
	ฟิวส์
	แบตเตอรี่
	เซลล์ไฟฟ้า
	ตัวนำไฟฟ้า
	แอมมิเตอร์
	สายดิน

ตอนที่2 นักเรียนตอบคำถามพอสั่งเขป

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมหมายถึง ต่ออย่างไร

2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานหมายถึง ต่ออย่างไร

3. เพราะเหตุใดการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมสว่างน้อยกว่าการต่อแบบขนาน

4. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของเราควรต่อแบบไหน เพราะเหตุใด

ตอนที่3 นักเรียนตอบคำถามพอสังเขป

1. วงจรไฟฟ้าคือ

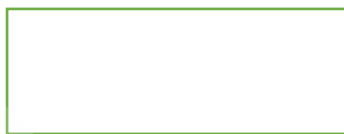
2. วงจรไฟฟ้า มีกี่ส่วน อะไรบ้างและทำหน้าที่อะไร

3. ไฟช็อตสาเหตุเกิดจากอะไรและจะป้องกันอย่างไร

4. กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า (electronic current) คือ

เราสามารถหาค่าของกระแสไฟฟ้าหาจากสมการ



Q คือ _____ หน่วยเป็น _____

t คือ _____ หน่วยเป็น _____

I คือ _____ หน่วยเป็น _____

5. ชนิดของกระแสไฟฟ้า

5.1 กระแสไฟฟ้าตรง (Direct Current or D. C.) คือ

_____ นั้นคือ ถ้าขั้วใดเป็นขั้วบวกก็จะประจุติดัวเป็นขั้วบวก ส่วนขั้วใดเป็นขั้วลบก็จะเป็นขั้วลบตลอดไป

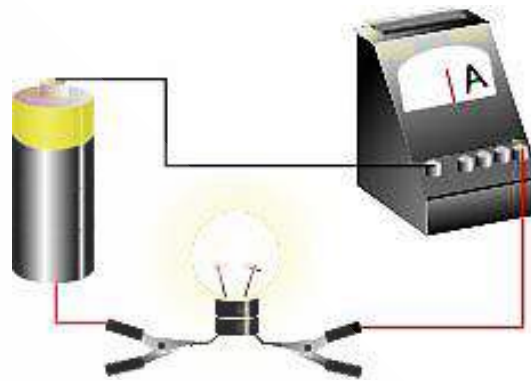
กระแสไฟฟ้าตรงได้จาก _____ ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการ เปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า

5.2 กระแสไฟฟ้าสลับ (Alternating Current or A. C.) คือ

_____ นั้นคือ ถ้าขณะนี้ เป็นบวกบวกเมื่อไหร่ครบวงจรแล้วก็จะเปลี่ยนเป็นขั้วลบ ขณะเดียวกันอีกควรเป็นขั้วลบ เมื่อไหร่ครบวงจรก็จะเปลี่ยนเป็นขั้วบวกเช่นนี้ สลับกันไป

กระแสไฟฟ้าสลับได้จาก _____ ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

6. การวัดกระแสไฟฟ้า



เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าเรียกว่า _____ สัญลักษณ์

มี 2 แบบ

- แอมมิเตอร์วัดไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อใช้วัดกระแสไฟฟ้าต้องคำนึงถึงขั้วบวกและขั้วลบของเครื่องมือวัด

- แอมมิเตอร์วัดไฟฟ้ากระแสสลับ เวลาจะใช้วัดกระแสไฟฟ้าสลับไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงขั้วลบ ขั้วบวกเหมือนแอมมิเตอร์วัดไฟฟ้ากระแสตรงเพราะไฟฟ้ากระแสสลับมีการเปลี่ยนขั้วลบบวกตลอดเวลา

การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในวงจรจะต้องต่อแอมมิเตอร์แบบ _____

7. ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electrical potential difference) คือ _____

สูตร ความต่างศักย์ = พลังงานหรืองานที่ใช้ในการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทประจุ ปริมาณประจุที่เคลื่อนที่หรือถูกถ่ายเท หรือ เมื่อ

8. ชนิดของความต่างศักย์ไฟฟ้า

8.1 ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์หรือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างภายนอกขั้วเซลล์ คือ

8.2 ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์หรือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างภายในขั้วเซลล์ คือ

9. การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าเรียกว่า _____ สัญลักษณ์ _____
มี 2 แบบ คือ

W คือ _____ หน่วยเป็น _____

Q คือ _____ หน่วยเป็น _____

V คือ _____ หน่วยเป็น _____

10. กฎของโอห์ม (Ohm's law)

กฎของโอห์ม (Ohm's law) กล่าวว่า

จะได้สมการ

V คือ _____ หน่วยเป็น _____

I คือ _____ หน่วยเป็น _____

R คือ _____ หน่วยเป็น _____



ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองจากสังเกต

1. ตารางบันทึกผลการทดลอง

การต่อแบบอนุกรม

หลอดสายไฟ ที่ขั้วหลอด	ผลการสังเกต		
	A	B	C
A			
B			
C			

การต่อแบบขนาน

หลอดสายไฟ ที่ขั้วหลอด	ผลการสังเกต		
	A	B	C
A			
B			
C			

การต่อแบบผสม

หลอดสายไฟ ที่ขั้วหลอด	ผลการสังเกต		
	A	B	C
A			
B			
C			

2. คำถามแสดงความเข้าใจพอสังเขป

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้เข้าใจพอสังเขป

1. การต่อแบบอนุกรมถ้าหลอดไฟ A เสียจะเกิดอะไรขึ้น

2. การต่อแบบอนุกรมถ้าหลอดไฟ B เสียจะเกิดอะไรขึ้น

3. การต่อแบบอนุกรมถ้าหลอดไฟ C เสียจะเกิดอะไรขึ้น

4. การต่อแบบขนานถ้าหลอดไฟ A เสียจะเกิดอะไรขึ้น

5. การต่อแบบขนานถ้าหลอดไฟ B เสียจะเกิดอะไรขึ้น

6. การต่อแบบขนานถ้าหลอดไฟ C เสียจะเกิดอะไรขึ้น

7. การต่อแบบผสมถ้าหลอดไฟ A เสียจะเกิดอะไรขึ้น

8. การต่อแบบผสมถ้าหลอดไฟ B เสียจะเกิดอะไรขึ้น

9. การต่อแบบผสมถ้าหลอดไฟ C เสียจะเกิดอะไรขึ้น

10. การต่อวงจรในรูปแบบไหนดีที่สุด เพราะอะไร

11. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชาวิทยาศาสตร์

มัธยมศึกษาปีที่ 3

วงจรไฟฟ้า

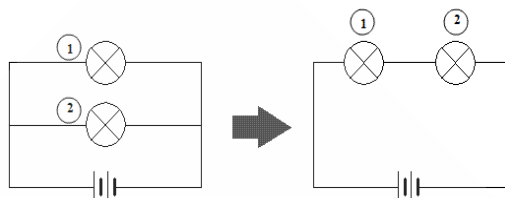
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

คำชี้แจง

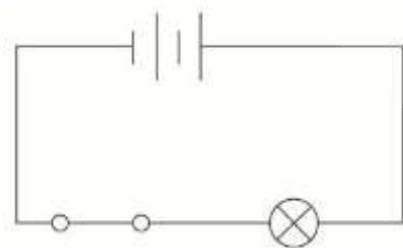
1. ห้ามขีดเขียนใดกลงในข้อสอบและห้ามนำข้อสอบออกนอกห้องสอบโดยเด็ดขาด
2. ข้อสอบเป็นแบบ ปรนัย 4 ตัวเลือก 40 ข้อ เวลา 40 นาที
3. ให้ตอบคำถามทุกข้อลงในกระดาษคำตอบ

1. วงจรไฟฟ้าความหมายใดถูกต้องที่สุด
 - ก. สายไฟที่มีแรงดันจ่ายให้
 - ข. วงจรการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้า
 - ค. วงจรที่มีกระแสลัดวงจรไหลครบวงจร
 - ง. วงจรที่นำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าว ไม่ ถูกต้อง
 - ก. ถ่านไฟฉายให้ไฟฟ้ากระแสตรง
 - ข. แบตเตอรี่รถยนต์ให้ไฟฟ้ากระแสสลับ
 - ค. การไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดเมื่อมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุด
 - ง. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นมากเท่าใด จะได้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นเท่านั้น
3. วงจรไฟฟ้าส่วนที่ทำงานแล้วเกิดกำลังไฟฟ้าขึ้นมากคืออะไร
 - ก. สวิตช์
 - ข. โหลด
 - ค. สายไฟ
 - ง. แหล่งจ่ายไฟ
4. ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าใดทำหน้าที่เป็น โหลด
 - ก. หลอดไฟ
 - ข. สายไฟ
 - ค. สวิตช์
 - ง. ฟิวส์

5. จากภาพเป็นการต่อหลอดไฟฟ้า หลอดไฟหลอดที่ 1 และ 2 เหมือนกัน เมื่อนำมาต่อดังภาพในวงจรที่ 1 และวงจรที่ 2 ผลการส่องสว่างของวงจรทั้งสองเป็นอย่างไร



- ก. ได้หลอดขาด
 ข. แต่ละหลอดสว่างเท่าเดิม
 ค. แต่ละหลอดสว่างน้อยกว่าเดิม
 ง. แต่ละหลอดสว่างมากกว่าเดิม
6. ถ้าต้องการให้มีกระแสไฟฟ้า 5 A ไหลผ่านตัวต้านทาน 30Ω เมื่อต่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 V จะต้องนำไปต่อแบบอนุกรมกับตัวต้านทานที่มีค่าเท่าใด
- ก. 10Ω
 ข. 12Ω
 ค. 14Ω
 ง. 16Ω
7. แรงดันที่สามารถทำให้กระแสไฟฟ้า 2 A สามารถไหลผ่านตัวต้านทาน 10Ω ได้ มีค่าเท่าใด
- ก. 2 V
 ข. 5 V
 ค. 10 V
 ง. 20 V
8. จากแผนภาพ มีส่วนประกอบอะไรบ้างในวงจรไฟฟ้า



- ก. เซลล์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า

- ข. เซลล์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และสวิตช์
- ค. แบตเตอรี่ หลอดไฟฟ้า และสวิตช์
- ง. แบตเตอรี่ หลอดไฟฟ้า สวิตช์ และสายไฟ

9. ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าเป็นอย่างไร

- ก. ออกจากขั้ว - ไปยังขั้ว +
- ข. ออกจากขั้ว + ไปยังขั้ว -
- ค. ออกจากขั้ว + และขั้ว - สลับกัน
- ง. ไหลไปในทิศทางเดียวกัน

10. ถ้าต้องการต่อเครื่องสูบน้ำกับวงจรไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 V กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ 5 A จะมีกำลังไฟฟ้าเท่าใด

- ก. 44 W
- ข. 88 W
- ค. 1,100 W
- ง. 2,200 W



ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ



ชื่อ _____ นามสกุล _____

ชั้น _____ เลขที่ _____

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบบวัดฉบับนี้เป็นข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหา ข้อโต้แย้งข้อมูล บทความต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน

2. ผู้เรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ แล้วให้ผู้เรียนอ่านคำถามในแต่ละข้อแล้วตอบคำถามใน

กระดาษคำตอบ

3. การตอบแบบวัดฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน กรุณาตั้งใจทำทุกข้อ เพื่อจะทำให้แบบวัดฉบับนี้มีคุณภาพในการนำไปใช้ต่อไป

4. แบบวัดฉบับนี้มีจำนวน 5 สถานการณ์ รวม 15 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

สถานการณ์ที่ 1

คำชี้แจงให้อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1 - 3

แหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง โดยเฉพาะหมู่เกาะต่างๆ ในช่วงฤดูการท่องเที่ยว มีคนจำนวนมากมาท่องเที่ยวไม่ว่าจะเป็นกลุ่มทัวร์จากต่างประเทศ และคนไทยที่มาเป็นครอบครัว จึงทำให้เกิดไฟฟ้าดับอยู่เสมอ นักท่องเที่ยวมีการยกเลิกและการจองทัวร์น้อยลงไปทุกปี การแก้ไขเบื้องต้น คือ การรณรงค์ให้ชาวบ้านช่วยกันประหยัดไฟ โดยเฉพาะจังหวัดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ที่มักจะมีการเกิดไฟฟ้าดับเป็นประจำ

1. จากบทความ ปัญหาคืออะไร

2. เมื่อเกิดไฟฟ้าดับบ่อย นักเรียนคิดว่าส่งผลกระทบต่อใครและอย่างไร

3. จงสรุปสถานการณ์ว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาเกิดจากอะไรและเพราะอะไร

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา



ชื่อ _____ นามสกุล _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลบับนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบบวัดฉบับนี้เป็นข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหา ข้อโต้แย้งข้อมูล บทความต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน
2. ผู้เรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ แล้วให้ผู้เรียนอ่านคำถามในแต่ละข้อแล้วตอบคำถามใน
กระดาษคำตอบ
3. การตอบแบบวัดฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน กรุณาตั้งใจทำทุกข้อ เพื่อจะทำให้แบบวัดฉบับนี้มีคุณภาพในการนำไปใช้ต่อไป
4. แบบวัดฉบับนี้มี จำนวน 5 สถานการณ์ รวม 20 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

สถานการณ์ที่ 1 คำชี้แจงให้อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1- 4

เรื่อง จันท์เพ็ญตัดสินใจ

จันท์เพ็ญกลุ่มใจหน้าของเธอมีทั้งสิ่วและฝ้ายขึ้นเต็มทีใบหน้า เธอพยายามหาซื้อครีมรักษาสิ่วฝ้ายทางอินเทอร์เน็ต และจากการแนะนำของเพื่อน ๆ อยู่เสมอ แต่ก็ไม่ได้ผล วันหนึ่งเธอเดินไปซื้อของที่ตลาด เห็นคนมุงดูสินค้าแฉงลอยกันแน่นมาก เธอจึงเข้าไปดูเห็นหญิงสาวสวยคนหนึ่งกำลังโฆษณาครีมแก้สิ่วผิวใส หญิงผู้นั้นบรรยายสรรพคุณพร้อมสาธิตให้ดูที่บริเวณหลังฝ่ามือให้ดูลักษณะการทาครีมและเห็นความแตกต่าง ว่าผิวเธอดูเนียนสวยขึ้น จันท์เพ็ญจึงตัดสินใจซื้อชุดเซ็ตครีม 1 ชุด ราคาค่อนข้างแพงมาก เมื่อจันท์เพ็ญทดลองทาครีมครบ 1 สัปดาห์ปรากฏว่าผิวของเธอยังเป็นสิ่วฝ้ายเพิ่มมากกว่าเดิมแถมมีผื่นแดงเต็มใบหน้า

1. ปัญหาของจันท์เพ็ญคืออะไร

2. สาเหตุจากอะไร

3. มีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน



แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง ซึ่งพิจารณา 2 ด้านคือ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 2) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ จึงขอความร่วมมือนักเรียนในการตอบแบบวัดให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริงเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบวัด

ให้เขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามเพศของนักเรียน

เพศ ชาย หญิง

ตอนที่ 2 แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบ

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจดังนี้

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

กิจกรรม	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้					
1. นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน					
2. เนื้อหาที่เรียนมีความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์					
3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นลำดับต่อเนื่องไม่สับสน					
4. ไม่มีแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม					
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้					

กิจกรรม	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
6. นักเรียนไม่ทราบพัฒนาการการเรียนรู้ของตน					
7. ส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักคิดแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล					
8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมี วิจรรณญาณและทำให้สรุปบทเรียนได้ด้วยตนเอง					
9. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมี วิจรรณญาณ					
10. การใช้สื่อในการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน					
11. ห้องเรียน สื่อ และสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอ					
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้					
12. นักเรียนชอบเรียนวิชานี้มากขึ้น					
13. นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีกับการเรียนรู้ได้ดีขึ้น					
14. การจัดการเรียนรู้ไม่สามารถทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ ในวิชาอื่นๆ					
15. นักเรียนได้ฝึกคิดและทำงานอย่างเป็นระบบ					
16. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น					
17. นักเรียนไม่อยากร่วมทำกิจกรรม					
18. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล					
19. นักเรียนนำความรู้จากวิชานี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
20. ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพได้					

ภาคผนวก ค
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้





ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparation)



ขั้นนำเสนอปัญหา (Problem Statement)



ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analyze)



ขั้นฝึกทักษะ (Practice)




ขั้นประเมินผลทักษะ (Skill Assessment)



ขั้นสรุป(Conclusion)

ตัวอย่างใบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



แบบทดลอง

ใบบันทึกความรู้ที่ 1

เรื่อง วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ไฟฟ้า → เป็นพลังงาน รูปพลังงานที่เคลื่อนที่

วงจรไฟฟ้า → เส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ

① ขั้วบวกและขั้วลบ มี 3 ส่วน

② ขั้วบวกคือขั้วลบ ไม่เกิดสิ่งต่างจากขั้วลบ

③ ขั้วบวกคือขั้วลบ ไม่ใช้สาร (Close) เสียหาย

สภาพวงจร

การต่อวงจรไฟฟ้า

- 1) ขั้วบวก : เรียงกัน ปิดสวิตช์ที่ขั้วลบ
- 2) ขั้วลบ : ต่อขั้วบวกกับขั้วลบที่ขั้วลบ
- 3) ขั้วลบ : ขั้วลบ - ขั้วลบ

การวัดค่ากระแสไฟฟ้า $I = \frac{Q}{t}$ → ค่าประจุไฟฟ้า (C)
กระแสไฟฟ้า (A) → เวลาใช้ (s)

ความต่างศักย์ (V) → ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้า ระหว่างจุดสองจุด

กระแสไฟฟ้า (I) → กระแสที่เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ใช้แอมมิเตอร์วัด

กฎของโอห์ม → $I \propto V / V = IR, R = \frac{V}{I}, I = \frac{V}{R}$

$R = \frac{V}{I}$ → ความต้านทาน (Ω)

ความต้านทาน

$V = \frac{W}{Q}$ → อัตราเร็วของพลังงาน



ตอนที่ 2 นักเรียนตอบคำถามพอสังเขป

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมหมายถึง ต่ออย่างไร

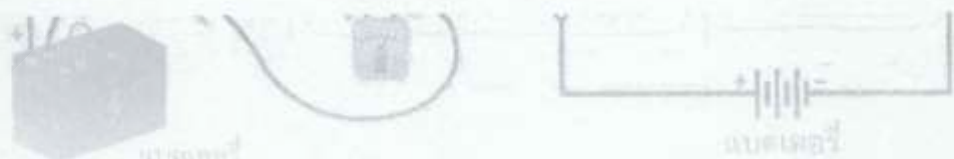
การต่อหลอดไฟฟ้า - "อเส็งทรงหัวตั้ง" ต่อหลอดเดียวเรียงไป
 กระแสไฟฟ้าจะผ่านทุกส่วนของวงจร แต่ถ้ามีหลอดใดหลอดหนึ่งเสียไป ทั้ง 3 หลอดสว่าง

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานหมายถึง ต่ออย่างไร

การต่อหลอดไฟฟ้า - "อเส็งทรงหัวตั้ง" ฟ้าต่อขั้วบวกที่หนึ่งไปครบตามหลอดที่ประจบบของวงจร เมื่อ
 ปิดสวิตช์ให้หลอดที่ต่ออยู่แล้วหลอดไฟทั้ง 3 หลอดจะติดพร้อมกัน แต่ถ้ามีหลอดใดหลอดหนึ่ง
 เสีย หลอดไฟทั้งหลอดที่ต่อสว่าง

2. เพราะเหตุใดการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมสว่างน้อยกว่าการต่อแบบขนาน

เพราะการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมจะทำให้ความต้านทาน (R สูง) ในวงจรมีค่ามาก
 กระแสไฟฟ้าจึงต่ำทำให้หลอดไฟ



3. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของเราควรต่อแบบไหน เพราะเหตุใด
 ควรต่อแบบขนาน เพื่อ ให้มีความต่างศักย์รวมมีค่าเพียงสอง ทำให้กระแสไฟฟ้า
 ค่าฟัดมีค่าคงที่ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านทำงานได้ดี

ตอนที่ 3 นักเรียนตอบคำถามพอสั่งเขป

1. วงจรไฟฟ้าคือ
 การที่เอา สายไฟหรือตัวนำไฟฟ้า ไปต่อกระแสไฟฟ้าสามารถไหลลงจากขั้วตึงถึงขั้วลบ การเคลื่อนที่
 ของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ในวงจรจะเริ่มจากขั้วลบ ผ่านไปไปยังขั้วบวกแล้วกลับมา

2. วงจรไฟฟ้า มีกี่ส่วน อะไรบ้างและทำหน้าที่อะไร
 มี 3 ส่วน 1. จุดประสงค์ เป็นจุดของวงจรไฟฟ้า
 2. จุดประสงค์ ความคุม - ความคุมไม่ให้เกิดอันตรายไฟไหม้ หรือ ใช้คุมกำลังของ
 3. จุดประสงค์ ป้องกัน - ป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไฟฟ้ารั่ว ใช้รักษาได้

power supply - จ่ายแรงดันไฟฟ้า
 Conductor - เชื่อมต่อของไฟฟ้ากับแหล่งจ่าย
 Load - แสดงผลของกำลังไฟฟ้า

3. ไฟช็อตสาเหตุเกิดจากอะไรและจะป้องกันอย่างไร
 - ไฟช็อตเกิดจาก สายไฟชำรุด / กำเก็บไฟ / ฉนวนที่หุ้มสายไฟเปื่อย
 - ป้องกันไฟช็อต ตรวจสอบสภาพของจุดประสงค์ ป้องกันที่ชำรุด ถ้ามีมีความสามารถให้
 ภาชนะทำอาหารได้เต็มประสิทธิภาพ หรือใช้หม้อ



แบตเตอรี่



โคมไฟที่กักกิจกรรมที่ 1



วงจรไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองจากสังเกต

1. ตารางบันทึกผลการทดลอง

การต่อแบบอนุกรม

ถอดสายไฟ ที่ขั้วหลอด	ผลการสังเกต		
	A	B	C
A.	ดับ	ดับ	ดับ
B	ดับ	ดับ	ดับ
C	ดับ	ดับ	ดับ

การต่อแบบขนาน

ถอดสายไฟ ที่ขั้วหลอด	ผลการสังเกต		
	A	B	C
A	ดับ	ติด	ติด
B	ติด	ดับ	ติด
C	ติด	ติด	ดับ

การต่อแบบผสม

ถอดสายไฟ ที่ขั้วหลอด	ผลการสังเกต		
	A	B	C
A	ดับ	ดับ	ดับ
B	ติด	ดับ	ติด
C	ติด	ติด	ดับ



แบตเตอรี่



แบตเตอรี่

2.คำถามแสดงความเข้าใจพอลิ่งเซป

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้เข้าใจพอลิ่งเซป

1. การต่อแบบอนุกรมถ้าหลอดไฟ A เสียจะเกิดอะไรขึ้น

เส้นทั้งหมดยังไม่สว่าง

2. การต่อแบบอนุกรมถ้าหลอดไฟ B เสียจะเกิดอะไรขึ้น

ดับทั้งหมดยังไม่สว่าง

3. การต่อแบบอนุกรมถ้าหลอดไฟ C เสียจะเกิดอะไรขึ้น

ดับทั้งหมดยังไม่สว่าง

4. การต่อแบบขนานถ้าหลอดไฟ A เสียจะเกิดอะไรขึ้น

A ไม่ติด B, C ยังติดอยู่

5. การต่อแบบขนานถ้าหลอดไฟ B เสียจะเกิดอะไรขึ้น

B ไม่ติด A, C ยังติดอยู่

6. การต่อแบบขนานถ้าหลอดไฟ C เสียจะเกิดอะไรขึ้น

C ไม่ติด A, B ยังติดอยู่

กดแล้วไปที่ Link
<http://siaminfosystem.com/lab/>

1

2

กดแล้วไปหน้าหลักของแต่ละแผนฯ
เมื่อเข้าไปแล้วจะมีปกให้ส่อง AR ชีทที่นี้

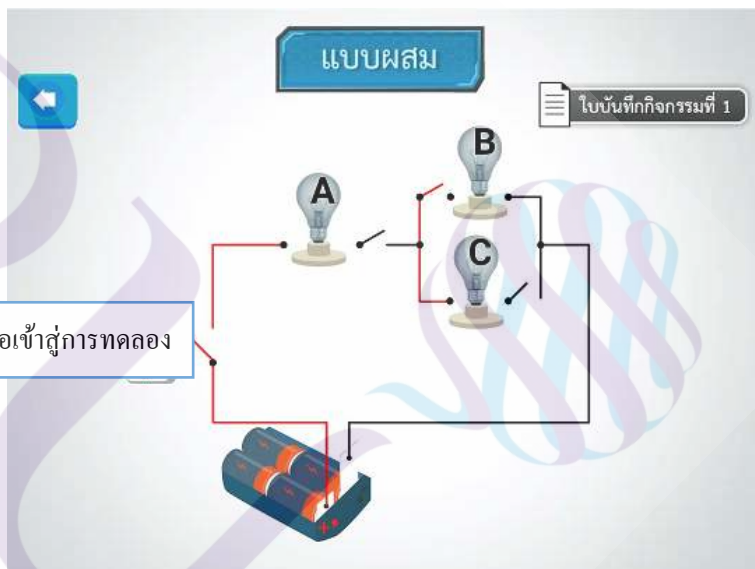
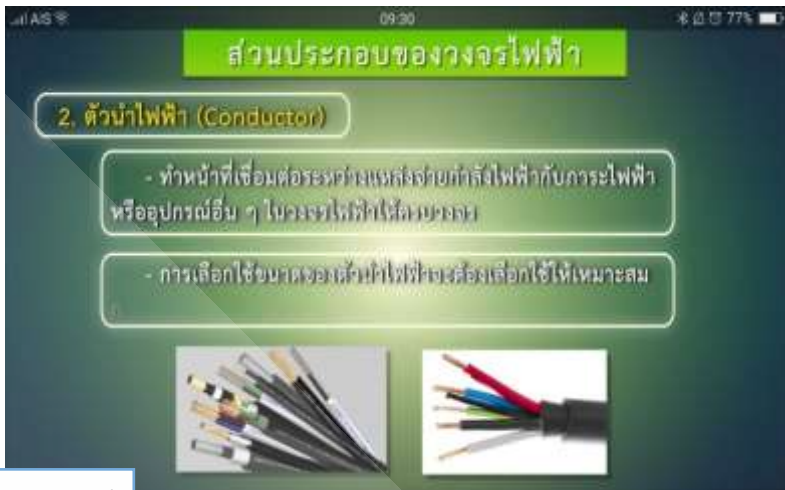


ตัวอย่างการเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้



กดที่รูปภาพเพื่อเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

กดที่รูปภาพเพื่อเข้าสู่การทดลอง



ภาคผนวก ง
การเก็บรวบรวมข้อมูล



ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจสอบแบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บทบาทของผู้สอนมีความสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
บทบาทของผู้เรียนมีความสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมการ นำไปใช้	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
กิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกในการนำไปใช้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
กิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
กิจกรรมการเรียนรู้มีความสามารถพัฒนา ผู้เรียนตามหลักการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลก เสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
ขั้นตอนของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกัน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านกรอบแนวคิดหลักการ			
1.1 ความชัดเจนกรอบแนวคิดของแผนการจัดการเรียนรู้	4.20	0.84	มาก
1.2 วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดองค์ประกอบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
2. ด้านวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการ			
3. ด้านโครงสร้างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้	4.40	0.54	มาก
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ชั้นกิจกรรม 6 ขั้นตอน	4.00	1.22	มาก
4.2 สื่อการจัดการเรียนรู้(AR)	4.60	0.54	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผล			
รวม	4.34	0.64	มาก

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินความเหมาะสมของแผน การจัดการเรียนรู้ที่ 1	ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1. ด้านกรอบแนวคิดและหลักการ	1	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ด้านวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการ เรียนรู้	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ด้านโครงสร้างเนื้อหาของแผนการจัดการ เรียนรู้	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการวัดและประเมินผล	7	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินความเหมาะสมของแผน การจัดการเรียนรู้ที่ 2	ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1. ด้านกรอบแนวคิดและหลักการ	1	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ด้านวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการ เรียนรู้	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ด้านโครงสร้างเนื้อหาของแผนการจัดการ เรียนรู้	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการวัดและประเมินผล	7	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินความเหมาะสมของแผน การจัดการเรียนรู้ที่ 3	ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1. ด้านกรอบแนวคิดและหลักการ	1	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ด้านวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการ เรียนรู้	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ด้านโครงสร้างเนื้อหาของแผนการจัดการ เรียนรู้	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการวัดและประเมินผล	7	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 6 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินความเหมาะสมของแผน การจัดการเรียนรู้ที่ 4	ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1. ด้านกรอบแนวคิดและหลักการ	1	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ด้านวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการ เรียนรู้	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ด้านโครงสร้างเนื้อหาของแผนการจัดการ เรียนรู้	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการวัดและประเมินผล	7	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจสอบความสอดคล้องสื่อการจัดการเรียนรู้(AR) ประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ							
1. เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ความเหมาะสมของการแบ่งหัวข้อเนื้อหา	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
3. ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของผู้เรียน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ด้านการออกแบบหน้าจอ							
6. ความคมชัดของภาพและเสียงที่นำเสนอตรงตามเนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. ความเหมาะสมของแบบอักษร (Font)	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. ภาพที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. ความถูกต้องด้านหลักการใช้ภาษาของเสียงบรรยาย	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ด้านการใช้สื่อมัลติมีเดีย							
10. ขนาดของภาพใช้ประกอบเนื้อหาเหมาะสม	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
3. ด้านการใช้สื่อมัลติมีเดีย							
11. รูปแบบการใช้นวัตกรรม เข้าใจง่าย	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
12. มีการประยุกต์ใช้มัลติมีเดีย ในการนำเสนอเนื้อหาอย่างมี ประสิทธิภาพ	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13. มีการใช้ประโยชน์จาก มัลติมีเดียในการสร้างการเรียนรู้	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
4. ด้านการปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน							
14. ความชัดเจนของคำอธิบาย การปฏิบัติในสื่อการจัดการ เรียนรู้(AR)	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15. ความต่อเนื่องของการ นำเสนอเนื้อหา	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
16. ความเหมาะสมของวิธีการ โต้ตอบกับสื่อการจัดการเรียนรู้ (AR)	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17. ความเหมาะสมของวิธีการ สรุปเนื้อหาสื่อการจัดการเรียนรู้ (AR)	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18. สามารถสร้างแรงจูงใจให้ นักเรียน	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
5. ด้านการประเมิน							
19. การประเมินผลมีความเหมาะสม	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
20. การประเมินมีความหลากหลาย	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
21. มีการประเมินที่ชัดเจน	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)



ตารางที่ 8 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพสื่อการจัดการเรียนรู้(AR) ประกอบการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสาน โลกจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่					\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ								
1. เนื้อหาที่เรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4	4	4.40	0.54	มาก
2. ความเหมาะสมของการแบ่งหัวข้อเนื้อหา	5	5	5	4	3	4.40	0.89	มาก
3. ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	4	4	4.60	0.54	มากที่สุด
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	4	4	4.60	0.54	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของผู้เรียน	5	5	5	5	4	4.80	0.44	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบหน้าจอ								
6. ความคมชัดของภาพและเสียงที่นำเสนอตรงตามเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของแบบอักษร (Font)	5	5	5	5	4	4.80	0.44	มากที่สุด
8. ภาพที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	5	5	4	4.80	0.44	มากที่สุด
9. ความถูกต้องด้านหลักการใช้ภาษาของเสียงบรรยาย	5	5	5	5	4	4.80	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
3. ด้านการใช้สื่อมัลติมีเดีย								
10. ขนาดของภาพใช้ประกอบเนื้อหาเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
11. รูปแบบการใช้นวัตกรรมเข้าใจง่าย	5	5	5	3	4	4.40	0.89	มาก
12. มีการประยุกต์ใช้มัลติมีเดียในการนำเสนอเนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพ	5	5	5	4	4	4.60	0.54	มากที่สุด
13. มีการใช้ประโยชน์จากมัลติมีเดียในการสร้างการเรียนรู้	5	5	5	4	3	4.40	0.89	มาก
4. ด้านการปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน								
14. ความชัดเจนของคำอธิบายการปฏิบัติในสื่อการจัดการเรียนรู้(AR)	5	5	5	4	5	4.80	0.44	มากที่สุด
15. ความต่อเนื่องของการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	3	4	4.40	0.89	มาก
16. ความเหมาะสมของวิธีการโต้ตอบกับสื่อการจัดการเรียนรู้(AR)	5	5	5	4	4	4.60	0.54	มากที่สุด
17. ความเหมาะสมของวิธีการสรุปเนื้อหาสื่อการจัดการเรียนรู้(AR)	5	5	5	4	4	4.60	0.54	มากที่สุด
18. สามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน	5	5	5	3	3	4.20	1.09	มาก
5. ด้านการประเมิน								
19. การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	3	3	4.20	1.09	มาก
20. การประเมินมีความหลากหลาย	5	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
21. มีการประเมินที่ชัดเจน	5	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
รวม	105	105	102	84	81	4.54	0.57	มากที่สุด

ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	-1	-1	0.20	ตัดทิ้ง
2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	-1	-1	0.20	ตัดทิ้ง
4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
6	1	1	1	-1	-1	0.20	ตัดทิ้ง
7	1	1	1	-1	0	0.40	ตัดทิ้ง
8	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
10	1	1	1	-1	0	0.40	ตัดทิ้ง
11	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	-1	0	0.40	ตัดทิ้ง
16	1	1	1	-1	0	0.40	ตัดทิ้ง
17	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้

21	1	1	1	-1	-1	0.20	ตัดทิ้ง
----	---	---	---	----	----	------	---------

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
22	1	1	1	-1	0	0.40	ตัดทิ้ง
23	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	1.00	ตัดทิ้ง
27	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	-1	-1	0.20	ตัดทิ้ง
32	1	1	1	-1	-1	0.20	ตัดทิ้ง
33	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
34	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
35	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
41	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
42	1	1	1	-1	-1	0.20	ตัดทิ้ง
43	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 11 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ

สถานการณ์	ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5		
สถานการณ์ที่ 1	1	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	-1	0.60	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	-1	0.60	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3	7	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4	10	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	11	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 5	13	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	15	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 11 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจัยญาณ

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5		
1.การนิยาม ปัญหา	2	สามารถระบุปัญหาขอบเขตของ ข้อเท็จจริงได้ทั้งหมดจากสถานการณ์ ที่กำหนดให้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1	สามารถระบุปัญหาขอบเขตข้อเท็จจริง ได้บางส่วนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	0	ไม่เขียนตอบอธิบายรายละเอียด	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
2. การตัดสินใจ ข้อมูล จากการ รวบรวม และ จัดระบบข้อมูล	2	สามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ ทั้งหมดของปัญหาจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	1	สามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ บางส่วนของปัญหาจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	0	ไม่เขียนตอบอธิบายรายละเอียด	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
3.การสรุป	2	สามารถหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรง ทั้งหมดกับสาเหตุของปัญหาในรูปแบบ วิธีการต่าง ๆมากกว่า 1 วิธี เพื่อให้ได้ ผลลัพธ์ออกมา	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1	สามารถหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงกับ สาเหตุของปัญหาในรูปแบบวิธีการอย่าง น้อย1วิธีเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	0	ไม่เขียนตอบอธิบายรายละเอียด	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 12 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สถานการณ์	พฤติกรรมการวัด	ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	สรุปผล
			1	2	3	4	5		
สถานการณ์ที่ 1	ระบุปัญหา	1	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	วิเคราะห์ปัญหา	2	1	1	1	1	-1	0.60	ใช้ได้
	แก้ปัญหา	3	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2	ระบุปัญหา	4	1	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
	วิเคราะห์ปัญหา	5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	แก้ปัญหา	6	1	1	1	0	1	0.60	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3	ระบุปัญหา	7	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	วิเคราะห์ปัญหา	8	1	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
	แก้ปัญหา	9	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4	ระบุปัญหา	10	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	วิเคราะห์ปัญหา	11	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	แก้ปัญหา	12	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 5	ระบุปัญหา	13	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	วิเคราะห์ปัญหา	14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	แก้ปัญหา	15	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ 13 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อที่	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5		
1. ระบุปัญหา	2	สามารถระบุปัญหาขอบเขตของข้อเท็จจริงได้ทั้งหมดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1	สามารถระบุปัญหาขอบเขตข้อเท็จจริงได้บางส่วนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	0	ไม่เขียนตอบอธิบายรายละเอียด	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
2. วิเคราะห์ปัญหา	2	สามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	1	สามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้บางส่วนของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	0	ไม่เขียนตอบอธิบายรายละเอียด	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
3. แก้ปัญหา	2	สามารถหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงทั้งหมดกับสาเหตุของปัญหาในรูปแบบวิธีการต่าง ๆ มากกว่า 1 วิธี เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1	สามารถหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาใน	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	0	ไม่เขียนตอบอธิบายรายละเอียด	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจ

	ลักษณะความ พึงพอใจ	ข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5		
1. ด้านรูปแบบการ จัดการเรียนรู้	เชิงบวก	1	1	1	1	-1	1	0.80	ใช้ได้
	เชิงบวก	2	1	1	1	-1	0	0.80	ใช้ได้
	เชิงบวก	3	1	1	1	-1	1	0.60	ใช้ได้
	เชิงบวก	4	1	1	1	-1	1	0.80	ใช้ได้
	เชิงบวก	5	1	1	1	1	-1	0.60	ใช้ได้
	เชิงลบ	6	0	1	1	-1	-1	0.60	ใช้ได้
	เชิงบวก	7	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	เชิงบวก	8	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
	เชิงบวก	9	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงบวก	10	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงบวก	11	1	1	1	1	-1	0.60	ใช้ได้
2. ด้านประโยชน์ ที่ได้รับ จาก การจัดการ เรียนรู้	เชิงบวก	12	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงบวก	13	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงลบ	14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงบวก	15	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงบวก	16	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
	เชิงลบ	17	1	1	1	1	-1	0.60	ใช้ได้
	เชิงบวก	18	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงบวก	19	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	เชิงบวก	20	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 15 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
เรียน

ข้อ	H	L	p	r	แปลผล
1	2	1	0.14	0.09	ตัดทิ้ง
2	10	5	0.68	0.45	คัดเลือกไว้
3	6	1	0.32	0.45	คัดเลือกไว้
4	8	3	0.50	0.45	คัดเลือกไว้
5	10	2	0.55	0.73	คัดเลือกไว้
6	7	3	0.45	0.36	คัดเลือกไว้
7	8	1	0.41	0.64	คัดเลือกไว้
8	8	5	0.59	0.27	คัดเลือกไว้
9	11	6	0.77	0.45	คัดเลือกไว้
10	10	7	0.77	0.27	คัดเลือกไว้
11	10	6	0.73	0.36	คัดเลือกไว้
12	10	5	0.68	0.45	คัดเลือกไว้
13	2	0	0.09	0.18	ตัดทิ้ง
14	9	5	0.64	0.36	คัดเลือกไว้
15	10	7	0.77	0.27	คัดเลือกไว้
16	9	4	0.59	0.45	คัดเลือกไว้
17	10	6	0.73	0.36	คัดเลือกไว้
18	11	6	0.77	0.45	คัดเลือกไว้
19	8	3	0.50	0.45	คัดเลือกไว้
20	9	3	0.55	0.55	คัดเลือกไว้
21	8	4	0.55	0.36	คัดเลือกไว้
22	11	10	0.95	0.09	ตัดทิ้ง
23	10	6	0.73	0.36	คัดเลือกไว้
24	11	3	0.64	0.73	คัดเลือกไว้
25	11	4	0.68	0.64	คัดเลือกไว้
26	11	6	0.77	0.45	คัดเลือกไว้
27	5	1	0.27	0.36	คัดเลือกไว้
28	10	4	0.64	0.55	คัดเลือกไว้
29	10	2	0.55	0.73	คัดเลือกไว้
30	10	4	0.64	0.55	คัดเลือกไว้

หมายเหตุ

1. ข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งหมด 27 ข้อ มีความยากง่าย(p) ตั้งแต่ 0.27 - 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27 - 0.73
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.92



ตารางที่ 16 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	H	L	p	r	แปลผล
ข้อ 1	20	22	0.73	0.36	คัดเลือกไว้
ข้อ 2	21	22	0.77	0.36	คัดเลือกไว้
ข้อ 3	22	22	0.80	0.36	คัดเลือกไว้
ข้อ 4	19	22	0.68	0.36	คัดเลือกไว้
ข้อ 5	18	22	0.68	0.27	คัดเลือกไว้
ข้อ 6	21	22	0.75	0.41	คัดเลือกไว้
ข้อ 7	19	22	0.68	0.36	คัดเลือกไว้
ข้อ 8	20	22	0.77	0.27	คัดเลือกไว้
ข้อ 9	18	22	0.70	0.23	คัดเลือกไว้
ข้อ 10	19	22	0.73	0.27	คัดเลือกไว้
ข้อ 11	22	22	0.80	0.41	คัดเลือกไว้
ข้อ 12	21	22	0.75	0.41	คัดเลือกไว้
ข้อ 13	21	22	0.77	0.36	คัดเลือกไว้
ข้อ 14	22	22	0.80	0.41	คัดเลือกไว้
ข้อ 15	22	22	0.75	0.50	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 17 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อที่	H	L	p	r	แปลผล
ข้อ1	21	11	0.73	0.45	คัดเลือกไว้
ข้อ2	15	11	0.59	0.18	คัดเลือกไว้
ข้อ3	18	11	0.66	0.32	คัดเลือกไว้
ข้อ4	22	10	0.73	0.55	คัดเลือกไว้
ข้อ5	20	11	0.70	0.41	คัดเลือกไว้
ข้อ6	21	11	0.73	0.45	คัดเลือกไว้
ข้อ7	22	11	0.75	0.50	คัดเลือกไว้
ข้อ8	20	11	0.70	0.41	คัดเลือกไว้
ข้อ9	18	11	0.66	0.32	คัดเลือกไว้
ข้อ10	21	11	0.73	0.45	คัดเลือกไว้
ข้อ11	19	11	0.68	0.36	คัดเลือกไว้
ข้อ12	18	11	0.66	0.32	คัดเลือกไว้
ข้อ13	21	11	0.73	0.45	คัดเลือกไว้
ข้อ14	19	10	0.66	0.41	คัดเลือกไว้
ข้อ15	18	10	0.64	0.36	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 18 แสดงค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบรายข้อ

Correlations

	teacher1	teacher2
teacher1 Pearson Correlation	1	.93**
Sig. (2-tailed)		.000
N	45	45
teacher2 Pearson Correlation	.93**	1
Sig. (2-tailed)	.000	
N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

หมายเหตุ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

ตารางที่ 19 แสดงค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบรายข้อ

Correlations

	teacher1	teacher2
teacher1 Pearson Correlation	1	.97**
Sig. (2-tailed)		.000
N	45	45
teacher2 Pearson Correlation	.97**	1
Sig. (2-tailed)	.000	
N	45	45

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

หมายเหตุ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของรูปแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ครั้งที่ 1 (N=3)

รายการ	คะแนน เต็ม	คะแนน รวม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ มาตรฐาน	E1/E2
คะแนนทดสอบ ระหว่างเรียน	45	95	31.66	70.37	70	70.37/70
คะแนนทดสอบ หลังเรียน	30	63	21	70	70	

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของรูปแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ครั้งที่ 2 (N=6)

รายการ	คะแนน เต็ม	คะแนน รวม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ มาตรฐาน	E1/E2
คะแนนทดสอบ ระหว่างเรียน	45	205	34.17	75.90	75	75.90/75.30
คะแนนทดสอบ หลังเรียน	27	122	20.33	75.30	75	

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของรูปแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ในกลุ่มนักร้อง (N=30)

รายการ	คะแนน เต็ม	คะแนน รวม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ มาตรฐาน	E1/E2
คะแนนทดสอบ ระหว่างเรียน	45	1658	36.84	81.88	80	81.88/80
คะแนนทดสอบ หลังเรียน	27	972	36	80	80	

ตารางที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ก่อนเรียน กับหลังเรียนของ
นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาผลต่าง (D)และผลต่างกำลังสอง (D²)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (27)	หลังเรียน (27)	D	D ²
1	10	21	11	121
2	12	20	8	64
3	9	19	10	100
4	12	21	9	81
5	12	24	12	144
6	11	22	11	121
7	10	21	11	121
8	11	23	12	144
9	10	21	11	121
10	11	24	13	169
11	14	24	10	100
12	13	22	9	81
13	12	25	13	169
14	12	19	7	49
15	16	22	6	36
16	11	20	9	81
17	13	23	10	100
18	15	25	10	100
19	14	22	8	64
20	14	23	9	81
21	14	23	9	81
22	11	21	10	100

ตารางที่ 23 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (27)	หลังเรียน (27)	D	D ²
23	10	20	10	100
24	12	21	9	81
25	14	22	8	64
26	10	20	10	100
27	16	21	5	25
28	12	23	11	121
29	9	21	12	144
30	14	24	10	100
31	13	22	9	81
32	13	22	9	81
33	12	24	12	144
34	14	22	8	64
35	14	22	8	64
36	12	22	10	100
รวม	442	791	349	3497
\bar{X}	12.28	21.97	9.69	97.14
S.D.	1.84	1.62	1.80	34.17

การทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 1

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	36	12.28	1.84	0.051
1	หลังเรียน	36	21.97	1.62	0.270

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{N\sum D^2 - (\sum D)^2}}{N-1}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

D แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ N - 1

แทนค่าสูตร

$$t = \frac{349}{\sqrt{\frac{(36 \times 3,497) - (349)^2}{36-1}}}$$

$$t = 32.28$$

หาค่าคะแนน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	36	21.97	1.62	0.270

One-Sample t-test

	Test Value =18.90					
	t	df	Sig(2-tailed)	Mean Difference	99 % Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	11.37	35	0.000	31.112	30.367	31.857

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$$t = \frac{21.97 - 18.90}{\frac{1.62}{\sqrt{36}}}$$

$$t = 11.37$$

ตารางที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน กับ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาผลต่าง (D)และผลต่างกำลังสอง (D²)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)	D	D ²
1	19	21.50	2.50	6.25
2	19	24	5	25
3	20	24.50	4.50	20.25
4	22	25	3	9
5	19	24	5	25
6	22	25	3	9
7	22	27	5	25
8	19	26	7	49
9	18	23.50	5.50	30.25
10	23	28	5	25
11	22	24.50	2.50	6.25
12	14	24.50	10.50	110.25
13	20	26.50	6.50	42.25
14	21	28	7	49
15	15	24.50	9.50	90.25
16	17	24.50	7.50	56.25
17	16	22.50	6.50	42.25
18	18	27	9	81
19	19	24	5	25
20	19	23.50	4.50	20.25
21	19	23.50	4.50	20.25
22	21	25.50	4.50	20.25
23	21	24	3	9
24	20	24	4	16

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)	D	D ²
25	20	28.50	8.50	72.25
26	18	26.50	8.50	72.25
27	19	24.50	5.50	30.25
28	13	25.50	12.50	156.25
29	18	25.50	7.50	56.25
30	22	25	3	9
31	22	28.50	6.50	42.25
32	17	24	7	49
33	19	23	4	16
34	17	24.50	7.50	56.25
35	17	23.50	6.50	42.25
36	15	24	9	81
ผลรวม	682	898	216	1,495
\bar{X}	18.94	24.94	6.00	41.53
S.D.	2.46	1.81	2.38	32.75

การทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 2

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	36	18.94	2.46	0.41
1	หลังเรียน	36	24.94	1.81	0.30

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{N\sum D^2 - (\sum D)^2}}{N-1}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

D แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ N - 1

แทนค่าสูตร

$$t = \frac{216}{\sqrt{\frac{(36 \times 1,495) - (216)^2}{36-1}}}$$

$$t = 15.10$$

หาค่าคะแนนโดยเปรียบเทียบเกณฑ์

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	36	24.94	1.81	0.302

One-Sample t-test

	Test Value =21.00					
	t	df	Sig(2-tailed)	Mean Difference	99 % Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	13.13	35	0.000	25.235	25.923	25.923

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$$t = \frac{24.94 - 21}{\frac{1.81}{\sqrt{36}}}$$

$$t = 13.13$$

ตารางที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในแก้ปัญหา ก่อนเรียน กับหลังเรียนของ
นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาผลต่าง (D) และผลต่างกำลังสอง (D^2)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)	D	D^2
1	11	21.50	10.50	110.25
2	13	21.50	8.50	72.25
3	9	21.50	12.50	156.25
4	12	21.50	9.50	90.25
5	15	24.50	9.50	90.25
6	11	24	13	169
7	10	21	11	121
8	11	21	10	100
9	10	21	11	121
10	11	24	13	169
11	14	23.50	9.50	90.25
12	13	21.50	8.50	72.25
13	12	25	13	169
14	11	23.50	12.50	156.25
15	16	22	6	36
16	11	21	10	100
17	13	22.50	9.50	90.25
18	14	23	9	81
19	14	22	8	64
20	14	24.50	10.50	110.25
21	14	22	8	64
22	12	21	9	81
23	10	21	11	121
24	12	22.50	10.50	110.25

ตารางที่ 25 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)	D	D ²
25	10	21	11	121
26	14	21.50	7.50	56.25
27	12	21	9	81
28	16	21	5	25
29	12	22.50	10.50	110.25
30	9	21	12	144
31	14	22	8	64
32	13	22	9	81
33	13	22.50	9.50	90.25
34	12	23.50	11.50	132.25
35	15	21.50	6.50	42.25
36	13	23	10	100
ผลรวม	439	792	353	3,592
\bar{X}	12.25	21.94	9.81	99.78
S.D.	1.88	1.57	1.93	37.07

การทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 3

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	36	12.25	1.88	0.31
1	หลังเรียน	36	21.94	1.57	0.26

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{N\sum D^2 - (\sum D)^2}}{N-1}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

D แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ N - 1

แทนค่าสูตร

$$t = \frac{136}{\sqrt{\frac{(36 \times 18,496) - (136)^2}{36-1}}}$$

$$t = 30.54$$

หาค่าคะแนน โดยเปรียบเทียบเกณฑ์

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	36	21.94	1.57	0.262

One-Sample t-test

	Test Value =21.00					
	t	df	Sig(2-tailed)	Mean Difference	99 % Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	3.62	35	0.000	18.447	17.924	18.970

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$$t = \frac{21.94 - 21}{\frac{1.57}{\sqrt{36}}}$$

$$t = 3.62$$

ตารางที่ 26 แสดงคะแนนพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนจากการทำกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

นักเรียน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
คะแนนรวม	169	171	173	174
\bar{X}	4.69	4.75	4.81	4.83
S.D.	0.47	0.44	0.47	0.38

ตารางที่ 27 แสดงคะแนนพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาของนักเรียนจากการทำกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

นักเรียน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
คะแนนรวม	171	172	173	174
\bar{X}	4.75	4.78	4.81	4.83
S.D.	0.65	0.54	0.4	0.36

การทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 4

ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	36	4.04	0.30	0.05

One-Sample t-test

	Test Value =3.5					
	t	df	Sig(2-tailed)	Mean Difference	99 % Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	10.80	35	0.000	11.562	11.161	11.963

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้น ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้

$$t = \frac{4.04 - 3.50}{\frac{0.30}{\sqrt{36}}}$$

$$t = 10.80$$

ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	36	4.22	0.31	0.052

One-Sample t-test

	Test Value =3.5					
	t	df	Sig(2-tailed)	Mean Difference	99 % Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	13.94	35	0.000	17.225	16.600	17.850

ดังนั้น ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้

$$t = \frac{4.22 - 3.50}{\frac{0.31}{\sqrt{36}}}$$

$$t = 13.94$$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

รัชณีวัลย์ อัครวิกรัย

ปี พ.ศ. 2544

วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปี พ.ศ. 2547

Master of Engineering Science

The University of New South Wales, Australia

