

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ปริญญานิพนธ์
ของ
กัลยารัตน์ พรมศร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

เมษายน 2561

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ปริญญานิพนธ์
ของ
กัลยารัตน์ พรหมศร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

เมษายน 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



บทคัดย่อ
ของ
กัลยารัตน์ พรหมศร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

เมษายน 2561

กัลยารัตน์ พรหมศร. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้าง

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สுவทันพรกุล.

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตาม 2) เพื่อศึกษาการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ เขตหนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage sampling) ใช้เวลาวิจัยทั้งสิ้น 10 คาบ คาบละ 50 นาที การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – experimental research) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เรื่องอะตอมและตารางธาตุแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ และแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) และใช้การวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ในระยะก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมดังนี้ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการวางแผน และการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มอย่างชัดเจน มีจิตอาสารับทำงานที่ตัวเองมีความถนัด มีความตระหนักในหน้าที่ตัวเองเพิ่มขึ้น และช่วยเหลือกันในกลุ่มเพิ่มขึ้น มีการแสดงความคิดเห็น และรับคำติชมของเพื่อน ๆ ในห้อง และร่วมกันช่วยตอบคำถามและทำงานในทีมไม่มีการแยกตัวออกไป และนักเรียนให้ความร่วมมือกันแก้ปัญหาช่วยกันตอบคำถามเมื่อเพื่อน ๆ ต่างกลุ่มตั้งคำถามที่สงสัย ช่วยกันค้นหาคำตอบผ่านหนังสือ ผ่านระบบเครือข่าย และมีการหาหลักฐานมาสนับสนุนคำตอบช่วยกันในระหว่างที่ทำกิจกรรมนั้น

EFFECTS OF THE EIMA INSTRUCTION MODEL ON SCIENTIFIC EXPLANATION
ABILITY, REASONING AND THINKING ABILITY AND SCIENCE LEARNING
ACHIEVEMENT ON ATOMS AND THE PERIODIC TABLE AMONG OF
MATHAYOMSUKSA THREE STUDENTS.



AN ABSTRACT
BY
KANLAYARAT PROMSORN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Research and Development on Human Potential
at Srinakharinwirot University

April 2018

Kanlayarat Promsorn. (2018). *Effects of the EIMA Instruction Model on Scientific Explanation Ability, Reasoning and Thinking Ability and Science Learning Achievement on Atoms and the Periodic Table Among of Mathayomsuksa Three Students*. Master thesis, M.Ed. (Research and Development on Human Potential: Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Wilailak Langka, Asst. Prof. Dr. Ittipa Suwathanpornkul.

The purposes of this research were to compare ability in terms of scientific explanation ability, including reasoning, thinking and scientific achievement, as well as atoms and the periodic table of Mathayomsuksa Three students before, after and following up using the EIMA instruction model, as well as to study of teamwork of Mathayomsuksa Three students. The study groups were Mathayomsuksa Three students who were studying basic science during the first semester of the 2017 academic year. They were from Triamudomsuksa Suwinthawong School in Bangkok. One classroom was selected by Two-Stage sampling. The implementation time was ten periods of fifty minutes. This research was a quasi-experimental study. The research instruments included the EIMA instruction model, lesson plans about atoms and knowledge of the periodic table in scientific explanation making test, ability and reasoning and a thinking test, a science achievement test and to observe teamwork behaviors of students. The data were statically analyzed using Mutivariate Analysis of Variance (MANOVA, with repeated measures). Moreover, content analysis was used for qualitative data. The research findings were as Follows

- 1) There was a significant difference between students who received EIMA instruction had the ability to make scientific explanations using ability, reasoning, thinking and scientific achievement regarding atoms and the periodic posttest and follow-up was higher than the pretest at a .05 level of significance.
- 2) Students with EIMA learning behaviors had the following teamwork behaviors EIMA learning management students perceived the importance of planning and the division of duties in the group clearly. The students volunteered to work on their own in order to help in the group. The students cooperated to solve problems by asking different questions, and to find the answers in the book, and through the network and there is evidence to support these answers during these activities.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

กัลยารัตน์ พรมศร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์)

.....ที่ปรึกษาร่วม

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สுவทันพรกุล)

(อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สுவทันพรกุล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่ง จากอาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา ประธานกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล กรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความดูแล เอาใจ ใส่ ถ่ายทอดความรู้ วิธีคิด มุมมองที่มีต่อการวิจัย จนทำให้ผู้วิจัยมีวิสัยทัศน์และเปิดโลกทัศน์ทาง ความคิดให้กว้างไกลมากกว่าเดิม รวมทั้งความเมตตา กำลังใจและความปรารถนาดีที่คนอาจารย์ ทั้งสองมอบให้ สิ่งทั้งปวงเหล่านี้ถือเป็นสิ่งที่มีค่ายิ่งสำหรับผู้วิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิยาพร กันตารณวัฒน์ ผู้เป็นประธานการสอบ ปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบเพิ่มเติม เพื่อให้ความเห็นและเสนอแนะให้ปริญญานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สำหรับเครื่องที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุไช้ ภูโน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ประยงค์พันธ์ อาจารย์ ดร.นวทรัพย์ พิชัย สามารถ และอาจารย์ขวัญตา ปฏิเวทวิฑูร เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือและ เสียสละเวลาในการแก้ไขให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการปราชญ์ มະโนปา นางสาวจันทิรา ภูสำลี รอง ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ นายจิรศักดิ์ จันทร์จิตร หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นางอุไรวรรณ นุนาบี นางสาวจันทิมา พูลประเสริฐ ผู้ช่วยผู้วิจัยจากกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตลอดจนคณะครูอาจารย์โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ ทุกคนที่คอยให้ความ ช่วยเหลือและสนับสนุนให้ผู้ทำวิจัยทำการศึกษาค้นคว้าจนประสบผลสำเร็จ

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ทุกคนที่มีส่วนในการแนะนำช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้และขอขอบใจนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาอันเป็นที่รักและเคารพที่ให้ความช่วยเหลือและให้ กำลังใจเสมอมาทั้งในการเรียนและการทำวิจัยจนสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ใดๆจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกคนที่ได้อบรม สั่งสอนชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
กรอบแนวคิดการวิจัย	9
สมมติฐานการวิจัย	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	12
ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	12
แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	14
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	16
ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	18
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	20
ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	20
ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	21
องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	22
แนวทางในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	23
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล	25
ความหมายของการคิด	25
ประเภทของการคิด	26
ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล	28
พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล	31
แนวทางในการส่งเสริมความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล	35

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	38
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	38
เป้าหมายการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	38
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	45
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นทีม.....	47
ความหมายและหลักการของการทำงานเป็นทีม.....	47
องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม.....	49
ประโยชน์ของการทำงานเป็นทีม.....	50
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงผสมผสานทางการศึกษา	
แบบแผนแบบรองรับภายใน (Embedded Design).....	51
ความหมายของการวิจัยเชิงผสมผสาน.....	51
ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงผสมผสาน.....	52
การกำหนดสัญลักษณ์ของวิธีการเชิงผสมผสาน.....	54
ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการเชิงผสมผสาน.....	55
แบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (Embedded Design).....	55
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	62
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	62
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	62
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	62
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	63
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง.....	63
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	64
การรวบรวมข้อมูล.....	74
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบ EIMA.....	81
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA.....	93
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ.....	96
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	98
สรุปผลการวิจัย.....	99
อภิปรายผลการวิจัย.....	101
ข้อเสนอแนะ.....	107
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	116
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	164

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และ การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	14
2 เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และ การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	39
3 เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และ การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA	39
4 การประเมินผลด้านกระบวนการเรียนรู้ได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน....	40
5 การประเมินผลด้านเจตคติได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน.....	41
6 การประเมินผลด้านเจตคติได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน.....	70
7 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยแต่ละคนในการใช้แบบสังเกต.....	74
8 สรุปการดำเนินการทดลองของกลุ่มทดลอง.....	76
9 การทดสอบตัวแปรตาม.....	82
10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม.....	82
11 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรตาม.....	83
12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	84
13 การวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	85
14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล.....	87
15 การวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล.....	88
16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	90
17 การวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	91
18 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	119
19 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล.....	119
20 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	120
21 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	120
22 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	121
23 คะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล.....	122
24 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ.....	123

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
25 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	125
26 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล.....	127
27 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	128
28 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของแบบสังเกตการทำงานทีม.....	129
29 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้.....	130



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
2 วงจรการเรียนรู้ 5E.....	13
3 แสดงลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา.....	34
4 ลักษณะกระบวนการดำเนินงานเชิงผสมผสานระหว่างวิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ.....	53
5 แผนภูมิแสดงสัญลักษณ์การวิจัยแบบรองรับภายใน.....	56
6 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลองระยะเดียววิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก.....	57
7 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงคุณภาพเป็นหลัก.....	58
8 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก.....	59
9 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบสหสัมพันธ์.....	60
10 แบบแผนการทดลอง.....	74
11 กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์.....	86
12 กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล.....	89
13 กราฟแสดงพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	92

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้ผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตล้วนแล้วแต่เป็นผลจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ที่ทำให้มนุษย์ได้พัฒนา ดังนั้น หากความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่สามารถตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์นั้นยังเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge - Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมมนุษย์ให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 75)

ประเทศไทยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เกิดสมรรถนะสำคัญ 5 สมรรถนะได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 4) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 75) จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศร้อยละ 34.99 จัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และผลการทดสอบความถนัดทั่วไป (GAT) ครั้งที่ 2/2558 ครั้งที่ 1/2559 และ ครั้งที่ 2/2559 มีคะแนนเฉลี่ย 147.72 115.66 และ 153.81 และความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT 2) ครั้งที่ 2/2558 ครั้งที่ 1/2559 และ ครั้งที่ 2/2559 มีคะแนนเฉลี่ย 86.72 76.18 และ 79.49 จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2558: ออนไลน์) สอดคล้องกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 มีผลทดสอบการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.55 จัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และผลการทดสอบการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ ในปีการศึกษา 2557 2558 และ ปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ

38.37 36.69 และ 34.25 คะแนนตามลำดับ โดยมีคะแนนทั้ง 3 ปีการศึกษาไม่ถึงคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ซึ่งระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.62 37.63 และ 34.99 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา 2. 2559: 54)

นอกจากนี้ผลการประเมินความสามารถทางวิชาการวิชาวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 65 ประเทศ ซึ่งมีการประเมินด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2009 ได้คะแนนเฉลี่ย 425 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553: 10) และมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2012 ได้คะแนนเฉลี่ย 444 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556: 18) ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) และ 34% ของนักเรียนไทยรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าพื้นฐานซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556: 18)

เมื่อพิจารณาจากรายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ประสบความสำเร็จ การประเมินความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 อยู่ในระดับต้องปรับปรุงด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ซึ่งสะท้อนให้เห็นปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาเป็นการเรียนแบบถ่ายทอดความรู้โดยเน้นความจำมากกว่าทักษะกระบวนการ ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาคือการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมเนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยพัฒนาด้านสติปัญญา และความคิดของนักเรียนโดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องเกิดความคิดใหม่ และแปลงข้อมูลจากสมมติฐานและตัดสินใจโดยอาศัยความรู้เดิมและค้นพบหลักการด้วยตนเอง นอกจากนี้สภากาชาดไทยแห่งชาตินี้ของประเทศไทยได้เน้นว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถ และความเข้าใจพื้นฐานสำหรับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์โดยระบุว่านักเรียนควรมีความสามารถ 4 ประการ ได้แก่การแสดงหลักฐานเพื่อช่วยพัฒนาและประเมินคำอธิบาย การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐาน การสร้างและปรับปรุงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองโดยใช้เหตุผล ใช้หลักฐาน และมีความเข้าใจว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นเน้นหลักฐาน เหตุผลและใช้หลักการตามรูปแบบและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รุซ พรโม (Ruiz-Primo; et al. 2008: 2)

จากพื้นฐานสำหรับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวพบว่าประการที่ 3 กล่าวถึงการสร้างคำอธิบายจากหลักฐานของผู้เรียนจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่มี ทั้งนี้จะต้องผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวังและมีเหตุผล คำอธิบายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญขององค์ความรู้ และเป็นข้อสรุปที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากหลักฐานที่มี การสร้างคำอธิบายจึงมีความสำคัญต่อการสร้างความรู้ใหม่ เมื่อพิจารณาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ข้างต้นพบว่าได้มีผู้ศึกษาหาวิธีการหรือเทคนิคต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่พบได้แก่ การสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ปรีติ สิงหาเวช. 2548: 44) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (จกมล บุญรอด. 2557: 80) เป็นต้น ถึงแม้จะมีการนำวิธีการสอนและเทคนิคต่างๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล แต่พบว่าวิธีการสอนและเทคนิคดังกล่าวไม่ได้เน้นความสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งเป็นพื้นฐานและมีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชาร์วส์ และ เกว-เกวอ (Schwarz; & Gwekwerere. 2007: 158) ได้ประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA จากวงจรการเรียนรู้ 5E ของบายบี (Bybee. 2006: 154) โดยมีลักษณะเด่นคือเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างองค์ความรู้ และแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) (2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) (3) ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) และ (4) ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) โดยการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีความเหมือนและแตกต่างกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้เป็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันโดยมีลักษณะที่แตกต่างกันคือการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำ และสร้างแบบจำลองขึ้นเพื่อใช้ในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากนี้นักเรียนยังแสดงออกถึงการทำงานเป็นทีม การทำงานเป็นทีมเป็นประเภทหนึ่งของการทำงานกลุ่ม (Group Work) การทำงานเป็นกลุ่มนั้นเป็นการทำงานของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป เพื่อการทำงานที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและมีเป้าหมายร่วมกัน มีลักษณะการทำงานหลายแบบ มีการทำงานที่ประสานกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ร่วมกันตั้งไว้ จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA จะพบว่ามีขั้นตอนในการระดมความคิดในการจัดสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้งานหรือชิ้นงานประสบผลสำเร็จการทำงานเป็นทีมจึงมีความสำคัญต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ร่วมกันซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมที่เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น

การวิจัยโดยใช้วิธีการเชิงผสมผสานแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะ วิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก เป็นการอาศัยข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบสรุปผลว่ามีผลการเปลี่ยนแปลงไปเช่นไรบ้าง สามารถตอบคำถามการวิจัยได้สมบูรณ์มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ต้องอาศัยข้อมูลเชิงคุณภาพที่สังเกตได้ก่อนให้เงื่อนไขการทดลองและเงื่อนไขการทดลองมารวมเสริมการสรุปตีความด้วย การวิจัยเชิงผสมผสานทางการศึกษาแบบแผนแบบรองรับภายใน (Embedded Design) มีจุดแข็งคือการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลทั้ง 2 ชนิดที่ได้จากข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การจัดให้วิธีการวิจัยแบบหนึ่งทำหน้าที่เป็นวิธีหลัก และให้วิธีการวิจัยอีกแบบหนึ่งทำหน้าที่เป็นวิธีการรอง และศึกษาหาคำตอบต่างประเด็นกันในระยะเวลาเดียวกันหรือต่อเนื่องกัน ในขณะที่แบบแผนรองรับภายในนอกจากจะมีวิธีหลักและวิธีการรองแล้วยังศึกษาหาคำตอบต่างประเด็นกันโดยหวังว่าคำตอบที่ได้จากการศึกษาด้วยวิธีรองสามารถนำไปช่วยเพิ่มเติมความสมบูรณ์ของผลที่ได้จากวิธีการหลักอีกด้วย (รัตนะ บัวสนธ์, 2555: 103)

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นรูปแบบการสอนที่ปรับปรุงมาจากการสอนแบบสืบเสาะเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทั้งความสามารถในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนควบคู่ไปด้วย จากความสำคัญและสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน จะพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถในการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เหมาะสมในการใช้พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบแผนแบบรองรับภายใน (Embedded Design) มีการวัดในระยะวัดติดตาม (Follow up) การวัดในระยะติดตามนั้นเป็นการวัดเพื่อให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติซึ่งในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีลำดับขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงตามแนวโน้มของตัวแปรที่ต้องการศึกษาเมื่อเวลาผ่านไปซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism) การเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง และทฤษฎีการเรียนรู้ Social Constructivism เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมที่ให้การช่วยเหลือด้วยวิธีการต่างๆ และเพื่อหารูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้เกิดผลดีกับนักเรียนด้านความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตาม
2. เพื่อศึกษาการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ความสำคัญของการวิจัย

ด้านแนวคิด

การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นการพัฒนาเทคนิคการสอนใหม่ๆ เพื่อให้เป็นรูปแบบวิธีการสอนที่ให้ผู้สอนได้ดึงความสามารถของนักเรียนให้สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เรื่องอะตอมและตารางธาตุสูงขึ้น สิ่งสำคัญที่สุดคือการหา รูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน นำพาให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นการสอนที่แบ่งเป็นลำดับขั้นตอนหากต้องการให้ผู้เรียนเกิดความสามารถสูงสุดครูผู้สอนจะต้องจัดลำดับการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)
2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate)
3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model)
4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply)

ด้านผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องอะตอมและตารางธาตุที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเนื้อหาวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1/2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 สหวิทยาเขตเบญจบุรพาทั้ง 5 โรงเรียน ประกอบด้วยโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า โรงเรียน

รัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า และโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ จำนวน 1,472 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวจัดกระทำ (Treatment) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ
 - 2.4 การทำงานเป็นทีม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหารายวิชาสารและสมบัติของสาร รหัสวิชา ว20205 วิชาเพิ่มเติมระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลา 10 คาบ คาบละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ใช้กระบวนการสืบเสาะ ค้นหา สืบหา ตรวจสอบด้วยตนเองในเนื้อหาวิชาสารและสมบัติของสารในหน่วยที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ดังรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหา โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้เกิดความสนใจและมีความมุ่งมั่นในการหาคำตอบร่วมกัน เพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาและนำไปสู่การตรวจสอบ

1.2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) หมายถึง การดำเนินการตรวจสอบร่วมกันของนักเรียน ระบุสมมติฐานจากปัญหาร่วมกันตั้งประเด็น และทำการสืบค้นสำรวจตรวจสอบรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต ทดลอง และศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

1.3 ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) หมายถึง การสร้างแบบจำลองร่วมกันของนักเรียนเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยให้สมาชิกในกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำและสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1.4 ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) หมายถึง การให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนนำความรู้ที่ได้ร่วมกันในการจัดการเรียนการสอนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางสมองของนักเรียนที่แสดงออกมาในลักษณะการเขียนคำอธิบาย ผลของปรากฏการณ์ที่ศึกษามีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่

2.1 ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2.2 หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่ได้ระหว่างการหาคำตอบอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลคุณภาพก็ได้

2.3 การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นการสนับสนุนข้อสรุปของคำตอบที่ต้องการค้นหา

3. ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจที่จะเชื่อหรือกระทำสิ่งต่าง ๆ ประกอบด้วยความสามารถย่อย 5 ด้าน ดังนี้

3.1 ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุใจความสำคัญหรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนจากข้อมูล บทความ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3.2 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อความจากรายงานที่ได้จากการสังเกตของบุคคลต่าง ๆ

3.3 ความสามารถในการอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลและสถานการณ์ต่าง ๆ จากการตั้งข้อสังเกตของบุคคลต่าง ๆ แล้วสามารถตัดสินใจว่าข้อเท็จจริงใดสนับสนุน คัดค้าน หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่คาดคะเนไว้

3.4 ความสามารถในการนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปในสถานการณ์จากประโยคหลักที่กำหนดให้ โดยอาศัยเหตุผลจากส่วนใหญ่ไปสู่ส่วนย่อย ซึ่งข้อสรุปที่ได้ต้องสมเหตุสมผล

3.5 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ความสามารถในการระบุว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งเป็นข้อความจำเป็นต้องมีก่อนข้อความหลักที่กำหนดให้เพื่อการลงข้อสรุปมีความถูกต้องสมเหตุสมผล

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องอะตอมและตารางธาตุ โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ซึ่ง

ผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลออกเป็น 4 ด้านตามวิธีการวัดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558: 11) ดังนี้

4.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก การขยาย ความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่แตกต่างออกไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหา ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

5. การทำงานเป็นทีม หมายถึง พฤติกรรมการทำงานของสมาชิกในกลุ่มนักเรียนที่มาทำงานร่วมกันตามที่ได้รับมอบหมายในรายวิชาสารและสมบัติของสาร เพื่อให้บรรลุเป้าหมายและความสำเร็จ ซึ่งพิจารณาจากแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการทำงานเป็นทีมสามารถประเมินพฤติกรรมได้ 5 ด้านดังนี้

5.1 การร่วมกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์และแบ่งหน้าที่กันทำงาน หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในกลุ่ม มีการปรึกษาหารือวางแผนในการทำงาน และกำหนดแบ่งหน้าที่ของสมาชิกตามความถนัดและเหมาะสม

5.2 การตระหนักในบทบาทหน้าที่ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในกลุ่ม รู้และเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีความกระตือรือร้นในการทำงาน และร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มพร้อมทั้งปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย

5.3 การมีปฏิสัมพันธ์ดีฟังพาดูและช่วยเหลือกัน หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในกลุ่ม ด้วยการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อสมาชิกในกลุ่ม มีจิตอาสาช่วยกันทำหน้าที่ในทีม และทุกคนให้ความร่วมมือช่วยเหลือกันให้งานสำเร็จ

5.4 การรักษาบรรยากาศในการทำงานและปรับตัวเข้าหากัน หมายถึง หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในกลุ่ม โดยรับคำวิจารณ์ของคนอื่นและติชมผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และอยู่ร่วมกันในทีม ไม่แยกตัวออกไป

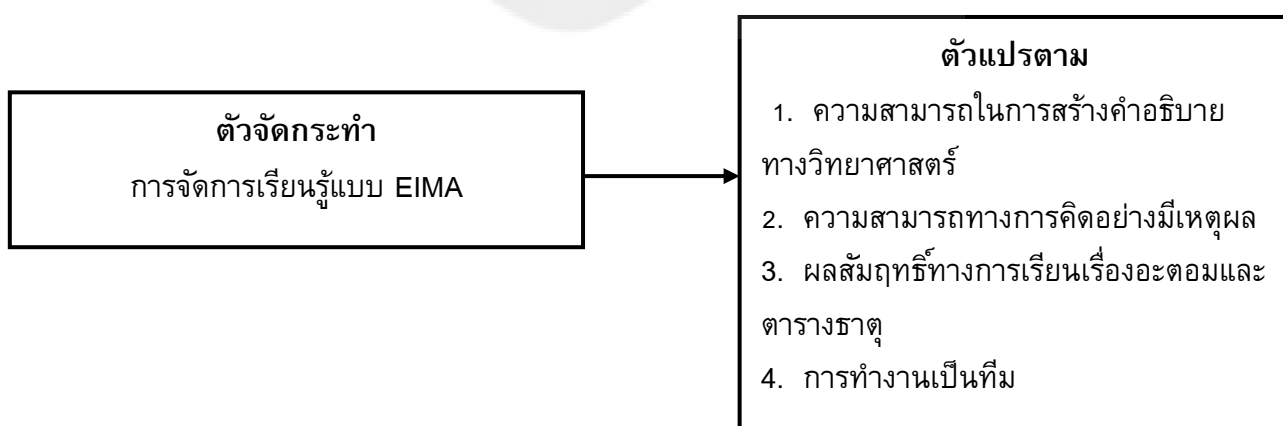
5.5 การแก้ไขปัญหาร่วมกัน หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในกลุ่มการช่วยกันเสนอความคิดเห็น ร่วมกันรับฟังและสนับสนุนเพื่อน ใช้ภาษาเหมาะสม และร่วมกันแก้ปัญหาภายในทีม

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อแสดงถึงการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ซึ่งชวาร์ส และ เกว-เกวอ (Schwarz; & Gwekwerere. 2007: 158) ได้ประยุกต์และนำมาใช้ เพื่อส่งผลต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามงานวิจัยของ สุรรัตน์ จัยกระยาง (2553: 69-70) ในการทำวิจัยในครั้งนี้ต้องการค้นหารูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อผู้เรียนซึ่งจากการจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีลักษณะกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) ที่ว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง และทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) ที่ว่าผู้เรียนทุกคนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมช่วยเหลือกันในการเรียนรู้เสริมสร้างศักยภาพด้านต่างๆ (สุมาลี ชัยเจริญ. 2544: 102) เช่นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และการทำงานเป็นทีม

จากงานวิจัยของ สันติชัย อนุวรชัย (2553: 132-133) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งนี้ต่อไปว่าในระหว่างดำเนินการทดลองนักเรียนมีการวางแผนการทำงานภายในกลุ่มซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ลักษณะการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นรูปแบบการสอนที่ปรับปรุงมาจากการสอนแบบสืบเสาะเพื่อให้ส่งเสริม และพัฒนาทั้งความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ รวมถึงการทำงานเป็นทีมของนักเรียนควบคู่กันไป

นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยกำหนดแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนเฉลี่ยในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุในระยะก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามแตกต่างกัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
 - 1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
 - 1.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
 - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
 - 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 แนวทางในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.1 ความหมายของการคิด
 - 3.2 ประเภทของการคิด
 - 3.3 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.4 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.5 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 เป้าหมายการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 4.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นทีม

5.1 ความหมายและหลักการของการทำงานเป็นทีม

5.2 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม

5.3 ประโยชน์ของการทำงานเป็นทีม

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงผสมผสานทางการศึกษาแบบแผน

แบบรองรับภายใน (Embedded Design)

6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงผสมผสาน

6.2 ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงผสมผสาน

6.3 การกำหนดสัญลักษณ์ของวิธีการเชิงผสมผสาน

6.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการเชิงผสมผสาน

6.5 แบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (Embedded Design)

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

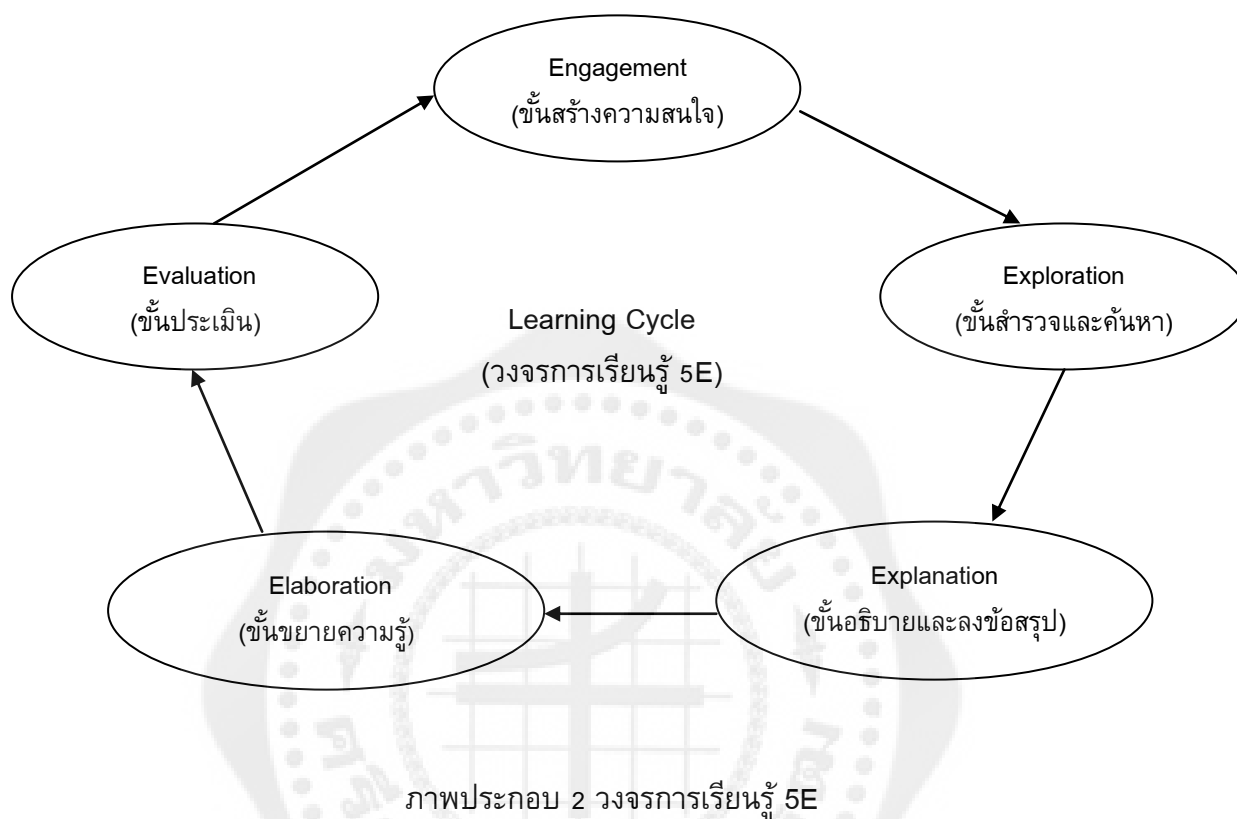
การศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ความเป็นมาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แนวคิดและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA บทบาทครูและบทบาทนักเรียน และ ข้อดี ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ ชวาร์ส และ เกว-เกวอ (Schwarz; & Gwekwere. 2007: 158) ได้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2006 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นฐาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบ EIMA เป็นกรอบแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ นำความรู้ที่ได้มาสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งนำความรู้ที่ ได้มาประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ เรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก ยิ่งขึ้น

การสืบเสาะและการสร้างแบบจำลองเป็นลักษณะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo; et al. 2008: 2) ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ และการสร้าง แบบจำลองยังเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์จึงเน้นการสืบเสาะและการสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความ เข้าใจเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และเข้าใจในธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์จึงนำการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ซึ่งย่อมาจาก Engage (สร้างความสนใจ)

Investigate (สำรวจตรวจสอบ) Model (สร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย) และ Apply (ประยุกต์ความรู้) ซึ่งได้พัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ 5E ของบายบีตังแสดงในภาพประกอบ 2



ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *วงจรการเรียนรู้ 5E*. ออนไลน์.

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบขึ้นตอนที่สำคัญดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 30)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างความสนใจ ความสงสัยเป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้ นำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นสืบค้นความรู้ การทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาโดยการค้นคว้า การทดลอง การปฏิบัติ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอ

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปไปอธิบายสถานการณ์เหตุการณ์ต่างๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่ามีความรู้ะไรบ้างรุ่มากน้อยเพียงใด และนำไปประยุกต์ความรู้เรื่องอื่น ๆ

ตาราง 1 เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และ การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

การเรียนรู้แบบ 5E	การเรียนรู้แบบ EIMA
engagement	Engage
exploration	Investigate
explanation	Model
elaboration	Apply
evaluation	-

ที่มา: สุริรัตน์ จัยกระยาง. (2553). วงจรการเรียนรู้แบบ 5E และ การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA . หน้า 35.

ซวาร์ส และ คณะ (Schwarz; et al. 2009: 165) กล่าวว่าจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีความเหมือนและแตกต่างกับวิธีสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E โดยมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันคือ ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนสร้างคำอธิบายโดยการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ และทฤษฎีต่างๆ การสร้างแบบจำลองเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเสนอแนวคิดทางกายภาพ วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ให้มองเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ

1.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

1.2.1 ทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism)

ทฤษฎีสรคนิยมเน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนจากการได้สัมผัสประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ โดยพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของผู้เรียนจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเกิดกระบวนการดูดซึม (Assimilation) ประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างที่มีอยู่เดิม หากประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่จนเกิดเป็นภาวะความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) ผู้เรียนจะพยายามหา

ค้นหาคำตอบโดยนำแนวคิดทฤษฎี จากประสบการณ์เดิมของตนมาสร้างคำทำนายหรือตั้งสมมติฐานเพื่อหาการทดลองหรือหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งเมื่อค้นพบคำตอบแล้วประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจะทำให้ผู้เรียนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ให้กลับสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) แต่หากประสบการณ์ใหม่นั้นตรงกันกับประสบการณ์เดิม ข้อมูลนั้นก็จะถูกดูดซึม (Assimilation) เข้าสู่ความเข้าใจใหม่แก่ผู้เรียน (Lleyellyn. 2002: 31; และทิตนา แชมมณี. 2551: 90-94) ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบสวนตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้ สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ต่างๆ เข้ามา (พิมพันธ์ เดชะคุปต์; และ เพয়ার์ ยินดีสุข. 2548: 24)

1.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม

(Social Constructivism)

ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของไวทสกี้ (Vygotsky) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) มีแนวความคิดสำคัญว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทางสังคมในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานและได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นถึงความสัมพันธ์ 2 ประเภทของผู้เรียนคือ ระดับพัฒนาที่เป็นจริง (Actual Development Level) และพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) โดยผู้เรียนจำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) (ทิตนา แชมมณี. 2551: 90-94) ซึ่งมีบทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนที่ให้การช่วยเหลือด้วยวิธีการต่างๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองได้ โดยเป็นการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวยให้การช่วยเหลือแนะนำ สนับสนุน ขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาหรือกำลังอยู่ในระหว่างการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง (ผู้เรียนกำลังอยู่ในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ) ทำให้ผู้เรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและปรับการสร้างความรู้ความเข้าใจภายในตน (Internalization) ให้กลายเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ภายในตนเอง

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ประกอบด้วย 2 ทฤษฎีคือทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) เป็นความรู้เกิดจากประสบการณ์และกระบวนการในการสร้างความรู้หรือเกิดจากการกระทำ และทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) เป็นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็ก กับ ผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครู และเพื่อน

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ชวาร์ส และ เกว-เกวอ (Schwarz; & Gwekwere. 2007: 158) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสอนแบบสืบเสาะด้วยผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) หมายถึง ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหาด้วยการทำกิจกรรมดังนี้

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมคำถาม หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนเกิดความสนใจและความมุ่งมั่นในเรื่องที่เรียน เพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งประเด็นปัญหา

1.2 นักเรียนร่วมกันตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาเพื่อนำ ไปสู่การตรวจสอบ

2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) หมายถึง ขั้นดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยกิจกรรมดังนี้

2.1 นักเรียนร่วมกันระบุมสมมติฐานจากปัญหาที่ร่วมกันตั้งประเด็น

2.2 นักเรียนสืบค้น สำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต ทดลอง และศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) หมายถึง ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมดังนี้

3.1 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำเพื่อสื่อความหมาย

3.2 นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย

3.3 นักเรียนสร้างคำอธิบายจากแบบจำลอง

4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) หมายถึง ขั้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีความเหมือนและแตกต่างกับการสอนแบบสืบเสาะ โดยมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันคือการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) เป็นขั้นที่นักเรียนนำ ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำและสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย เพื่อสะท้อนความสามารถในการสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทราบถึงข้อดีจะทำให้สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และการทราบถึงข้อจำกัดจะสามารถเป็นแนวทางในการนำไปใช้ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้นได้

1.4.1 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ชวาร์ส และ เกว-เกวอ (Schwarz; Gwekwerere. 2007: 159) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทำให้นักเรียนได้สร้างความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยวิธีสืบเสาะ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เชื่อมโยงสู่โลกปัจจุบัน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน
2. การสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น
3. นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้นาน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้
4. นักเรียนมีความหลากหลายในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่จำเป็นต้องอธิบายด้วยการเขียนบรรยายเพียงอย่างเดียว
5. การใช้คำถามและเทคนิคต่างๆช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยากเรียน และสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน
6. นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

1.4.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ชวาร์ส และ เกว-เกวอ (Schwarz; & Gwekwere. 2007: 159) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูจะต้องช่วยเสริมแรงนักเรียนเพื่อการสืบค้นและสร้างแบบจำลองโดยการตั้งคำถาม หากคำถามไม่มีคุณภาพจะทำให้นักเรียนสับสนและดำเนินการสืบค้นผิดพลาด
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หากครูไม่เข้าใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำให้เกิดการผิดพลาดในการจัดกิจกรรมและทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายโดยการสร้างแบบจำลองได้

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องพยายามกระตุ้น ดึงความสามารถของนักเรียนให้แสดงออก และเข้าใจขั้นตอนการสอนที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เพื่อที่จะได้ดำเนินการสอนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

สำหรับงานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีผู้วิจัยทำไว้ ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

แมกเนลล์ และคาร์จซิค (McNeill; & Krajcik. 2007: 53-78) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ลักษณะพิเศษและการประเมินผลของปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือ ครูเคมี 13 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1197 คน โดยใช้เครื่องมือแบบปฏิบัติการจัดการเรียนการสอน 4 ประเภทคือ

1. การสร้างแบบจำลองอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์
2. การสร้างข้อความเหตุผลอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์
3. การให้คำจำกัดความการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์
4. การเชื่อมโยงการอธิบายวิทยาศาสตร์สู่การอธิบายในชีวิตประจำวัน

ผลการทดลองปรากฏว่าการจัดการเรียนการสอนของครูมีบทบาทให้นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายสูงขึ้น

ชาร์วส์ และ เกว-เกว (Schwarz; & Gwekwere. 2007: 158-187) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการใช้การสืบเสาะแบบแนะนำและการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เพื่อเสริมสร้างการสอนวิทยาศาสตร์ของครูฝึกสอนชั้นอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูฝึกสอนจำนวน 24 คน ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่สอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ครูฝึกสอนมีความเข้าใจการสอนแบบสืบเสาะมากขึ้นและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงกว่ากลุ่มที่มีการจัดการเรียนสอนแบบอธิบาย

ชาร์วส์ (Schwarz. 2009: 165-205) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความก้าวหน้าการเรียนรู้สำหรับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการทดลองคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์และสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองและเกิดมโนทัศน์ได้โดยมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายในระดับที่สูงขึ้นและยังพบว่าการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม

จากงานวิจัยต่างประเทศจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เน้นการนำผู้เรียนไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยการสร้างแบบจำลองซึ่งนักเรียนแต่ละระดับตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาถึงชั้นมัธยมศึกษาสามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายได้จากการสร้างแบบจำลองผู้เรียนและครูผู้สอนควรสร้างสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ดึงดูดความสนใจให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ที่เชื่อมโยงเข้าสู่ร่วมกับการใช้คำถามที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดของตนเองกับปรากฏการณ์เหล่านั้นได้เป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในสิ่งที่จะเรียน หากครูผู้สอนใช้คำถามเพียงอย่างเดียวโดย

ปราศจากสถานการณ์ที่น่าสนใจจะเป็นการยากมากที่จะทำให้นักเรียนแสดงออกถึงแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมา

งานวิจัยในประเทศ

สุรรัตน์ จัยกระยาง (2553: 69-70) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีโพธิ์หมันต์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง 31 คนและกลุ่มเปรียบเทียบ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA และเปรียบเทียบเรียนด้วยวิธีสอนปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของกลุ่มทดลองเฉพาะหลังการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเท่ากับร้อยละ 88.01และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายใน 12 หัวข้อเรื่อง เท่ากับร้อยละ 80.95 86.67 90.47 93.33 88.57 91.43 80.95 90.47 86.67 83.30 90.47 และ 92.39 ตามลำดับซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่มีการกำหนดคือ ร้อยละ 70 อยู่ในเกณฑ์มีความสามารถดีเยี่ยม

จากงานวิจัยในประเทศสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA สามารถพัฒนาให้ทั้งครูและ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์และยังสามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้ตั้งคำถามและเทคนิคต่างๆช่วยกระตุ้นให้นักเรียน สนใจอยากเรียน และสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน ส่งผลไปสู่กระบวนการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่ดีและมีประสิทธิภาพสำหรับการจัดการเรียนการสอนของครู โดยใช้แบบปฏิบัติการ จัดการเรียนการสอนที่มีบทบาททำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นแสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสามารถ นำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนเนื่องจากเป็น กิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักการศึกษา นักวิชาการ และนักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของคำว่า “อธิบาย” ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

แมกเนลล์ และคาร์จซิค (McNeill; & Krajcik. 2006: 2) ได้ให้ความหมายว่า คำอธิบาย หมายถึง การรายงานลักษณะและเหตุผลของสิ่งที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะลักษณะของนักวิทยาศาสตร์จะต้องอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ว่า เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมถึงเกิดขึ้น และเงื่อนไขต่างๆรวมถึงผลของสิ่งที่เกิดขึ้นให้เห็นได้

กิลเบิร์ต (Gilbert. 2000: 193-194) ได้ให้ความหมายว่าคำอธิบาย หมายถึง คำตอบที่บอกถึงลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งและได้อธิบายความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ของวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ” นอกจากนี้ยังอ้างถึงความหมายของคำอธิบายที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ของมาร์ติน (Martin) ที่เกี่ยวข้องกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 5 ความหมาย ดังนี้

1. คำอธิบาย หมายถึง การอธิบายคำที่มีความหมายในบริบททางวิทยาศาสตร์
2. คำอธิบาย หมายถึง การรายงานที่แสดงถึงความเชื่อหรือการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลในบริบททางวิทยาศาสตร์
3. คำอธิบาย หมายถึง การอธิบายสาเหตุของสภาพ เหตุการณ์ และกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
4. คำอธิบาย หมายถึง การอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ซึ่งเป็นผลมาจากการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์
5. คำอธิบาย หมายถึง การอ้างอิงถึงทฤษฎีที่มาจากการกฎต่างๆ

บายบี (Bybee. 2004: 4) ได้ให้ความหมายว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นคำอธิบายที่เกิดจากการให้เหตุผลในเชิงตรรกะ ยึดถือกฎและหลักฐานสามารถเปลี่ยนแปลงได้และมีพื้นฐานอยู่บนความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่าคำอธิบาย หมายถึง การรายงานลักษณะที่ตอบคำถามและสามารถเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริงที่อธิบายปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ โดยใช้หลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุปหมายถึง คำอธิบายที่ใช้ในการตอบคำถาม และเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง ชัดเจน สะท้อนผลการทดลองเชิงประจักษ์ ซึ่งคำอธิบายที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักการศึกษา นักวิชาการ และนักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วิทเทอร์ และ เรนค์ (Wittwer; & Renkl. 2008: 50) อธิบายว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุป โดยใช้หลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ และการนำข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

แมกเนลล์ และ คาร์จซิค (McNeill; & Krajcik. 2010: 3-4) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการดังต่อไปนี้

1. มีความเข้าใจในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องประยุกต์แนวคิดเพื่อใช้ในการตอบคำถามหรือปัญหาพร้อมกับการใช้หลักฐานที่เหมาะสมซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนมีความรู้สามารถตีความแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

2. พัฒนาทักษะการสื่อสารที่น่าเชื่อถือ จากการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มคนที่ศึกษาในเรื่องเดียวกัน

3. พัฒนาการให้เหตุเชิงตรรกะ จากการแสดงข้อมูลหรือหลักฐานสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง และการประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสดงความเป็นเหตุเป็นผลของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

4. เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถเปลี่ยนมุมมองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น จากการพิจารณาข้อเท็จจริง และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลตามการค้นพบเชิงประจักษ์

5. เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ทั้ง 5 ประการ ได้แก่

5.1 ความสามารถในการปรับตัว (Adaptability)

5.2 การสื่อสารที่ซับซ้อน (Complex Communication)

5.3 ทักษะในกระบวนการการตีความ และการสื่อสารข้อมูลสารสนเทศ
การแก้ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำ (No Routine Problem Solving)

5.4 การกำกับตนเอง (Self - Management)

5.5 ระบบความคิด (Systems Thinking)

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่าความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทำหน้าที่และความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ของการเปลี่ยนแปลงข้อเท็จจริงเพื่อนำมาใช้เป็น

หลักฐานในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง และยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผล การสื่อสาร การแก้ปัญหา เป็นต้น

2.3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้พัฒนากรอบแนวคิดและองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

โมจิ และ คณะ (Moji; et al. 2004: 223-224) จำแนกองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการลงข้อสรุปเบื้องต้นของปรากฏการณ์ที่ศึกษาโดย ข้อกล่าวอ้างมีความเชื่อมโยงกับสมมติฐาน คำถามวิจัย และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ ศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

2. หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกต การทดลอง หรือ แหล่งข้อมูลอื่นๆ เช่นการค้นคว้าจากงานวิจัย เพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยข้อมูลที่ได้จากการ เก็บรวบรวมต้องมีความเชื่อมโยงกับสมมติฐาน สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้

3. การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานที่ได้รับจากการตรวจสอบ หรือจากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับข้อกล่าวอ้าง โดยอธิบายว่า “ทำไม หลักฐานนั้นจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง” หรือตอบคำถามที่ว่า “เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น”

แซมป์สันต์ และคลาค (Sampson; & Clark. 2009: 456-457) ได้ให้องค์ประกอบของ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียด สรุปได้ดังนี้

1. คำอธิบาย (Claim) คือส่วนที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำตอบจากคำถามในการ สำรวจตรวจสอบคำอธิบายนี้สามารถให้แนวทางในการแก้ปัญหา อธิบายความสัมพันธ์หรือกล่าวถึง สาเหตุของกระบวนการที่เกิดขึ้น

2. หลักฐาน (Evidence) คือส่วนที่ต้องการให้นักเรียนรวบรวมสิ่งที่ได้จากการวัด หรือการสังเกตในการสนับสนุนความตรงหรือความถูกต้องของข้อความสรุปคำอธิบาย ซึ่งหลักฐานนี้ มีได้หลายแบบตั้งแต่ข้อมูลเชิงปริมาณจนกระทั่งข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสังเกต อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ต้องพิจารณาให้เห็นหลักฐาน คือแนวโน้มตามช่วงเวลา ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือการแสดงให้เห็นถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐาน สนับสนุนคำอธิบายและเหตุผลที่เลือกใช้จำนวนหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุน

ดังนั้น สรุปได้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุป ความหมายและเลือกใช้คำแทนแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งอธิบาย ปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น

2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่ได้ระหว่างการหาคำตอบอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลคุณภาพก็ได้

3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นการสนับสนุนข้อสรุปของคำตอบที่ต้องการค้นหา

2.4 แนวทางในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเป็นการวัดทักษะการสร้าง การเขียนคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการประเมินจะแสดงถึงความสามารถของผู้เรียน นักการศึกษา และนักจิตวิทยาได้เสนอแนววิธีการให้คะแนนแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

สแตนเลย์ และ ฮอฟกินส์ (Stanley; & Hopkins. 1972: 191) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนแบบจัดกลุ่ม (Sorting method) ผู้ตรวจจะต้องอ่านคำตอบของนักเรียนและแบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 5 กลุ่มตามคะแนนคือ ระดับคะแนนที่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง หลังจากนั้นจึงอ่านซ้ำอีกครั้งหนึ่งตามกลุ่มที่แบ่งไว้ แล้วจึงให้คะแนนการตรวจ การให้คะแนนด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับข้อสอบอัตนัยแบบตอบยาว

ธอร์นไดค์ และ แฮเกนส์ (Thorndike; & Hagen. 1990: 412) ได้เสนอวิธีการให้คะแนน 3 วิธี คือ

1. วิธีการประเมินค่ารวม (Holistic Method) ผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละข้อโดยประเมินผลรวมและกำหนดน้ำหนักการให้คะแนนเป็นส่วนๆ

2. วิธีวิเคราะห์ (Analytic Method) ผู้ตรวจจะกำหนดน้ำหนักและการให้คะแนนเป็นส่วนต่างๆ

3. วิธีการกำหนดคะแนน (Point – score method) ผู้ตรวจนำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเฉลยโดยถือว่าคำตอบที่เฉลยเป็นคำตอบที่ดีที่สุด และให้คะแนนเต็มสำหรับคำตอบตรงกับที่เฉลย การตรวจวิธีนี้เหมาะสมทั้งข้อสอบอัตนัยแบบตอบยาวและข้อสอบอัตนัยแบบตอบสั้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

สำหรับงานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผู้วิจัยทำไว้ ดังนี้

ซานโดวาล และ มิลล์วูด (Sandoval; & Millwood. 2005: 23-55) ได้ทำวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาโครงสร้างของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการคัดเลือกโดยธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะกับโปรแกรม Explanation Constructor ใช้ระยะเวลาในการ

ทดลอง 4 สัปดาห์โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อสืบเสาะหาความรู้แล้วสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่องนกฟินช์ในเกาะกาลาปากอส และสาเหตุการดื้อยารักษาวัณโรคของแบคทีเรียเก็บข้อมูลจากคำอธิบายทั้งสองเรื่องที่สมบูรณ์ พบว่า จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ค่าเฉลี่ยคุณภาพมโนทัศน์ของคำอธิบายเรื่องนกฟินช์ในเกาะกาลาปากอส และสาเหตุการดื้อยารักษาวัณโรคของแบคทีเรียเท่ากับ 6.83 (SD=0.75) และ 6.90 (SD=1.72) และความเพียงพอของมโนทัศน์ของทั้งสองเรื่องมีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ลักษณะการอ้างหลักฐานที่มีการใช้มากที่สุดคือการอ้างแบบ Inclusion คือปรากฏหลักฐานในคำอธิบายแต่ไม่ได้อ้างอิงหรือเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างทั้งหมด

แมกเนลล์ และคาร์จซิค (McNeill; & Krajcik. 2007: 53-78) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ลักษณะพิเศษและการประเมินผลของปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนการเรียนรู้ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูเคมี 13 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1197 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบปฏิบัติการจัดการเรียนการสอน 4 ประเภท คือ 1) การสร้างแบบจำลองอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 2) การสร้างข้อความ เหตุผล อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 3) การให้คำจำกัดความการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์และ 4) การเชื่อมโยงการอธิบายวิทยาศาสตร์สู่การอธิบายในชีวิตประจำวัน ผลการทดลองพบว่า การจัดการเรียนการสอนของครูมีบทบาททำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงขึ้น จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นอยู่ภายใต้ความเข้าใจหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการให้เหตุผลต่อการสนับสนุนระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญและสามารถแก้ปัญหาต่างๆโดยผ่านกระบวนการคิด ค้นหาคำตอบอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นอยู่ภายใต้ความเข้าใจหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการให้เหตุผลต่อการสนับสนุนระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญและสามารถแก้ปัญหาต่างๆโดยผ่านกระบวนการคิด ค้นหาคำตอบอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยในประเทศ

สันติชัย อุนวรชัย (2553: 123-124) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างมาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 66 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 33 คน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับ

กลวิธีการโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสูงกว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรรัตน์ จัยกระยาง (2553: 69-70) ได้ศึกษาผลของการใช้ผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีโพธิ์หมันต์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง 31 คนและกลุ่มเปรียบเทียบ 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายร้อยละ 88.01 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบาย 12 หัวข้อเรื่องสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 มีความสามารถระดับดีมาก

อนงค์รัตน์ แก้วบำรุง (2554: 91-99) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์เรื่องงานและพลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดื่กพังงาวิทยายน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 66 คน โดยกำหนดเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 33 คน เรียนด้วยรูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานและกลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 33 คน เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเท่ากับ 75.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงกว่านักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยในประเทศสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายนั้นควรเริ่มจากการสร้างเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเข้าใจความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้โดยใช้กิจกรรมที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ และให้เหตุผลควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมสำหรับงานวิจัยนี้ การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดเขียน สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยฝึกการคิด การวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ ค้นหาหลักฐาน และสามารถลงข้อสรุปและให้เหตุผลสนับสนุนได้ โดยฝึกจากการลงมือปฏิบัติ จากสถานการณ์เพื่อหาความถูกต้องและข้อสรุปจะสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล

3.1 ความหมายของการคิด

กิลฟอร์ด (ปรีวัติ สิงหาเวช. 2548: 25; อ้างอิงจาก Guilford. 1967: 7) ให้ทรงเสนอว่าการคิดเป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริง ๆ นั้น รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม

เพียเจต์ และ อินhelder (ปรีวัติ สิงหาเวช. 2548: 25; อ้างอิงจาก Piaget; & Inhelder. 1969: 58) ให้ทรงเสนอเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะคือเป็นกระบวนการปรับโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเข้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจสิ่งเรามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

นภเนตร ธรรมบวร (2544: 2-7) กล่าวถึง การคิดไว้ ดังนี้

1. การคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมอง และมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา
2. การคิดเป็นกิจกรรมด้านสติปัญญาซึ่งช่วยมนุษย์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และเข้าใจความหมายของสิ่งต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิต
3. การคิดเป็นการแยกแยะ หรือการทำให้ประสบการณ์ที่ยากและซับซ้อน กลายเป็นเรื่อง que การเรียนรู้
4. การคิดเป็นกิจกรรมส่วนบุคคล และความสามารถในการคิดของมนุษย์จะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล
5. การคิดเกิดขึ้นในบริบทของสังคมได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมในสังคมที่บุคคลนั้นๆ อาศัยอยู่

ทิสนา แคมมณี (2546: 40) อธิบายว่าการคิด หมายถึง กระบวนการทางสมองในการจัดกระทำข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่รับเข้าเพื่อสร้างความหมาย และความเข้าใจข้อมูลหรือสิ่งเร้านั้น มนุษย์ทุกคนคิดอยู่ทุกขณะไม่ว่าลักษณะใดก็ลักษณะหนึ่งเสมอ คืออาจคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (มีทิศทาง) หรือไม่ มีจุดมุ่งหมาย (ไม่มีทิศทาง) ก็ตาม

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า การคิด หมายถึง การแสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมองเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับ และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนกรายละเอียดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลเหมาะสม

3.2 ประเภทของการคิด

กาเย่ และ บริค (สุภาพร บุญหนัก. 2544: 29; อ้างอิงจาก Gagne; & Briggs.1974: 283) ได้จำแนกประเภทของการคิดไว้ 2 แบบคือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่ประสบพบเห็นจากประสบการณ์ตรงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะ คือ

2.1 การคิดที่เป็นอิสระ (Free Association) คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกการพูดหรือเหตุการณ์

2.2 การคิดที่ถูกควบคุม (Controlled Association) คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

2.3 การสร้างวิมานในอากาศ (Day Dreaming) คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเองเพื่อให้เกิดความพอใจในตน ซึ่งเป็นการคิดฝัน ในขณะที่ยังตื่นอยู่

2.4 การฝัน (Night Dreaming) คือ การคิดฝันอันเนื่องมาจากความคิดของตนหรือเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

2.5 การคิดเกี่ยวกับเรื่องส่วนตัว (Autistic Thinking) คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อกลั่นกรองการคิดที่เพื่อผ่านการคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้นโดยมุ่งไปสู่จุดหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ไม่ซ้ำกัน หรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้กล่าวคือ เมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning Thinking) ซึ่งเป็นการคิดใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสถานการณ์หรือข้อมูลต่างๆ ว่า มีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

สาโรช บัวศรี (2531: 9-10) ได้แบ่งประเภทของการคิด ดังนี้

1. การคิดโดยแยกประเภท (Thinking by Classification) เป็นการคิดโดยแบ่งแยกประเภทออกเป็นส่วนต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ในการแยกประเภทแตกต่างกันออกไป

2. การคิดโดยตัดประเด็น (Thinking by Elimination) เป็นการคิดแบบตัดประเด็นออกไปทีละอย่าง การคิดแบบนี้นิยมใช้กันอยู่ในการสืบสวนสอบสวน

3. การคิดแบบอุปนัย (Inductive Thinking) เป็นการคิดจากส่วนรายละเอียดไปสู่ส่วนสรุปเริ่มต้นจากการสังเกต การทดลองอ่าน เมื่อเห็นว่า เป็นจริงจึงสรุป

4. การคิดแบบนิรนัย (Deductive Thinking) เป็นการคิดที่เริ่มต้นจากข้อสรุปหรือทฤษฎีไปสู่ส่วนรายละเอียด

5. การคิดแบบไตร่ตรอง หรือการคิดสะท้อน (Reflective Thinking) เป็นการคิดแบบวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งในวงการศึกษานิยมเรียกว่า วิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving Method) หรือวิธีการแห่งปัญญา (Method of Intelligence)

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทางสมองซึ่งเป็นธรรมชาติของมนุษย์ทุกคนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังคิดประสบการณ์ที่ได้รับมาสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบริบทโดยผู้คิดจะต้องตั้งเป้าหมายในการคิดให้ชัดเจนพร้อมกำหนดวัตถุประสงค์และสิ่งสำคัญ คือ ผู้คิดต้องมีสติ คือ การระลึกว่ากำลังคิดเรื่องอะไรอยู่เสนอเพื่อให้ตนนั้นมีการคิดอย่างมีประสิทธิภาพกระบวนการคิด คือ รูปแบบของการคิดที่มีขั้นตอนของการคิดเป็นลำดับขั้น ในแต่ละขั้นตอนของการคิดต้องใช้ทักษะการคิดหรือลักษณะการคิดหลาย ๆ แบบมาประกอบกัน

3.3 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล

สุวิทย์ มูลคำ (2549: 46) ได้ให้ความหมายว่า การคิดที่มีเหตุผลเป็นการคิดที่ผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์และหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ

ซันด์ (Sund. 1976: 48-58) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้ว่า ในระหว่างที่เด็กเริ่มมีอายุย่างเข้าวัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้นเพียเจต์เรียกลักษณะขั้นการเจริญเติบโตทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ว่าขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียเจต์พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าวัยนี้จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อนเริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) ออกไปโดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้ สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ซึ่งพออธิบายคร่าวๆ ได้ดังนี้

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดเริ่มมีหลักการแบบผู้ใหญ่มีความซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันใช้ความคิดใคร่ครวญแล้วจึงแสดงออกมาเป็นการกระทำอย่างถูกต้องตามกาลเทศะรู้จักใช้การคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์และสามารถใช้การวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2. สามารถตั้งสมมุติฐานเชิงให้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical-Deductive Reasoning) เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง เราเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า “วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของ

รถยนต์คันหนึ่ง คือ การขอเงินพ่อแม่มาซื้อ” แต่ในขณะที่เดียวกันเกิดอีกความคิดหนึ่งแย้งกับความคิดเดิม “ไม่มีทางเป็นไปได้พ่อแม่คงไม่ให้เงินแน่” และคิดต่อไปว่า “ต้องหาเงินมาซื้อด้วยตนเอง” ความคิดเป็นหนทางซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหา คือ “ต้องหางานทำและเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ” ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบอนุมานที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้งสมมุติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

- ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมให้นมลูกกิน
- ข. สัตว์นี้ให้นมลูกกิน
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์นี้ เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้คนที่ใช้ความคิดชั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่า เป็นจริงเสมอไปหรือไม่เช่น

- ก. สุนัขเห่า
- ข. สัตว์นี้เห่า
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดชั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่าสัตว์ทุกตัว “เห่า” จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นไม่จริงเพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ “เห่า” เหมือนสุนัข การคิดเหตุผลแบบอนุมาน แบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เด็กในวัยนี้บางคนเริ่มมีความคิดคาดการณ์เป็นขั้นๆ โดยใช้เหตุผลต่างๆ

- 4.1 มันอาจเป็นเช่นนั้น หรือเป็นเช่นนั้นได้
- 4.3 มันอาจเป็นเช่นนั้น หรือเป็นเช่นนั้นได้ด้วย
- 4.4 มันอาจเป็นเช่นนั้น แต่ไม่เป็นเช่นนั้น
- 4.5 มันอาจไม่เป็นเช่นนั้น และเช่นนั้นได้

ตัวอย่างการใช้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ เช่น

- 1. ถ้าเป็น (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข) ตัวอย่าง “ ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข) ”
- 2. ถ้าเกิด (ข) เป็นเพราะ (ก) ตัวอย่าง “ ถ้าแผ่นดินชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนตก(ก)”
- 3. ถ้าไม่ใช่ (ก) ก็จะไม่เกิด (ข) ตัวอย่าง “ ถ้าฝนไม่ตก (ก) พื้นดินก็ไม่ชุ่มชื้น (ข)”
- 4. ถ้าไม่เกิด (ข) ก็จะไม่ใช่ (ก) ตัวอย่าง “ ถ้าพื้นดินไม่ชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนไม่ตก (ก)”

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ ทำให้เกิดควบคุมตัวแปรตัวหนึ่งตัวใดได้ แล้วใช้ตัวแปรอื่นๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อย ๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาได้

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กที่สามารถเข้าใจเรื่อง หรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วสามารถแปลความหมาย และมีความคิดลึกซึ้ง เช่นสามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

ตัวอย่าง “ดำสูงกว่าแดง แดงสูงกว่าขาว ถามว่าใครคือคนที่สูงที่สุด”

ขั้นการคิด ดำสูงกว่าแดง

แดงสูงกว่าขาว

เพราะฉะนั้น ดำสูงกว่าขาว

คำตอบ ดำ คือ คนที่สูงที่สุด ลำดับขั้นตอนการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

1. ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ
2. พิจารณาข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไปได้
3. ร่างขั้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป
4. ลงมือตอบ

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายๆ ตัวแปร อย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่นนักเรียนได้รับขวดบรรจุของเหลวสีไม่มีสี และไม่มีกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดรูปชมพู่บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งมีป้ายชื่อ (ก) ลงในขวดรูปชมพู่ของเหลวในขวดรูปชมพู่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบ ให้ได้ของเหลวสีเหลืองในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่สติปัญญาถึงขั้นนามธรรม จะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านั้นอย่างมีระบบระเบียบ ความยากของปัญหานี้มีอยู่ว่าของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้นที่จะผสมกับของเหลว

(ก) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในขวดอื่นๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Propositional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุเป็นผล ในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น ปัญหาเครื่องชั่งแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบ ได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน

9. การควบคุมตัวแปร (Control Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใดๆ ที่สลับซับซ้อน จะสามารถแยกแยะตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อน และใช้วิธีควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนกโดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดตามระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตัวเองในด้านการคิด
12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)
13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติ และมีอุดมคติเป็นของตนเอง

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่าการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำที่เป็นกระบวนการทางสมองที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุได้ การกระทำหรือกระบวนการทางสมองที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจที่จะเชื่อหรือกระทำสิ่งต่างๆ ประกอบด้วยความสามารถย่อย 5 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุใจความสำคัญหรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนจากข้อมูล บทความ หรือสถานการณ์ต่างๆ ได้
- 1.2 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อความจากรายงานที่ได้จากการสังเกตของบุคคลต่างๆ
- 1.3 ความสามารถในการอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลและสถานการณ์ต่างๆ จากการตั้งข้อสังเกตของบุคคลต่างๆ แล้วสามารถตัดสินใจว่าข้อเท็จจริงใดสนับสนุน คัดค้าน หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่คาดคะเนไว้
- 1.4 ความสามารถในการนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปในสถานการณ์จากประโยคหลักที่กำหนดให้ โดยอาศัยเหตุผลจากส่วนใหญ่ไปสู่ส่วนย่อย ซึ่งข้อสรุปที่ได้ต้องสมเหตุสมผล
- 1.5 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ความสามารถในการระบุว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งเป็นข้อความจำเป็นต่อมีก่อนข้อความหลักที่กำหนดให้เพื่อการลงข้อสรุปมีความถูกต้องสมเหตุสมผล

3.4 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล

เดอนใจ ทองสำริด (2531: 38-40) ได้กล่าวว่ากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กที่เข้าสู่การปฏิบัติการคิดค้นด้วยรูปธรรม (Concrete Operation Stage) เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการคิดที่ซับซ้อนซึ่งนำไปสู่การคิดที่มีเหตุผลเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ซึ่งดัทซ์ (Deutsche) ได้กล่าวว่าการคิดของเด็กจะค่อยเป็นค่อยไปไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน จากการคิดอย่างมีเหตุผล โดยแท้จริงแล้วเด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้ในทุกระดับ เพียงแต่ว่าเด็กที่โตกว่ามีเหตุผลที่สูงกว่า ในการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลควรมีความเข้าใจทฤษฎีพัฒนาการทางการคิดของเพียเจต์และบรูเนอร์

พรณี ข.เจนจิต (2538: 87-91) ได้กล่าวว่าเพียเจต์ได้แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และเคลื่อนไหว (Sensori-Motor Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การพูด ในวัยนี้เด็กแสดงออกเพื่อให้เห็นว่าสติปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาสดูที่ปะทะกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเองซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาสติปัญญา และความคิด ในขั้นนี้ ความคิดความเข้าใจของเด็กก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา เด็กวัยนี้มักจะทำอะไรซ้ำๆ บ่อยๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการแต่กิจกรรมการคิดของเด็กวัยนี้ส่วนใหญ่ยังคงอยู่เฉพาะสิ่งที่สามารถสัมผัสได้เท่านั้น

2. ขั้นปฏิบัติการคิด (Preoperational-Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ 2-7 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

2.1 ขั้นก่อนเกิดสัจกัป (Preconception Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่มีขอบเขตเพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือ ถือความคิดของตนเองเป็นส่วนใหญ่และมองไม่เห็นเหตุผลของคนอื่น ความคิด และเหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่ค่อยถูกต้องตามความจริงมากนัก นอกจากความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ ยังอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่า เด็กหญิงสองคน ซึ่งเหมือนกันจะมีทุกอย่างเหมือนกันหมด แสดงว่า ความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ ไม่พัฒนาเต็มที่

2.2 ขั้นการคิดแบบญาณหยั่งรู้นึกเอาเองโดยไม่ใช้เหตุผล (Intuitive Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 4-7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวได้ดีขึ้น รู้จักแยกแยะประเภทและรู้จักชิ้นส่วนของวัตถุเข้าใจความหมายของจำนวนเลข เริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ แต่ไม่ชัดเจนนักสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้และสามารถนำเหตุผลต่างๆ ไป มาสรุปแก้ปัญหาโดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้หรือสัมผัสจากภายนอก

3. ขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 7-11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญา ความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์ และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้เด็กวัยนี้สามารถเข้าใจเหตุรู้จักแก้ปัญหาสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่างๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็ง หรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจาก ความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้ประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่ม หรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์สามารถสนทนากับบุคคลอื่น และเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี

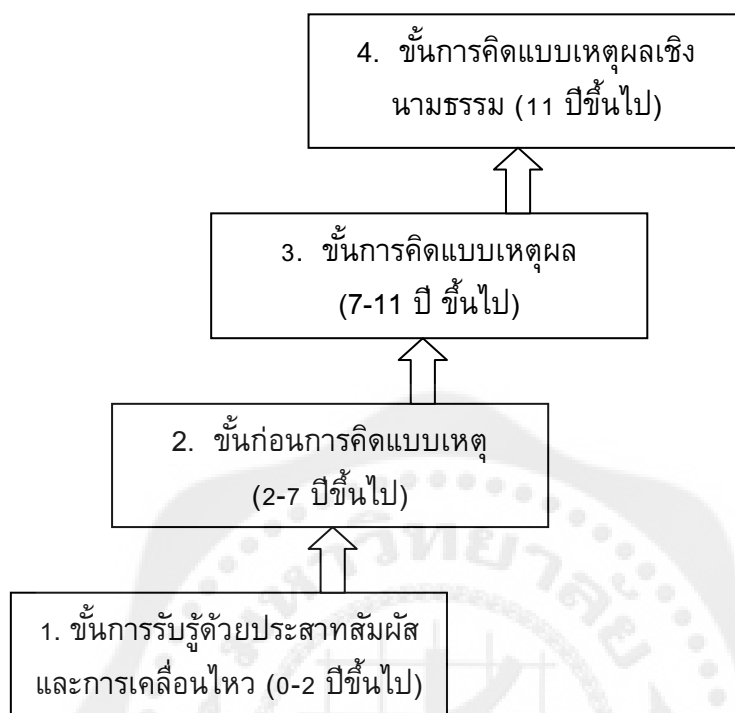
4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 11-15 ปีในขั้นนี้ด้านสติปัญญา และความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสุดยอดคือเด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ความคิดแบบเด็กสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผล นอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์สามารถตั้งสมมติฐาน ทฤษฎี และเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วยการรับรู้ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่คิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม

พรณี ชูทัย (2522: 53) กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา และความคิดเห็นของเพียเจต์ ว่าเป็นทฤษฎีที่ได้ศึกษากระบวนการคิดทางสติปัญญาของเด็กแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ความคิดของเขามีอิทธิพลต่อจิตวิทยาพัฒนาการเป็นอย่างมาก เขากระตุ้นให้คนสนใจกับขั้นตอนของพัฒนาการโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognition) มีความเชื่อว่า เป้าหมายของพัฒนาการนั้น คือ

1. ความสามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งเป็นนามธรรม
2. ความสามารถคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

ประสาธ อิศรปริดา (2523: 133-136) ได้กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดออกเป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นแสดงออกด้วยการกระทำ (Enactive Stage) ขั้นนี้เปรียบเทียบกับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensor-motor Stage) ของเพียเจต์เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by Doing) มากที่สุด
2. ขั้นสร้างภาพแทนใจ (Iconic Stage) ขั้นนี้เปรียบเทียบกับขั้นก่อนปฏิบัติก่อนการคิด (Preparation Stage) เด็กวัยนี้เกี่ยวข้องกับความจริงมากขึ้น เกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่อาจมีจินตนาการบ้าง แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้งเหมือนขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรมของเพียเจต์
3. ขั้นใช้สัญลักษณ์ (Symbolic) เป็นการพัฒนาการขั้นสูงสุดของบรูเนอร์เปรียบได้กับพัฒนาการขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) ของเพียเจต์ขั้นนี้เด็กสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งของ สามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสัจกับในสิ่งต่างๆ ที่ซับซ้อนได้มากขึ้น



ภาพประกอบ 3 แสดงลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา

ที่มา: ประสาท อิศรปริดา. (2538). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. หน้า 50.

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า พัฒนาการความคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กเริ่มจากอายุ 11 – 15 ปี ซึ่งสอดคล้องกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่อยู่ในขั้นเริ่มเป็นผู้ใหญ่ในการพัฒนานักเรียนจึงเป็นการพัฒนาเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มีความคิดเห็น แนวความคิด ทศนคติ ค่านิยมที่ถูกต้องดีงาม เกื้อกูลแก่ชีวิตและสังคม สอดคล้องกับความเป็นจริง และมีความสามารถในการคิดนามธรรม คิดหาเหตุผล และตั้งสมมติฐาน รับรู้ในสิ่งที่ไม่มีตัวตน หรือ สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ความเข้าใจเรื่องความคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องมีในคนทุกวัยคิดอย่างเป็นรูปธรรมในวัยเด็ก จนถึงวัยตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไปรู้จักคิดอย่างเป็นนามธรรม

3.5 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

กิลฟอร์ด และ ฮอฟเนอร์ (Guilford; & Hoepfner. 1971: 28-30) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้ เป็นสิ่งที่จำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่างๆที่เหมาะสม เนื่องจาก

ความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลเป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนสนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนการคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาพร้อมกัน ดังนั้นในการส่งเสริมความสามารถในการคิด และการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คัดการณ์ค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกตรูปแบบชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยการอธิบายรูปแบบ แสดง ด้วยภาพหรือจำลองแบบและตอบคำถามต่างๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” “จงให้ตัวอย่าง ของ...” “สามารถจะใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ถ้าการดำเนินการไม่บรรลุผล” ล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิด การคิด การสร้างข้อาคตเตา การกำหนดรูปแบบ (Modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของ การให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์

โรแวน และ มอร์โรว์ (Rowan; & Morrow. 1993: 16) ยังได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศใน ชั้น เรียนว่า เป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ สำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้องบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายการแสดงเหตุผลของแนวคิดได้ กระทำและสรุป พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้นๆ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำที่เป็นกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์และสามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้ ในงานวิจัยนี้ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล คือความสามารถในการเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือปรากฏการณ์ แล้วสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้อย่างสมเหตุสมผล

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยต่างประเทศ

แอสและแคทาลอค (Ates; & Cataloglu. 2007: 1161-1171) ได้ศึกษาผลกระทบของ ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนต่อความเข้าใจที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด และทักษะ การแก้ปัญหาในกลศาสตร์เบื้องต้น โดยจุดประสงค์เพื่อค้นพบความจริงอย่างแน่ชัดว่า มี ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผล ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและ ทักษะการแก้ปัญหาในวิชากลศาสตร์เบื้องต้น ในกลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หรือไม่ กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนเพื่อมุ่งหวังเป็นครูในวิชาเอกวิทยาศาสตร์จำนวน 165 คน เป็นเพศหญิง 86 คน และเพศชาย 79 คน โดยมีอายุระหว่าง 17 – 21 ปี และได้ลงทะเบียนเรียนใน วิชาฟิสิกส์เบื้องต้น

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของการสอบวัดทักษะในการแก้ปัญหาจากการวัด โดยMBI มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในกลุ่มของนักศึกษาที่เป็นผู้ใช้เหตุผลที่เน้นรูปแบบที่มี หลักฐานแน่นอน และแบบที่ยึดติดกับหลักฐานแต่ไม่มีความแตกต่างกันที่ชัดเจนในคะแนนเฉลี่ยทั้ง

ก่อนและหลังการสอบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ซึ่งวัดโดยการบันทึกข้อมูลความเข้าใจ (FCI) ของนักศึกษาทุกกลุ่ม

ดานีลลา เมเยอร์ และเบเต้ โซเดียน (Daniela Mayer; & Beate Sodian. 2014: 43-55) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในเด็กชั้นประถมศึกษา เพื่อประเมินความสัมพันธ์และความสามารถทางปัญญาของนักเรียนโดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ทดสอบกับนักเรียนจำนวน 155 คน เป็นนักเรียนเพศหญิง 78 คน เพศชาย 74 คน และเด็กที่ไม่มีสัญกรณ์ทางเพศ 3 คน โดยมีอายุเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10.26 ปี จากนักเรียน 7 ห้องเรียนใน 3 โรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาของประเทศเยอรมนี ผลการวิจัยพบว่า การสร้างแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างความฉลาดและความเข้าใจในการอ่านแตกต่างกัน และเมื่อควบคุมตัวแปรเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการตั้งสมมติฐานเบื้องต้นทำให้ทราบว่าความสามารถในการหาพื้นที่และทักษะการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กัน

จากงานวิจัยต่างประเทศจะพบว่านักวิจัยต่างประเทศให้ความสำคัญกับการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีการวิจัยทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับอุดมศึกษาเพื่อพัฒนาการทางความคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผลโดยผ่านการคิด การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และสรุปแนวคิดหรือสร้างข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ต่างๆโดยฝึกจากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการลงมือปฏิบัติ พูดคุย อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อหาความถูกต้องและข้อสรุปจะสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้อย่างดี

งานวิจัยในประเทศ

รัศมี น้อยดี (2550: 106-115) ได้ทำการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟกับการสอนแบบสืบเสาะ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 78 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง 39 คน กลุ่มควบคุม 39 คน

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนเรียนมีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟ มีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เรวดี นามทองดี (2554: 98-120) ได้ทำการศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 เพื่อศึกษาระดับการคิดอย่างมีเหตุผล การเปิดรับข้อมูลข่าวสาร การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล สัมพันธภาพกับเพื่อ และการได้รับแรง

สนับสนุนทางสังคมจากโรงเรียน และเปรียบเทียบความแตกต่างของการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 374 คน โดยใช้การทดสอบความแปรปรวนทางเดียว และการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระที่สามารถร่วมกันทำนายตัวแปรตามใช้การถดถอยพหุคูณตามลำดับความสำคัญของการนำเข้าสู่สมการ

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิงจำนวน 208 คนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสะสมสูงกว่า 3.00 จำนวน 179 คน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในด้านต่างๆพบว่ากาคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในระดับมาก และกลุ่มตัวอย่างเพศมีการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณตามลำดับความสำคัญของการนำเข้าสู่สมการ พบว่าการได้รับแรงสนับสนุนทางสังคมจากโรงเรียน สัมพันธภาพกับเพื่อน และการอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผลสามารถร่วมกันทำนายการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ได้ร้อยละ 76.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ศักดิ์ชัย มุตลาด (2555: 58-63) ได้ทำการศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เสริมเทคนิคการอภิปราย มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนและเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เสริมเทคนิคการอภิปราย มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียนจำนวน 30 คนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เสริมเทคนิคการอภิปราย เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เสริมเทคนิคการอภิปรายมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เสริมเทคนิคการอภิปรายมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

จากงานวิจัยในประเทศสามารถสรุปได้การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์นั้นควรเริ่มจากการสร้างเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผลจากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน การคิดอย่างมีเหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยใช้กิจกรรมที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ และให้เหตุผลควบคู่ไปกับการทำกิจกรรม สำหรับงานวิจัยนี้การพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล โดยฝึกการคิด การวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์และสรุปแนวคิดหรือสร้างข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ต่างๆ โดยฝึกจากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการลงมือปฏิบัติ การพูดคุย อภิปราย แลกเปลี่ยน

แนวคิด ซึ่งแจ้งเหตุผลของตัวเองเพื่อเป็นการยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์เพื่อหาความถูกต้องและข้อสรุปจะสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 19) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบ ที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ สมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังการเรียนรู้เรื่องนั้นๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากขึ้นเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นๆ เพียงใด

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 295) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะ มีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการรับรู้ เข้าใจ และมีทักษะที่สามารถทำสิ่งต่างๆหลังจากการเรียนรู้และได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะตรวจสอบความรู้โดยสามารถวัดได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2 เป้าหมายการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิธีการประเมินอย่างหลากหลายทั้งการทดสอบด้วยข้อสอบ และการประเมินจากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนนั้นมีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดผลประเมินผลจำแนกได้เป็น 3 ด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 11-15) ดังนี้

4.2.1 ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริงเนื้อหา หรือแนวคิดหลักซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนดังนี้

ตาราง 2 การประเมินผลด้านความรู้ความคิดได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน

ความรู้ความคิด	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. ความรู้ความจำ	1. รู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสารสนเทศ
2. ความเข้าใจ	2. มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
3. การนำไปใช้	3. การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. วิเคราะห์	4. แยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจง่าย
5. สังเคราะห์	5. รวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. ประเมินค่า	6. ตัดสินใจเลือก

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินวิทยาศาสตร์*. หน้า 11.

การประเมินโดยการทดสอบด้วยข้อสอบไม่สามารถวัดผลประเมินผลความรู้ความคิดในส่วน ของการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้มากเพียงพอที่จะส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความคิด ระดับสูง จึงต้องประเมินการแสดงออกของผู้เรียนจากการลงมือปฏิบัติจริงให้มากยิ่งขึ้น

4.2.2 กระบวนการเรียนรู้ ความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออก ถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ การประเมินในส่วนของทักษะปฏิบัติใช้วิธีการสังเกตจาก พฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนดังนี้

ตาราง 3 การประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติได้จากพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียน

ทักษะปฏิบัติ	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. การรับรู้	1. ใช้ประสาทสัมผัสเพื่อรับรู้เรื่องราวต่างๆ
2. เตรียมความพร้อม	2. มีความพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนการปฏิบัติ
3. การตอบสนอง	3. ลงมือปฏิบัติตามคำแนะนำหรือตามแผนที่วางไว้
4. การฝึกฝน	4. ฝึกฝนทักษะเพื่อเพิ่มความชำนาญ
5. ปฏิบัติจนจำได้	5. ฝึกฝนจนทำได้เองโดยอัตโนมัติ
6. การเชื่อมโยงทักษะ	6. ประยุกต์หรือใช้ทักษะที่ฝึกฝนไว้ให้สัมพันธ์กับทักษะอื่นหรือใช้ร่วมกับทักษะอื่น

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินวิทยาศาสตร์*. หน้า 12.

กระบวนการเรียนรู้ในส่วนของแนวการเรียนรู้ครอบคลุมการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้ สามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

ตาราง 4 การประเมินผลด้านกระบวนการเรียนรู้ได้จากพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียน

กระบวนการเรียนรู้	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. การสืบเสาะหาความรู้ วิทยาศาสตร์	มีการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ประกอบด้วย - ความสนใจในเรื่องที่ศึกษา - การอธิบายและลงข้อสรุป - การประเมิน - การสำรวจและค้นหา - การขยายความรู้
2. การแก้ปัญหา	มีการใช้กระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย - การทำความเข้าใจกับปัญหา - การวางแผนแก้ปัญหา - การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา - การตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น - การวางแผนแก้ปัญหา
3. การสื่อสาร	มีการสื่อสารความรู้หรือแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือความคิดเห็นแสดงออกได้ เช่น - ให้ความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้ - พูดหรือเขียนในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน และมีเหตุผล - อธิบายหรือเขียนสรุปเรื่องราวการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ - นำเสนอผลงานด้วยการบันทึก จัดแสดงผลงานหรือสาธิต - สื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ - มีการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมการดำรงชีวิต
4. การนำความรู้ไปใช้	ในความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงออกได้ เช่น - ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี - ใช้เทคโนโลยีช่วยออกแบบสิ่งประดิษฐ์ อุปกรณ์และวิธีการแก้ปัญหา - รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางเทคโนโลยี เลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีวิจารณญาณ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินวิทยาศาสตร์*. หน้า 12-13.

กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวนี้สามารถตรวจสอบ ติดตาม และประเมินได้จากการปฏิบัติงาน และผลงานของผู้เรียน การทำกิจกรรมโดยทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถด้านทักษะเชาว์ ปัญญา ทักษะปฏิบัติ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้รวมทั้งความสามารถด้านการสื่อสาร และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นทักษะในการดำเนินชีวิตและทักษะทางสังคม

4.2.3 เจตคติ เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลานานพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติ มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนดังนี้

ตาราง 5 การประเมินผลด้านเจตคติได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน

เจตคติ	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. การรับรู้	1. สนใจและรับรู้ข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	2. ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	3. แสดงความรู้สึกชื่นชอบและมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียน
4. จัดระบบ	4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบ และบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้หรือปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ	5. เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินวิทยาศาสตร์*. หน้า 14.

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความพอใจ ศรัทธา และซาบซึ้งเห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะ ซึ่งบ่งชี้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้

4.2.3.1 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับ การพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ
3. ความซื่อสัตย์
4. ความประหยัด
5. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของ

ผู้อื่น

6. ความมีเหตุผล
7. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

4.2.3.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. เรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
6. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
7. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ

ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

คุณลักษณะต่าง ๆ ตามที่กล่าวนี้สังเกตได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้บ่งเพื่อการประเมินผลจิตวิทยาาสตร์ของผู้เรียนจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องสังเกต พฤติกรรมของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ บันทึกพฤติกรรมการแสดงออกอย่างต่อเนื่องและนำมาใช้ เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ผลการประเมินของผู้สอน และผู้เรียนมาพิจารณาถึงความ สอดคล้อง ความสมเหตุสมผลก่อนที่จะนำผลที่ได้ไปใช้ลงสรุปเป็น ข้อมูลการพัฒนาด้านเจตคติ เพื่อใช้ เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในการตัดสินผลสัมฤทธิ์รายภาค ราย ปี หรือช่วงชั้น

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่าการวัดผลประเมินผลมีวิธีการอย่างหลากหลาย เช่น การทดสอบด้วยข้อสอบและการประเมินจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนนั้น มีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดผลประเมินผลจำแนกได้เป็น 3 ด้าน คือ ความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติซึ่งทั้ง 3 ด้านสามารถพัฒนาได้จากกระบวนการจัดการเรียนการ

สอนที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาหาความรู้ด้วยกระบวนการได้ลงมือทำจริง ให้ประสบการณ์ที่มีความหมาย ให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นยอมรับความเห็นซึ่งกันและกัน เป็นการพัฒนานักเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายสูงสุดของการประเมิน

4.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

บลูม (Bloom, 1965: 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนที่ใช้ในการเรียนวัดดูประสงค์เชิงพฤติกรรมด้วยความรู้ความเข้าใจ 2 ขั้นดังนี้คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยตรงในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำราตั้งนั้น ขั้นความรู้ความจำจึงจัดว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียน หรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูง สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการ นำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้นเพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องการเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิด หรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ว่าจะเป็นการพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่ผู้เรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

ประวิตร ชูศิลป์ (2542: 21-31) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้งสองลักษณะและเพื่อความสะดวกในการประเมินผลผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรม

ในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใดใน 4 พฤติกรรมดังนี้

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 11) ได้มีการจำแนกถึง เกณฑ์ในการวัดผลว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่แตกต่างออกไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายสรุปข้อมูล และทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถวัดได้จากพฤติกรรม 2 ด้าน คือ ด้านความรู้ความคิดซึ่งประกอบด้วย ความรู้ความจำความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ และด้านกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนปัญหา ขั้นตอนสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตทดลอง และขั้นสรุปผล

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

สำหรับงานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผู้วิจัยทำไว้ ดังนี้

อลิ อิบราฮิม (Ali Ebrahim. 2010: 293-314) ได้ทำการศึกษาการใช้การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในประเทศคูเวต เป็นการเปรียบเทียบรูปแบบการสอนระหว่างให้ครูเป็นศูนย์กลาง (TCS) และการสอนแบบร่วมมือ (CLS) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะทางสังคม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงจำนวน 163 คน จำนวน 4 ห้องเรียน โดยใช้เครื่องมือคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและแบบสำรวจทักษะทางสังคม แบ่งเป็นทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติวิเคราะห์ one-way ANCOVA

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (CLS) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะทางสังคมสูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยให้ครูเป็นศูนย์กลาง (TCS) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (CLS) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะทางสังคมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อลิ และอวัน (Ali; & Awan. 2013: 707-718) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัด TOSRA (Test of Science-Related Attitudes) ในการวัดเจตคติของนักเรียนต่อวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 10 จำนวน 1,885 คน ผลการศึกษาพบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นมาจากปัจจัยหลายๆด้านเช่นรูปแบบการจัดการเรียนการสอน เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองเพื่อแสดงให้เห็นความคิดสร้างสรรค์ และสามารถสร้างความคิด ความสนใจกับนักเรียน และเลือกการจัดการศึกษาที่ยืดหยุ่นกว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้พัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุดโดยกระบวนการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาตามแนวทางเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งมุ่งพัฒนาความรู้และทักษะทางวิชาชีพทักษะชีวิตและทักษะสังคม

งานวิจัยในประเทศ

เกศสุตา แพรวกลาง (2554: 86-97) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการการสอนแบบเทคนิค 4 MAT กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มีเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ฐานและแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554: 120-134) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐริณี อภิวงศ์งาม (2554: 114-125) ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 88 คน ซึ่งได้รับการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียนแล้วสุ่มอย่างง่ายอีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่านักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานกับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าการใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ มาใช้ในการสอนมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแตกต่างกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นครูผู้สอนสามารถเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมก็จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีขึ้น การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญยังเป็นวิธีการสำคัญที่สามารถสร้างและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะต่างๆที่ต้องการในยุคโลกาภิวัตน์การสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองเรียนในเรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเอง และได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ซึ่งแนวคิดการจัดการศึกษานี้เป็นแนวคิดที่มีรากฐานจากปรัชญา การศึกษา และทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆที่ได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่องยาวนาน และเป็นแนวทางที่ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามต้องการอย่างได้ผล

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นทีม

5.1 ความหมายและหลักการของการทำงานเป็นทีม

สมชาติ กิจยรรยง (2540: 197) ได้ให้ความหมายว่าการทำงานเป็นทีม หมายถึง กลุ่มบุคคลที่มีการประสานงานกัน ร่วมมือร่วมใจกันด้วยความสามัคคี มีเป้าหมายร่วมกัน ใ่วางใจกัน และได้ให้หลักการสำคัญของการทำงานเป็นทีมสมาชิกในทีมต้องมีเป้าหมายเดียวกัน และมีเป้าหมายที่ชัดเจน ต้องรู้หน้าที่และบทบาทของตนเองและคนอื่น มีการสื่อสารอย่างเปิดเผยไว้วางใจกัน มีการร่วมมือประสานงานที่ดีในกลุ่ม และมีการติดตามประเมินผลงานเป็นระยะแนวทางในการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. สมาชิกในทีมงานมีทักษะซึ่งขึ้นอยู่กับภาวะผู้นำของสมาชิกในทีมงานและหน้าที่ที่ต้องการในการทำร่วมกัน ระหว่างหัวหน้าและบรรดาสมาชิกทีมงาน
2. การทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างสมาชิกในทีมงานเป็นไปด้วยดี และเป็นระยะเวลายาวนานพอสมควร
3. ภายในทีมงาน สมาชิกรวมทั้งหัวหน้าทีมจะต้องมีความซื่อสัตย์ และไว้วางใจกันสูง
4. มีการผสมผสานค่านิยมและเป้าหมายต่างๆ ของกลุ่มด้วยความพึงพอใจและแสดงออกมาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความจำเป็นของสมาชิกด้วยกัน
5. สมาชิกของทีมงานมีการกระตุ้นกันเพื่อความสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม

6. มีความสัมพันธ์ระหว่างกันในลักษณะการแก้ปัญหา การวินิจฉัยสั่งการเกิดขึ้น จากความร่วมมือเกื้อกูลกัน การแนะนำ การวิจารณ์ การแสดงความคิดเห็น เกิดขึ้นในบรรยากาศ ของการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

7. มีการติดต่อสื่อสารระหว่างสมาชิกอย่างเปิดเผย

8. สมาชิกในทีมใช้ความสามารถอย่างเต็มที่เพื่อเสนอความคิดเห็นร่วมกัน

9. สมาชิกทุกคนควรมีความมั่นใจและปลอดภัยในการตัดสินใจในปัญหาต่างๆ ร่วมกัน

10. หัวหน้ากลุ่มมีประสิทธิภาพโดยได้รับการยอมรับจากสมาชิกใน การดำเนินงานในทีมงาน

จินตนา ณ ระนอง (2545: 3) ได้ให้ความหมายว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่คน กลุ่มหนึ่งในองค์การหนึ่งรวมกันเข้าเพื่อวัตถุประสงค์อย่างหนึ่งในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้ความรู้ความสามารถ ความพยายามร่วมกันทำงานนั้นให้สำเร็จลุล่วงลงไป

วิชัย โสสุวรรณจินดา (2545: 142) ได้ให้ความหมายว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การ สร้างทีมงานเพราะทีมงานจะรวมไปถึงความเป็นผู้นำกลุ่ม กระบวนการตัดสินใจในกลุ่ม การใช้ ทรัพยากรของกลุ่มให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการการผสมผสานสมาชิกของกลุ่ม ซึ่งจะมีผลอย่าง มากต่อการทำงานร่วมกัน เป้าหมายของการทำงานเป็นทีมเป็นการสร้างทีมอย่างมีชีวิตชีวา แทนที่ เป็นเหมือนเครื่องจักร และมีการประสานการทำงานเป็นทีมของสมาชิกทุกคนในทีมให้มุ่งสู่เป้าหมาย ที่ตั้งไว้ร่วมกัน

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่ บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมาร่วมกันทำงานหรือปฏิบัติงาน ตามหน้าที่และความรับผิดชอบ โดยแต่ละ คนที่มาร่วมกันทำงานนั้นจะมีวัตถุประสงค์ จุดหมายร่วมกัน ให้ความร่วมมือร่วมใจ มีการวางแผน การตัดสินใจ การประสานงานที่ดี การติดต่อ สื่อสาร สนับสนุนกันและสามารถผสมผสานกลมกลืน อย่างมีประสิทธิภาพในการทำงาน เพื่อให้งานที่ตนรับผิดชอบนั้นบรรลุจุดหมายและวัตถุประสงค์ ในการทำงานร่วมกัน

ยงยุทธ เกษสาคร (2541: 165-166) ได้ให้หลักการทำงานเป็นทีมที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การกำหนดนโยบาย จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ในการทำงานชัดเจน
2. สมาชิกทุกคนของทีมรับรู้ นโยบาย จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ในการทำงานอย่างทั่วถึงด้วยความเข้าใจตรงกัน
3. สมาชิกมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับงานของตนเองมากที่สุด
4. การกำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบต่อการปฏิบัติงานของสมาชิกต้องมีความเข้าใจตรงกันปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน

5. การสื่อสารแบบเปิด เพื่อให้สมาชิกทุกคนรับทราบข้อมูลข่าวสารต่างๆ อย่างทั่วถึง ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารแบบบนลงล่างหรือแบบล่างขึ้นบนก็ตาม
6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ใหม่ๆ ในการปฏิบัติงานอยู่เสมอ
7. การแก้ปัญหาความขัดแย้งที่เกิดขึ้น ไม่ว่าสาเหตุใดก็ตามต้องคำนึงถึงความพอใจของทุกฝ่ายเป็นสำคัญ
8. ต้องมีความเชื่อใจและไว้วางใจกันและกันในกลุ่มสมาชิกของทีม
9. สมาชิกแต่ละคนต้องมีความจริงใจและความซื่อสัตย์ต่อหน่วยงาน

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า หลักการทำงานเป็นทีมเป็นการบริหารจัดการโดยให้สมาชิกในทีมมีส่วนร่วม ยึดหลักความร่วมมือ การจะสร้างทีมงานให้แข็งแกร่งควรเน้นให้แต่ละบุคคลเห็นความสำคัญของกระบวนการทำงานเป็นทีมและเน้นกระบวนการกลุ่มในการทำงานให้บรรลุเป้าหมายอันเดียวกัน

5.2 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม

เสนห์ จุ้ยโต (2540: 154-157) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพมี 4 ประการ ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านผู้นำ คือ ผู้นำในการบริหารงานเป็นทีมต้องใช้การบริหารแบบมีส่วนร่วมโดยที่สมาชิกเข้ามามีส่วนร่วมในการคิดการกระทำและการประเมิน ผู้นำทีมจะต้องมีความสามารถในการกำหนดวิสัยทัศน์และกลยุทธ์ เพื่อนำทีมสู่ความสำเร็จ สามารถประสานงานและสร้างความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน มีความสามารถในการดูแล สร้างแรงจูงใจเพื่อให้การทำงานไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ร่วมกัน
2. องค์ประกอบด้านสมาชิกการทำงานเป็นทีม คือ บทบาทที่สำคัญของการเป็นสมาชิกการทำงานเป็นทีมที่ดี คือ มีความรับผิดชอบและมีจิตสำนึกในการทำงานเป็นทีมและมุ่งไปสู่ความสำเร็จร่วมกัน โดยที่สมาชิกต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกๆ เรื่องจะต้องมีการพูด การฟัง การถาม การคิด การเขียน และการปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ตามที่คาดหวังไว้
3. องค์ประกอบด้านงาน คือ การทำงานเป็นทีมจะต้องกำหนดเป้าหมายให้กระจ่างชัดทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยงานหรือภารกิจจะต้องมีความชัดเจน มีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่สำคัญอย่างไรบ้าง
4. องค์ประกอบด้านวิธีการทำงาน คือ ต้องมีความเข้าใจองค์การในภาพรวมและความสัมพันธ์ที่มีต่อกันของระบบย่อยต่างๆ โดยการทำงานต้องประสานสอดคล้องกันมีการค้นคว้าวิธีการทำงานใหม่ๆ ที่ดีกว่าเดิม มีการเรียนรู้ร่วมกัน และการฝึกคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ

ปริญดา เลิศศรีมงคล (2554: 119-120) ได้แบ่งองค์ประกอบในการสังเกตการทำงานเป็นทีมของผู้เรียนโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ร่วมกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และแบ่งหน้าที่กันทำงาน พฤติกรรมที่ประเมินได้แก่วางแผนและปรึกษากันในทีม กำหนดหน้าที่ของสมาชิก
2. ตระหนักในบทบาทหน้าที่ของตนเอง พฤติกรรมที่ประเมินได้แก่ ช่วยทีมคิดระดมสมอง ทำตามหน้าที่ตนเอง เป็นคนเขียนหรือนำเสนอหน้าชั้น
3. มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี ฟังพาวอาศัยและช่วยเหลือกัน พฤติกรรมที่ประเมินได้แก่ ช่วยอำนวยความสะดวกส่งของให้เพื่อน อาสาทำหน้าที่ในทีม
4. รักษาบรรยากาศในการทำงานและปรับตัวหากัน พฤติกรรมที่ประเมินได้แก่ บอกเพื่อให้ช่วยกันทำงาน อยู่ร่วมในทีม ไม่แยกตัวออกไป
5. มีการสื่อสารแบบเปิด มีการปรึกษาและแก้ไขปัญหาาร่วมกัน พฤติกรรมที่ประเมินได้แก่ เสนอความคิดเห็นตนเอง สนับสนุนเพื่อน ใช้ภาษาเหมาะสม ร่วมแก้ปัญหาในทีม

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของทีมประกอบด้วยผู้นำทีม สมาชิกในทีมงาน และวิธีทำงาน โดยที่ผู้นำทีมและสมาชิกในทีม ต้องรับรู้ถึงสถานภาพและเข้าใจบทบาทของตนเองอย่างแน่ชัด สร้างความร่วมมือ มีวัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน ทีมงานที่มีประสิทธิภาพควรมีลักษณะที่มีเป้าหมายร่วมกัน มีความไว้วางใจเชื่อใจกัน ร่วมกันฝ่าฟันปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้น มีการพัฒนาตนเองและทีมงานตลอดเวลา มีความสามัคคีกัน

5.3 ประโยชน์ของการทำงานเป็นทีม

กรรณก ทิพรส (2545: 204) กล่าวว่าการทำงานเป็นทีมซึ่งมีอยู่ในทุกระดับในองค์การเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและละเอียดอ่อนที่ผู้บริหารควรทำความเข้าใจ ประโยชน์ของการทำงานเป็นทีมมีดังนี้

1. ทำให้การแก้ปัญหา มีความละเอียดรอบครอบ และประสบความสำเร็จ
2. ช่วยเพิ่มกิจกรรมที่มีความสร้างสรรค์มากขึ้น
3. ช่วยแก้ไขปรับปรุงคุณภาพการตัดสินใจ
4. สร้างขวัญและกำลังใจที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความรู้สึกเป็นหนึ่งเดียวกัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน และผูกพันซึ่งกันและกัน
5. ช่วยในการควบคุมระเบียบวินัยของสมาชิก
6. มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมของพนักงาน
7. ทำให้การทำงานบรรลุเป้าหมายและองค์การมีความเจริญก้าวหน้า
8. ช่วยลดต้นทุนในการทำงานและเพิ่มสมรรถภาพในการทำงาน

ณัฐพันธุ์ เจริญนันท (2545: 43-45) กล่าวถึงประโยชน์ของการทำงานเป็นทีม ไว้ดังนี้

1. สร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานให้กับสมาชิก
2. สร้างความมั่นคงในอาชีพ
3. สร้างความสัมพันธ์ในงาน
4. เพิ่มพูนการยอมรับนับถือระหว่างกัน

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การทำงานเป็นทีมมีประโยชน์ คือ เป็นการสร้างขวัญและกำลังใจที่ดีของบุคลากรในการปฏิบัติงานให้มีความรู้สึกเป็นหนึ่งเดียวกันมีความรับผิดชอบร่วมกัน และผูกพันซึ่งกันและกัน พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และลดความขัดแย้งในองค์กร ส่งผลให้บรรลุเป้าหมายและองค์กรมีความเจริญก้าวหน้า นอกจากนี้จะได้ทราบแนวความคิดและมุมมองที่หลากหลายแล้ว เรายังได้ทำความเข้าใจเพื่อนร่วมงาน ซึ่งบางครั้งการที่ต่างคนต่างทำงาน ไม่ได้มีการปรึกษาหารือ หรือร่วมระดมความคิดกัน เราอาจจะไม่ทราบถึงความเป็นตัวตนที่แท้จริงของเพื่อนร่วมองค์กรของเราเอง ทั้งๆ ที่เราและเขามีสิ่งที่เหมือนๆ กันคือการบรรลุวัตถุประสงค์ในการทำงานตามนโยบาย และเป้าหมายที่องค์กรได้วางไว้

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงผสมผสานทางการศึกษาแบบแผนแบบรองรับภายใน (Embedded Design)

6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงผสมผสาน

จอห์นสัน และออนเวียบูซซี่ (Johnson; & Onwuegbuzi. 2007: 113) การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) เป็นวิธีวิจัยที่ผู้วิจัยบูรณาการการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเข้าด้วยกันทั้งเรื่องเทคนิค วิธีการ แนวทาง ความคิดรวบยอดเพื่อสามารถตอบคำถามการวิจัยได้สมบูรณ์

รัตนะ บัวสนธ์ (2555: 61) ได้ให้ความหมายว่า การวิจัยเชิงผสมผสานหมายถึง การผสมผสานในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือระหว่างขั้นตอนภายในเรื่องเดียวกันหมายความว่า ในงานวิจัยและประเมินเรื่องหนึ่งๆ อาจใช้เทคนิควิธีการเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพร่วมกันดำเนินงานในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง

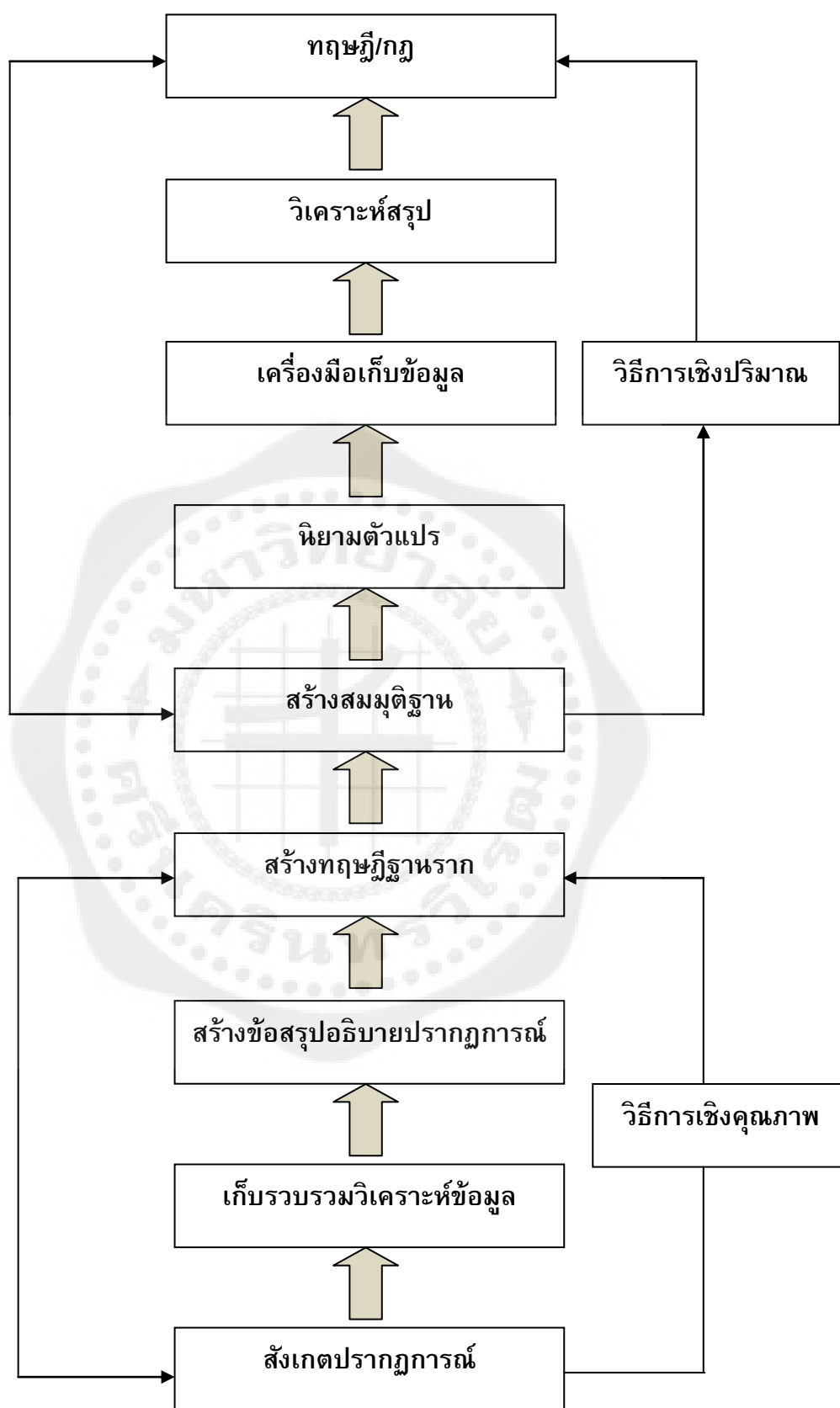
นิทรา กิจธีระวุฒิวงษ์ (2555: 130) ได้ให้ความหมายว่าวิธีการวิจัยเชิงผสมผสาน (Mixed Methods Research Design) เกี่ยวข้องกับการนำแนวคิดการศึกษาเชิงปริมาณและการศึกษาเชิงคุณภาพ มาร่วมกันในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูลในการศึกษาเรื่องเดียว (Single study) ด้วยการผสมผสานขั้นตอนของการวิจัยอย่างเป็นเหตุเป็นผล วิธีการวิจัยเชิงผสมผสานถือเป็นรูปแบบการศึกษาแบบหนึ่งของระเบียบวิธีวิจัยภายใต้กระบวนทัศน์แบบปฏิบัตินิยม (Pragmatism)

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงผสมผสาน หมายถึง การนำการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพมาผสมผสาน ใช้การสังเกตกิจกรรม การร่วมกิจกรรม

การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะ ๆ จากนักวิจัยและผู้เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถตอบคำถามการวิจัยได้อย่างสมบูรณ์

6.2 ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงผสมผสาน

ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงผสมผสานนอกจากจะแสดงให้เห็นจากความหมาย ถ้าหากจะพิจารณาในแง่มุมมองของกระบวนการดำเนินการด้านการศึกษาหาคำตอบก็อาจจะเริ่มต้นจากการสังเกตศึกษาปรากฏการณ์เก็บรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูล สร้างข้อสรุป อธิบายปรากฏการณ์สร้างทฤษฎี (ฐานรากหรือจากพื้นที่) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการหาคำตอบ ความรู้ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (induction) อันเป็นลักษณะของวิธีการเชิงคุณภาพ ในทำนองตรงกันข้ามนักวิจัยหรือประเมินก็อาจจะเริ่มต้นกระบวนการดำเนินการจากการอาศัยทฤษฎีเป็นกรอบการสร้างสมมุติฐาน นิยามตัวแปร สร้างเครื่องมือวัดค่าตัวแปรเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลสร้างข้อสรุปยืนยันหรือปฏิเสธสมมุติฐานสร้างทฤษฎี (หรือกฎ) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการหาคำตอบ ความรู้ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (deduction) อันเป็นลักษณะของวิธีการเชิงปริมาณจากคำอธิบายที่กล่าวนี้ ถ้าเขียนเป็นแผนภูมิก็จะได้ตามภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 4 ลักษณะกระบวนการดำเนินงานเชิงผสมผสานระหว่างวิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

ที่มา: รัตน์ บัสนันท์. (2555). วิธีการเชิงผสมผสานสำหรับการวิจัยและประเมิน. หน้า 63.

6.3 การกำหนดสัญลักษณ์ของวิธีการเชิงผสมผสาน

ตามที่ รัตนะ บัวสนธ์ (2555: 567) เป็นผู้กำหนดและให้ความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ในวิธีการเชิงผสมผสานไว้ดังนี้

1. QUAL หมายถึง วิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการหลักหรือวิธีการเด่น
2. QUAN หมายถึง วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการหลักหรือวิธีการเด่น
3. qual หมายถึง วิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการรอง
4. quan หมายถึง วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการรอง
5. —→ หมายถึง การดำเนินงานวิจัยหรือประเมินที่ดำเนินการตามลำดับต่อเนื่องกัน

6. + หมายถึง การดำเนินงานวิจัยหรือประเมินที่ดำเนินการไปพร้อม ๆ กัน

จากสัญลักษณ์และความหมายดังกล่าวนี้เมื่อนำมาผนวกเข้าด้วยกันก็จะทำให้ได้ลักษณะการผสมผสานวิธีการเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพสำหรับดำเนินงานได้ดังนี้

1. QUAL+ qual หมายถึง การใช้วิธีการเชิงคุณภาพดำเนินงานศึกษาคำตอบไปพร้อม ๆ กันทั้งสองกรณีโดยที่มีกรณีหนึ่งเป็นกรณีหลักหรือเป็นวิธีที่ใช้ศึกษาในภาพรวมทั้งหมด แต่เมื่อเจาะลึกศึกษาบางประเด็นก็ใช้วิธีการเชิงคุณภาพทำการศึกษาด้วยเช่นกัน

2. QUAL → qual หมายถึง การใช้วิธีการเชิงคุณภาพดำเนินงานศึกษาคำตอบอย่างต่อเนื่อง ตามลำดับทั้งสองกรณี โดยที่มีวิธีการเชิงคุณภาพใช้ศึกษาคำตอบในกรณีแรกเป็นวิธีการหลัก และใช้วิธีการเชิงคุณภาพ ศึกษาหาคำตอบในกรณีหลังต่อเนื่องจากผลการศึกษาจากกรณีแรกซึ่งวิธีการเชิงคุณภาพที่ใช้ศึกษากรณีหลังจัดเป็นกรณีรอง

3. QUAL + quan หมายถึง การใช้วิธีการเชิงคุณภาพดำเนินงานศึกษาคำตอบไป พร้อม ๆ กันกับวิธีการเชิงปริมาณแต่มีวิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการหลักในการสรุปค้นหาคำตอบ

4. QUAL → quan หมายถึง การใช้วิธีการเชิงคุณภาพดำเนินงานศึกษาคำตอบก่อน แล้วจึงใช้วิธีการเชิงปริมาณศึกษาคำตอบต่อเนื่อง ภายหลัง โดยที่มีวิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการหลัก และ ใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการรอง

5. QUAN + quan หมายถึง การใช้วิธีการเชิงปริมาณดำเนินงานศึกษาคำตอบไปพร้อม ๆ กันทั้งสองกรณีโดยมีการใช้วิธีการเชิงปริมาณที่ทำการวิจัย หรือประเมินในกรณีหนึ่งเป็นวิธีการหลักและการใช้วิธีการเชิง ปริมาณที่ทำการวิจัยหรือประเมินอีกกรณีหนึ่งเป็นวิธีการรอง

6. QUAN → quan หมายถึง การใช้วิธีการเชิงปริมาณดำเนินงานศึกษาคำตอบหรือดำเนิน งานวิจัยหรือประเมินสองกรณีต่อเนื่องกันตามลำดับ โดยในกรณีแรกใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการหลักในการดำเนินงาน เมื่อได้คำตอบแล้วก็ทำการศึกษาคำตอบอย่างต่อเนื่องโดยใช้ วิธีการเชิงปริมาณอีกเช่นกันแต่จัดให้เป็นวิธีการรอง

7. QUAN+ qual หมายถึง การดำเนินงานวิจัยหรือประเมินที่ใช้วิธีการเชิงปริมาณและวิธีการเชิงคุณภาพกระทำไปพร้อม ๆ กัน โดยใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการหลักในการศึกษาหาคำตอบและใช้วิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการรองในการศึกษาหาคำตอบเสริมจากวิธีการเชิงปริมาณ

8. QUAN → qual หมายถึง การดำเนินงานวิจัยหรือประเมินที่ใช้วิธีการเชิงปริมาณและวิธีการเชิงคุณภาพทำการศึกษาหาคำตอบอย่างต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากการใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการหลัก และใช้วิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการรอง

6.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการเชิงผสมผสาน

6.4.1 ข้อดี

1. ทำให้ได้คำตอบหรือสมารถที่จะตอบคำถามของการวิจัยหรือประเมินที่วิธีการเชิงปริมาณและวิธีการเชิงคุณภาพไม่สามารถตอบได้อย่างครอบคลุม
2. ทำให้ได้คำตอบที่ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาอย่างกว้างขวางและลุ่มลึก
3. ทำให้นักวิจัยหรือนักประเมินมีโลกทัศน์ทางวิชาการกว้างขวางสอดคล้องกับความเป็นจริงของศาสตร์ทางสังคมหรือการศึกษามากกว่าการที่ยึดมั่นถือมั่นเพียงโลกทัศน์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพียงอย่างเดียว
4. ช่วยให้นักวิจัยหรือนักประเมินตั้งคำถามและวัตถุประสงค์ของการศึกษาหาคำตอบได้อย่างหลากหลายและยังสามารถใช้เทคนิควิธีการอย่างหลากหลาย ในการหาคำตอบให้กับคำถามและวัตถุประสงค์การวิจัยข้อนั้น ๆ อีกด้วย

6.4.2 ข้อจำกัด

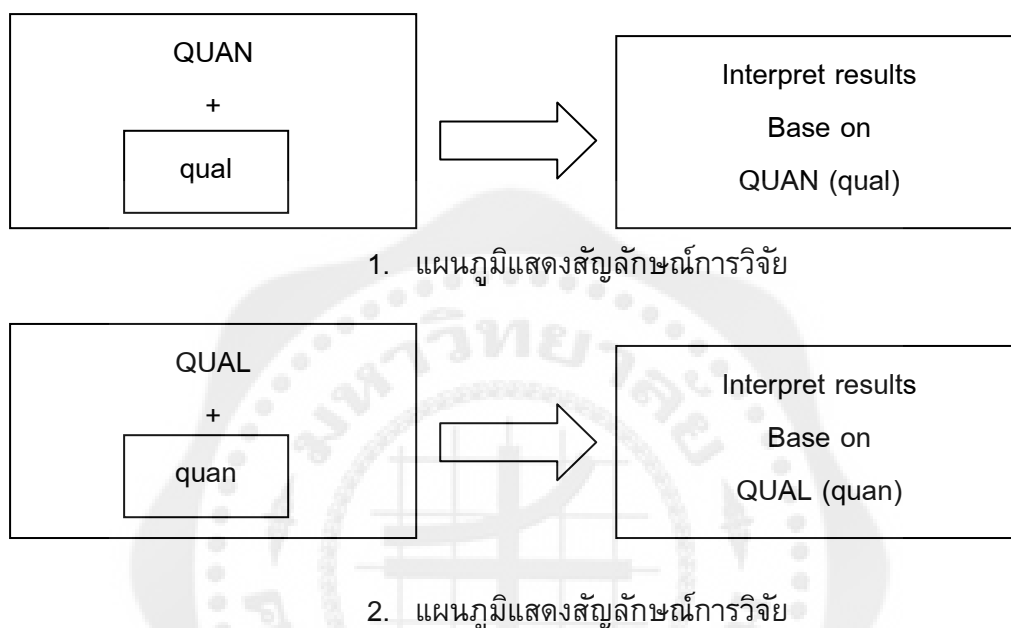
1. ยากในการดำเนินงานวิจัยโดยเฉพาะนักวิจัยที่ถูกฝึกฝนมาในกระแสเดียว
2. สิ้นเปลืองทรัพยากรในการดำเนินงานมากไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาและงบประมาณในการวิจัย
3. การเขียนรายงานไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ว่าควรจะเขียนอย่างไร
4. ผลการศึกษาหรือข้อค้นพบขัดแย้งกันทำให้ยากแก่การนำไปใช้และสร้างความเข้าใจต่อผู้อ่าน

6.5 แบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (Embedded Design)

6.5.1 ลักษณะรูปแบบการวิจัยแบบรองรับภายใน (Embedded design)

รัตนะ บัวสนธ์ (2555: 97-98) แบบแผนการวิจัยเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน เป็นแบบแผนทั้งที่เป็นแบบแผนทั้งที่เป็นการศึกษาระยะเดียว (One-phase study) และ 2 ระยะ (Two-phase study) ต่อเนื่องกันที่มีการจัดให้วิธีการวิจัยแบบหนึ่งทำหน้าที่เป็นวิธีหลัก และให้

วิธีการวิจัยอีกแบบหนึ่งทำหน้าที่เป็นวิธีการรอง และศึกษาหาคำตอบต่างประเด็นกันในระยะเวลาเดียวกันหรือต่อเนื่องกัน ในขณะที่แบบแผนรองรับภายในนอกจากจะมีวิธี นอกจากจะมีวิธีหลัก และวิธีการรองแล้วยังศึกษาหาคำตอบต่างประเด็นกันโดยหวังว่าคำตอบที่ได้จากการศึกษาด้วยวิธีรองสามารถนำไปช่วยเพิ่มเติมความสมบูรณ์ของผลที่ได้จากวิธีการหลักอีกด้วย แบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายในสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพประกอบ 5



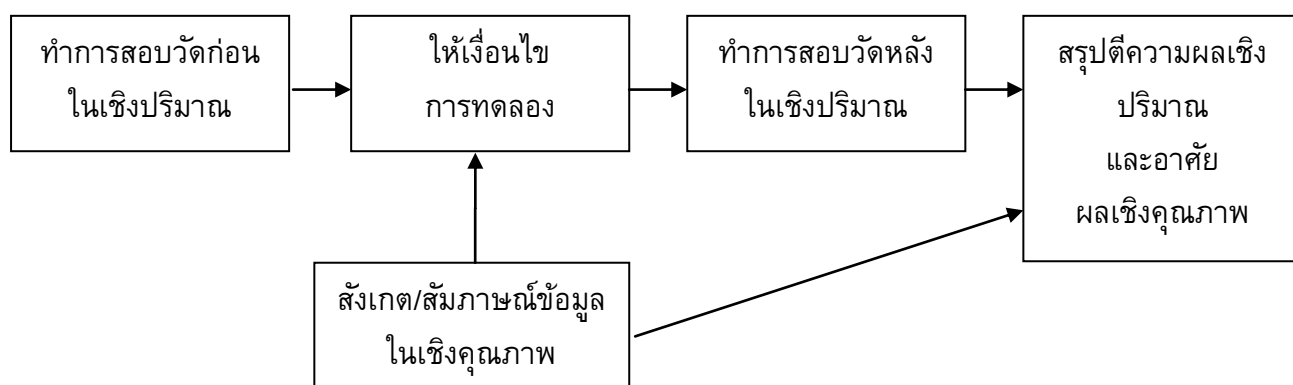
ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงสัญลักษณ์การวิจัยแบบรองรับภายใน

ที่มา: รัตนะ บัวสนธิ์. (2555). *วิธีการเชิงผสมผสานสำหรับการวิจัยและประเมิน*. หน้า 97.

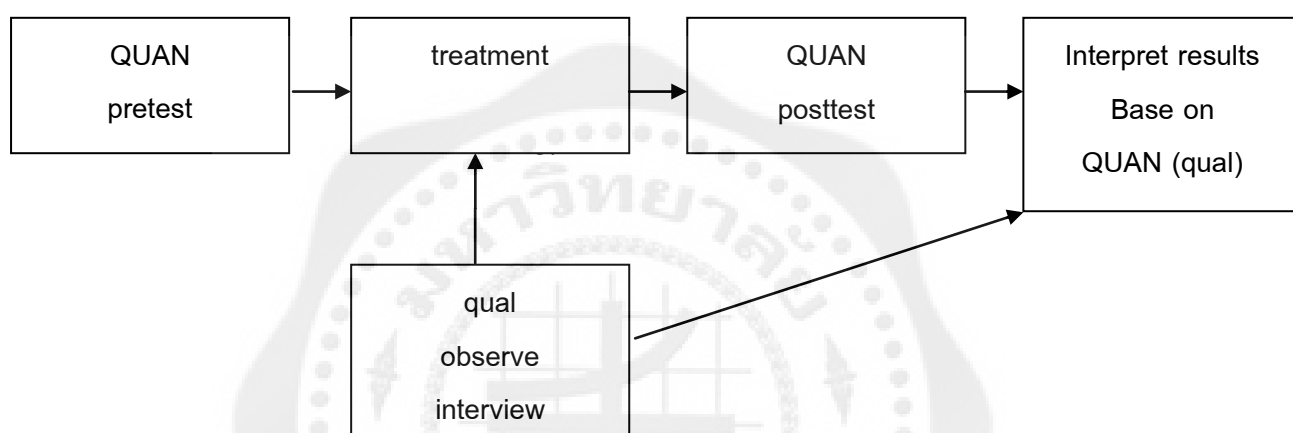
ในแผนภูมิที่ 1 ของภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นการใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการหลัก และวิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการรองในการศึกษาหาคำตอบไปพร้อมๆ กัน แต่ต่างประเด็นกัน แล้วนำผลที่ได้ในเชิงปริมาณมาสรุปตีความโดยอาศัยผลที่ได้จากวิธีการเชิงคุณภาพมารวบรวมสรุปด้วย สำหรับแผนภูมิที่ 2 อธิบายในทำนองเดียวกันเพียงแคกลับคำอธิบายคือให้วิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีการหลักและใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการรองเท่านั้น

6.5.2 ประเภทของแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน

1. แบบแผนรองรับภายใน: รูปแบบการทดลองระยะเดียว วิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก (One-Phase Embedded Design : Experimental Model by Quantitative Dominant) แบบแผนการรองรับภายในนี้สามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ตามภาพประกอบ 6



1. แผนภูมิแสดงกิจกรรมการวิจัย



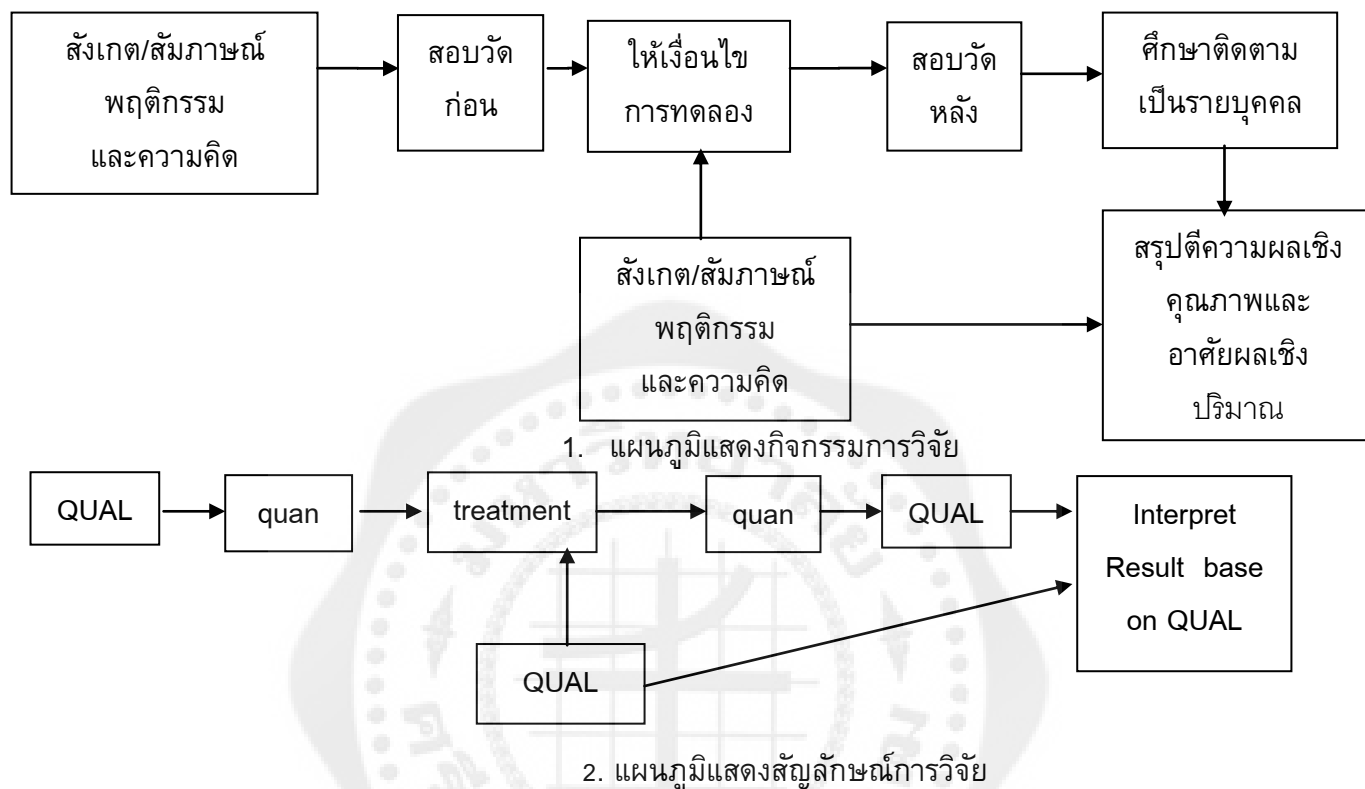
2. แผนภูมิแสดงสัญลักษณ์การวิจัย

ภาพประกอบ 6 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายในรูปแบบการทดลองระยะเดียววิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก

ที่มา: รัตนะ บัวสนธ์. (2555). *วิธีการเชิงผสมผสานสำหรับการวิจัยและประเมิน*. หน้า 98.

จากภาพประกอบ 6 เป็นการดำเนินงานวิจัยเชิงทดลองที่ทำการศึกษาในระยะเดียวโดยเริ่มจากการใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นวิธีการหลักทำการทดสอบข้อมูลของตัวแปรตามที่ต้องการศึกษาก่อน หลังจากนั้นจึงให้เงื่อนไขการทดลองแก่กลุ่มเป้าหมายซึ่งในขณะที่ให้เงื่อนไขการทดลองนี้ก็สังเกตเก็บรวบรวมข้อมูลปรากฏการณ์ต่างที่เกิดขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายไปด้วย (โดยใช้วิธีการเชิงคุณภาพเป็นวิธีรอง) หลังจากนั้นเมื่อสิ้นสุดการให้เงื่อนไขการทดลองจึงทดสอบข้อมูลเดิมเหมือนกับข้อมูลที่ทดสอบก่อน แล้วนำข้อมูลทดสอบก่อนและหลังมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลซึ่งกันและกัน พร้อมทั้งสรุปตีความผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยใช้ผลที่ได้จากการสังเกตขณะทำการทดลองมารวบรวมสรุป

2. แบบแผนรองรับภายใน: รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงคุณภาพ เป็นหลัก (Two-Phase Embedded Design: Experimental Model by Qualitative Dominant) แบบแผนรองรับภายในแบบนี้เขียนเป็นแผนภูมิได้ตามภาพประกอบ 7



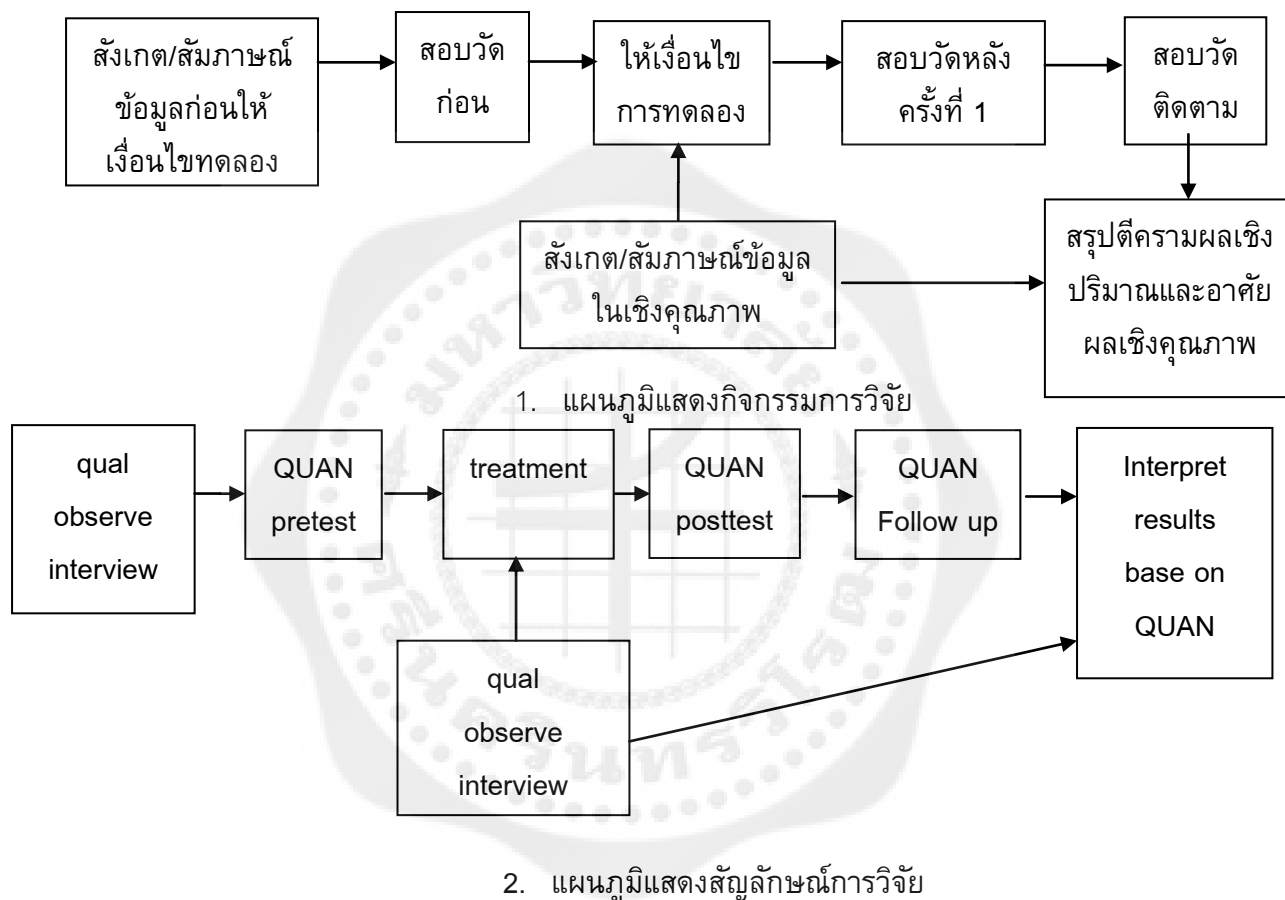
ภาพประกอบ 7 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงคุณภาพเป็นหลัก

ที่มา: รัตนะ บัวสนธ์. (2555). *วิธีการเชิงผสมผสานสำหรับการวิจัยและประเมิน*. หน้า 100.

จากภาพประกอบ 7 ตามแบบแผนนี้เริ่มดำเนินการวิจัยโดยการสังเกตซักถามกลุ่มเป้าหมาย การทดลองเป็นรายบุคคลอย่างลุ่มลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาหรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้น โดยใช้วิธีการเชิงคุณภาพแล้วจึงตามด้วยการใช้เครื่องมือทดสอบเก็บข้อมูลบางส่วนที่ยังไม่ได้เก็บโดยวิธีเชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลในลักษณะของวิธีการเชิงปริมาณ ต่อจากนั้นให้เงื่อนไขการทดลองแก่กลุ่มเป้าหมาย ในขณะที่ทดลองนี้มีการสังเกตซักถามกลุ่มเป้าหมายเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา เมื่อสิ้นสุดการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วทำการทดสอบเก็บข้อมูลส่วนเดียวกับการทดสอบก่อน ต่อจากนั้นติดตามศึกษากลุ่มเป้าหมายเป็นรายบุคคลอีกระยะหนึ่งเพื่อพิจารณาความคงทนของพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้น ในการวิเคราะห์สรุปผลการวิจัยใช้ผลจากวิธีการเชิงคุณภาพเป็น

หลักในการพรรณานำเสนอตามหลักของวิธีการเชิงคุณภาพ ทั้งที่เป็นผลก่อนและระหว่างการให้ การทดลอง รวมทั้งผลการศึกษาติดตามหลังการทดลอง โดยอาศัยผลการทดสอบก่อนและหลังการ ทดลองที่เป็นผลในเชิงปริมาณมารวบรวมอธิบายตีความสรุปผลการวิจัย

3. แบบแผนรองรับภายใน: รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก (Two-Phase Embedded Design: Experimental Model by Quantitative Dominant) แบบแผนรองรับ ภายในแบบนี้เขียนเป็นแผนภูมิได้ตามภาพประกอบ 8



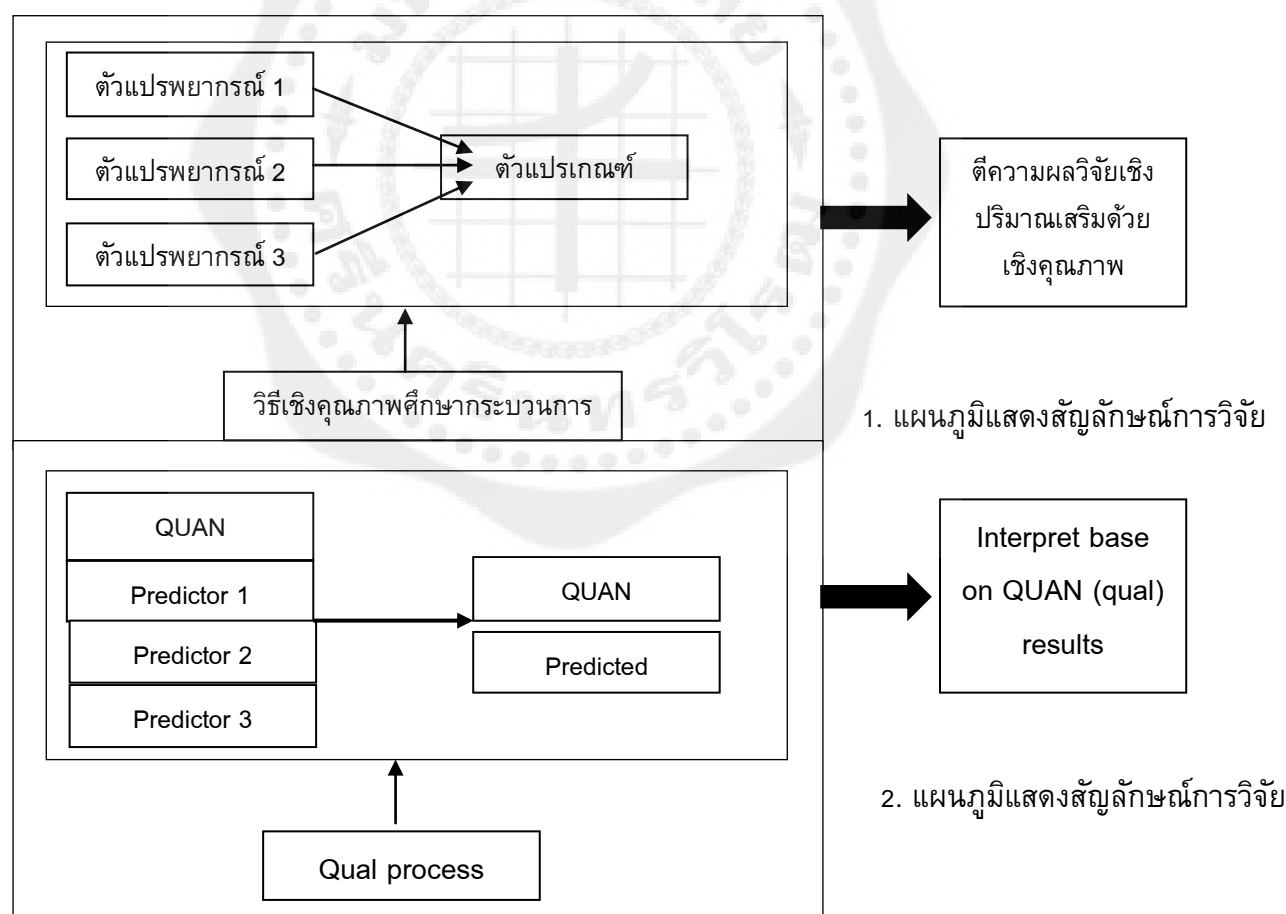
ภาพประกอบ 8 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิง ปริมาณเป็นหลัก

ที่มา: รัตน์ บัสนันท์. (2555). วิธีการเชิงผสมผสานสำหรับการวิจัยและประเมิน. หน้า 102-103.

ตามแผนภูมิในภาพประกอบ 8 เริ่มต้นดำเนินการวิจัยโดยการสังเกตปรากฏการณ์หรือ พฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเป้าหมายในด้านต่าง ๆ อาทิ พฤติกรรมการเรียน พฤติกรรมที่แสดงในกลุ่มเพื่อน พฤติกรรมการรับผิดชอบงานที่มอบหมาย

เหล่านี้เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจนขึ้นหลังจากนั้นจึงทดสอบวัดพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาโดยใช้เครื่องมือหรือวิธีการเชิงปริมาณ (อาทิแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ) เมื่อทดสอบวัดเสร็จแล้วจึงเริ่มต้นให้เงื่อนไขการทดลองตามที่กำหนด และในขณะที่ให้เงื่อนไขการทดลองก็สังเกตพฤติกรรมต่างๆของกลุ่มเป้าหมายที่เกิดขึ้น ครั้นสิ้นสุดระยะเวลาการให้เงื่อนไขการทดลองแล้วจึงทดสอบวัดพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์เดิมกับที่ทดสอบวัดก่อนอีกครั้ง ต่อจากนั้นทั้งช่วงระยะเวลาไว้ระยะหนึ่ง (ประมาณ 1-3 สัปดาห์) ทดสอบวัดพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์เดิมอีกครั้ง ในท้ายที่สุดเมื่อทำการวิเคราะห์สรุปตีความผลการดำเนินงานวิจัย ได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัดก่อน ทดสอบวัดหลัง และทดสอบวัดติดตามมาวิเคราะห์เปรียบเทียบสรุปผลว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปเช่นไรบ้าง ทั้งนี้โดยอาศัยข้อมูลเชิงคุณภาพที่สังเกตได้ก่อนให้เงื่อนไขการทดลองและขณะให้เงื่อนไขการทดลองมารวมเสริมการสรุปตีความด้วย

3. แบบแผนรองรับภายใน: รูปแบบสหสัมพันธ์ (Embedded Design: Correlational Model) แบบแผนการวิจัยเชิงผสมผสานแบบนี้เขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแสดงแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบสหสัมพันธ์

ตามแผนภูมิในภาพประกอบ 9 แบบแผนรองรับภายในแบบนี้นักวิจัยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์ด้วยวิธีการเชิงปริมาณ โดยการวัดค่าตัวแปรพยากรณ์และตัวแปรเกณฑ์ด้วยแบบทดสอบหรือแบบวัดต่างๆ หลังจากนั้นวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมด และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ในขณะเดียวกันนักวิจัยยังใช้วิธีการเชิงคุณภาพ เช่นการสัมภาษณ์ เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ในแง่มุมอื่นๆ นอกเหนือจากการใช้เครื่องมือวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาณ ต่อจากนั้นในขั้นการสรุปตีความผลการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดสรุปโดยใช้ผลจากวิธีจากวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลักแล้วเสริมด้วยผลที่ได้จากการศึกษาในเชิงคุณภาพ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกการวิจัยเชิงผสมผสานทางการศึกษาแบบแผนรองรับภายใน: รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก (Two-Phase Embedded Design: Experimental Model by Quantitative Dominant) ซึ่งเป็นแบบแผนที่จะใช้ในการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ตอบคำถามการวิจัยในครั้งนี้ได้อย่างสมบูรณ์



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือในการทดลอง
3. การรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1/2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 สหวิทยาเขตเบญจบุรพาทั้ง 5 โรงเรียน ประกอบด้วยโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้าโรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า และโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ จำนวน 1,472 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีขั้นตอนในการสุ่มดังต่อไปนี้

1. กำหนดกลุ่มประชากรในการทำวิจัยได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสหวิทยาเขตเบญจบุรพาทั้ง 5 โรงเรียนประกอบด้วยโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า โรงเรียนเทพศิรินทร์ ร่มเกล้า โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า และโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์

2. สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ได้โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์

3. เมื่อได้โรงเรียนจากการสุ่มครั้งที่ 1 แล้ว ก็ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลา 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยทดลองสอนด้วยตนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาสารและสมบัติของสาร รหัสวิชา ว 20205 วิชาพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรสถานศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน่วยที่ 1 เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม
2. สัญลักษณ์ธาตุและไอโซโทป
3. มวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม
4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน
5. ตารางธาตุและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ

จัดทำโครงสร้างกำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วางแผน ออกแบบ และจัดทำโครงสร้าง กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 10 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการทดลองวิจัยมีดังนี้

1. เครื่องมือในการดำเนินการทดลองวิจัย
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 5 แผน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ 30 คะแนน เพื่อใช้ในการทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนนักเรียนจะต้องเขียนอธิบายสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดให้ จะต้องมีส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมีทั้งก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตาม

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน เพื่อใช้ในการทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลโดยนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่แสดงถึงความสามารถด้านต่างๆ 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกตความสามารถในการอุปนัย ความสามารถในการนิรนัย และความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมีทั้งก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตาม

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ เป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน เพื่อใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่แสดงถึงความสามารถความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน ได้แก่ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมีทั้งก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตาม

2.4 แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม เป็นแบบสังเกตที่ให้นักเรียนทำงานเป็นทีม โดยให้นักเรียนทำงานเป็นทีม 2 คน ศึกษาจากแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการทำงานเป็นทีมสามารถประเมินจากพฤติกรรม 5 ด้าน ได้แก่การร่วมกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์ และแบ่งหน้าที่กันทำงาน การตระหนักในบทบาทหน้าที่ การมีปฏิสัมพันธ์ดี ฟังพาดภัยและช่วยเหลือ การรักษาบรรยากาศในการทำงานและปรับตัวเข้าหากัน และการแก้ไขปัญหาาร่วมกัน โดยบันทึกขณะที่มีการเรียนการสอน

2. การสร้างเครื่องมือในการทดลอง

1. ขั้นตอนสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA วิชาสารและสมบัติของสาร

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ EIMA เรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 5 แผน รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน
3. ศึกษาหลักการ และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้อง
4. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาสารและสมบัติของสาร รหัสวิชา ว 20205 วิชาพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2551 เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ
5. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหาตามตัวชี้วัด
6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA จำนวน 5 แผน แผนละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวมทั้งหมด 10 คาบ โดยแต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้และบันทึกหลังการสอน

การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ ชวาร์ส และ เกว-เกว (Schwarz; & Gwekwere. 2007: 158) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)** หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหาโดยครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้เกิดความสนใจและมีความมุ่งมั่นในการหาคำตอบร่วมกัน เพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาและนำไปสู่การตรวจสอบ

2. **ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate)** หมายถึง การดำเนินการตรวจสอบร่วมกันของนักเรียน ระบุมมติฐานจากปัญหาร่วมกันตั้งประเด็น และทำการสืบค้นสำรวจตรวจสอบรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต ทดลอง และศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

3. **ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model)** หมายถึง การสร้างแบบจำลองร่วมกันของนักเรียนเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยให้สมาชิกในกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำและสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. **ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply)** หมายถึง การให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนนำความรู้ที่ได้ร่วมกันในการจัดการเรียนการสอนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA จำนวน 5 แผนมีดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัญลักษณ์ธาตุและไอโซโทป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตารางธาตุ

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่สร้างขึ้นเสนอประธานที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจน และถูกต้องของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้งตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

8. หลังจากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านหลักสูตร และการสอนจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมในด้านภาษาที่ใช้รวมทั้งความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับรูปแบบการเรียนการสอนโดยพิจารณาตามแบบประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ มีความเหมาะสมมากที่สุด มีความเหมาะสมมาก มีความเหมาะสมปานกลาง มีความเหมาะสมน้อย มีความเหมาะสมน้อยที่สุดและวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีคะแนนความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 21-25 คะแนน แผนการจัดการเรียนรู้จึงมีความเหมาะสมมากที่สุด (ดังภาคผนวก ข)

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับความเหมาะสม
คะแนนระหว่าง 1 – 5 คะแนน	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด
คะแนนระหว่าง 6 – 10 คะแนน	มีความเหมาะสมน้อย
คะแนนระหว่าง 11-15 คะแนน	มีความเหมาะสมปานกลาง
คะแนนระหว่าง 16-20 คะแนน	มีความเหมาะสมมาก
คะแนนระหว่าง 21 – 25 คะแนน	มีความเหมาะสมมากที่สุด

9. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับคำนิยามของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องและกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหาสาระที่สอน

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3/4 จำนวน 34 คน ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ ที่กำลังเรียนวิชา สารและสมบัติของสาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ เพื่อดูความเหมาะสมในการใช้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยช่วยกัน สรุปประเด็นที่ต้องปรับปรุงได้ดังนี้

- การแบ่งกลุ่มของนักเรียนหากแบ่งตามใจชอบ นักเรียนที่ไม่ค่อยสนิท กันเท่าไรจะไม่มีกลุ่มอยู่ จึงต้องมีการปรับแบ่งกลุ่มความสามารถตามคะแนนของผลการสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน
- จะต้องกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจน กระตุ้นให้นักเรียนมี การแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. ขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจุดมุ่งหมาย คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด และศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบจำลองหรือ แบบประเมินผลงาน เพื่อกำหนดรายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ ตารางวิเคราะห์รายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
2. สร้างตารางวิเคราะห์รายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเกณฑ์การประเมินโดยให้ครอบคลุมกรอบการวัด ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อิงกรอบของแมกเนลล์ และคณะ (McNeille; et al. 2006: 2)

3. กำหนดเกณฑ์การประเมิน โดยแบ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ระดับ จากนั้นกำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงระดับความสามารถ 3 ระดับ ของรายการประเมิน 3 รายการ แสดงระดับความสามารถความหมายและจำนวนคะแนน ดังนี้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
ต่ำกว่า 10 คะแนน	ระดับต้องปรับปรุง
11 – 19 คะแนน	ระดับพอใช้
20 ขึ้นไป คะแนน	ระดับดี

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากนั้น นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ประธานที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของรายการประเมินและภาษาที่ใช้รวมถึงความครอบคลุมเกณฑ์การประเมินตามนิยาม แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานที่ปรึกษาปริญญาโท ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้รวมทั้งความสอดคล้องของรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ ได้แก่ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (The Index of Item Objective Congruence: IOC) เมื่อค่า IOC ข้อใดต่ำกว่า .50 จะต้องนำมาปรับปรุงต่อไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) รายข้อระหว่าง 0.60-1.00 และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ดังนี้

- รายการประเมินทั้ง 3 รายการมีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญระหว่างรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมินมากกว่า 0.5 ทุกรายการ
- ควรเพิ่มคำชี้แจงของแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเขียนตอบให้ครบองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ให้ได้มากที่สุด
- ควรปรับแบบทดสอบ “สถานการณ์ที่ 2 3 และ 4” ให้การให้เหตุผลมีความชัดเจน และเลือกข้อกล่าวอ้างให้สอดคล้องกับหลักฐาน

6. ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ จำนวน 36 คน

7. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาคัดเลือกข้อสอบแต่ละข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.37-0.48 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.50

8. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีหาค่า Coefficient Alpha (α) ของ Cronbrach ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

ส่วนผลการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษาและความเข้าใจในข้อคำถาม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าข้อคำถามและข้อมูลประกอบคำถามมีความชัดเจนดี แต่มีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ให้ความคิดเห็นตรงกันว่า ข้อคำถามในข้อที่ 3 ซึ่งให้เลือกลงข้อสรุปของการเกิดเหบบนหัวของเด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัด มีตัวเลือกมาให้เลือกนั้นไม่ควรให้ตัวเลือกควรเป็นคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนเป็นคนคิดหาสาเหตุ ลงข้อสรุป และเลือกอธิบายเหตุผลในการเกิดเหบบนหัวของเด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัดเอง

9. นำแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ผ่านการทดลองใช้ และปรับปรุงไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาสุวินทวงศ์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3. ขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลโดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวัตถุประสงค์ของการวิจัย และเอกสารหนังสือ ตำราต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าคำตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าคำตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ประธานที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามรวมทั้งภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แสดงช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

16-20 คะแนน หมายถึง มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในระดับดีมาก

11-15 คะแนน หมายถึง มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในระดับดี

6-10 คะแนน หมายถึง มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในระดับปานกลาง

0-5 คะแนน หมายถึง มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในระดับต่ำ

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานที่ปรึกษาปริญญาโท ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้รวมทั้งความสอดคล้องของรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมินที่มี 3 ระดับ ได้แก่ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (The Index of Item Objective Congruence: IOC) เมื่อค่า IOC ข้อใดต่ำกว่า .50 จะต้องนำมาปรับปรุงต่อไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลพบว่าค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) รายข้อระหว่าง 0.60-1.00 และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ดังนี้

- ปรับปรุงข้อคำถามบ้างข้อ และคำตอบที่ไม่ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ และสามารถแสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล
- การปรับคำ จากใช้คำย่อให้ใช้คำเต็ม การเว้นวรรคคำ การสะกดคำให้ถูกต้องเพื่อให้ นักเรียนอ่านและเข้าใจง่ายขึ้น
- การตั้งคำถามจากสถานการณ์ควรมีคำถามมากกว่า 1 ข้อเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทุก ๆ ด้าน

4. ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลโดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ จำนวน 36 คน

5. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาคัดเลือกข้อสอบแต่ละข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.23-0.64 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.24-0.64

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล โดยหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson : KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

ส่วนผลการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษาและความเข้าใจในข้อคำถาม พบว่า ข้อคำถามบ้างข้อนักเรียนอ่านแล้วไม่เข้าใจว่าคำถามต้องการจะให้คำตอบออกมาในลักษณะแบบใด ตัวเลือกที่มีให้เลือกบ้างข้อมีคำตอบไปทางเดียวกัน และคำศัพท์เฉพาะบ้างคำนักเรียนไม่เข้าใจ เป็นต้น

4. ขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและ

ตารางธาตุแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 20 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ โดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล
2. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องอะตอมและตารางธาตุ สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมการวัด 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้- ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อะตอมและตารางธาตุ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรจำนวน 20 ข้อ

ตาราง 6 วิเคราะห์หลักสูตรเรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

พฤติกรรม เนื้อหา	ความรู้ ความ จำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	รวม	อันดับ ความสำคัญ
1. อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม	1	1	1	1	4	3
2. สัญลักษณ์ธาตุและไอโซโทป	2	2	1	-	5	2
3. มวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม	1	-	-	-	1	5
4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน	2	2	1	2	7	1
5. ตารางธาตุและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ	1	1	1	-	3	4
รวม	7	6	4	3	20	

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ชนิด

เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าคำตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าคำตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนนจากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ประธานที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามรวมทั้งภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแสดงช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

16-20 คะแนน หมายถึง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก

11-15 คะแนน หมายถึง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี

6-10 คะแนน หมายถึง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

0-5 คะแนน หมายถึง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน วิทยาศาสตร์ และด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้รวมทั้งความสอดคล้องของรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมินที่มี 3 ระดับ ได้แก่ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (The Index of Item Objective Congruence: IOC) เมื่อค่า IOC ข้อใดต่ำกว่า .50 จะต้องนำมาปรับปรุงต่อไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่า IOC พบว่ามีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) รายข้อระหว่าง 0.60-1.00 และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ดังนี้

- ปรับปรุงข้อคำถามบางข้อ และคำตอบที่ไม่ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

และสามารถแสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล

- ปรับการใช้คำในการนับจำนวนอิเล็กตรอน ให้ใช้เป็นอิเล็กตรอน หรือ

อนุภาค เปลี่ยนสัญลักษณ์ธาตุบางตัวไม่ให้ใช้ธาตุจริงให้ใช้ธาตุสมมติ เช่น ธาตุ X

- ปรับความสามารถที่ต้องการวัดให้สอดคล้องกับข้อคำถามไม่ว่าจะเป็นข้อคำถามที่วัดด้านการนำไปใช้ ด้านความเข้าใจ ให้ตรงชัดเจนมากยิ่งขึ้นเพื่อง่ายต่อความเข้าใจของนักเรียนกับสิ่งที่ครูต้องการวัด

6. ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุโดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ จำนวน 36 คน

7. วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ โดยพิจารณาคัดเลือกข้อสอบแต่ละข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.48-0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.40

8. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ โดยหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson : KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

ส่วนผลการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษาและความเข้าใจในข้อคำถาม พบว่า ข้อคำถามที่เป็นลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนไม่เข้าใจภาษาของคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ข้อคำถามบางข้อมีความหมายคล้ายคลึงกัน เป็นต้น

5. ขั้นตอนการสร้างแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม โดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาจากตำรา เอกสาร สิ่งพิมพ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ผู้วิจัยใช้กรอบโครงสร้างทักษะการทำงานเป็นทีมของปริณดา เลิศศรีมงคล (2554: 61-63) ได้สังเคราะห์เป็นกรอบโครงสร้างได้นำทักษะย่อยทั้ง 5 ทักษะมากำหนดพฤติกรรมที่ชัดเจนขึ้นเพื่อใช้ในการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยดัดแปลงวิธีการบันทึกการสังเกตมาจากแบบประเมินการอภิปรายกลุ่มของนฤมล จันทร์สุขวงศ์ (นฤมล จันทร์สุขวงศ์. 2551: 78) ซึ่งจะนำไปใช้เก็บข้อมูลการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

3. เสนอแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมที่ใช้ในการวิจัยฉบับร่างต่อประธานที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของประเด็นที่ต้องการสังเกตรวมทั้งภาษาที่ใช้แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานที่ปรึกษาปริญญาโท ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้รวมทั้งความสอดคล้องของรายการประเมินกับเกณฑ์การประเมินที่มี 3 ระดับ ได้แก่ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (The Index of Item Objective Congruence: IOC) เมื่อค่า IOC ข้อใดต่ำกว่า .50 จะต้องนำมาปรับปรุงต่อไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม พบว่ามีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) รายข้อระหว่าง 0.80-1.00 และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ดังนี้

- ปรับปรุงพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต ไม่ค่อยสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสังเกตในข้อการตระหนักในบทบาทหน้าที่ของตนเอง เน้นการตระหนักและดูพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของสมาชิกในกลุ่ม

- ปรับปรุงพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไม่ค่อยสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสังเกตในข้อการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีฟังพาดภัยและช่วยเหลือกันเน้นลักษณะและการแสดงออกของการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี

- ปรับปรุงพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต ไม่ค่อยสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการสังเกตในข้อการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี ฟังพาท้ายและช่วยเหลือกัน เน้นลักษณะและการแสดงออกของการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี

- ปรับปรุงพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต เนื่องจากการใช้ภาษาไม่ใช่พฤติกรรมของการตระหนักในหน้าที่การทำงาน

- ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมไปทดลองใช้

5. นำแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการทดลองวิจัย โดยใช้สังเกตนักเรียนในกลุ่มทดลองวิทยาศาสตร์ชั่วโมงเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 กลุ่มที่มีสมาชิก 6 คน เพื่อชี้แจงและฝึกวิธีการประเมินให้แก่คณะผู้ช่วยวิจัยทั้ง 2 คน แล้วนำผลการสังเกตมาทดสอบความสอดคล้องในการสังเกต โดยมีขั้นตอนในการฝึกการใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีมดังนี้

5.1 ผู้วิจัยชี้แจงวิธีการสังเกตตามรายการประเมินในแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมและพฤติกรรมย่อยที่นักเรียนต้องแสดงออกให้แก่ผู้ช่วยผู้วิจัยจำนวน 2 คนซึ่งเป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และตัวผู้วิจัยเอง

5.2 ให้คณะผู้ช่วยวิจัยใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีมที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากปริณดา เลิศศรีมงคล (ปริณดา เลิศศรีมงคล, 2554: 119) ทดลองสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ ในกลุ่มทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้สังเกตนักเรียนกลุ่มเดียวกันที่มีสมาชิก 6 คนทำการสังเกตเป็นเวลา 30 นาที

6. ผู้วิจัยนำผลการสังเกตมาตรวจสอบความเที่ยงตรงระหว่างผู้วิจัย ครูผู้ช่วยผู้วิจัยอีก 2 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม ด้วยการตรวจสอบความเที่ยงตรงระหว่างผู้สังเกต โดยใช้สูตรการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยสังเกตได้อยู่ในช่วงขนาดความสัมพันธ์ระหว่าง 0.67-0.72

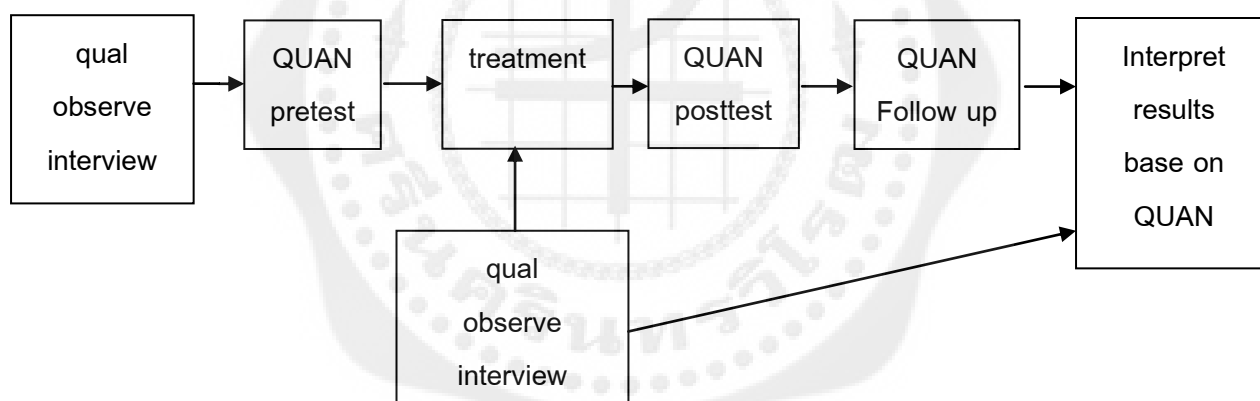
ตาราง 7 เปรียบเทียบความเที่ยงตรงระหว่างผู้สังเกต โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัยแต่ละคน

ค่าสหสัมพันธ์	
1. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ 1	0.67
2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ 2	0.72
3. ผู้ช่วยวิจัยที่ 1 และผู้ช่วยวิจัยที่ 2	0.69

จากตารางที่ 7 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยกับผู้ช่วยวิจัยแต่ละท่าน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของผลการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในกลุ่มทดลองวิทยาศาสตร์ ระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทั้ง 2 คน มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.67-0.72 แสดงว่าการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยแต่ละคนมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง

3. การรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัยในครั้งนี้ เป็นแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Designs) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้แบบแผนการทดลองแบบ การทดลองเชิงผสมผสานแบบแผนแบบรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก (Two-Phase Embedded Design : Experimental Model by Quantitative Dominant) (รัตนะ บัวสนธิ์. 2555: 102-103) ใช้กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่มโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA โดยมีการเก็บข้อมูลก่อนทดลอง หลังทดลอง และระยะติดตาม ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แบบแผนการทดลอง

qual observe interview	หมายถึง	สังเกตก่อนให้เงื่อนไขทดลอง/ สังเกตขณะทดลอง
QUAN pretest	หมายถึง	สอบวัดก่อนทดลอง
treatment	หมายถึง	การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ การเรียนการสอน EIMA
QUAN posttest	หมายถึง	สอบวัดหลังทดลองครั้งที่ 1
QUAN Follow up	หมายถึง	สอบระยะติดตาม
Interpret results base on QUAN	หมายถึง	สรุปตีความผลเชิงปริมาณและอาศัยผล เชิงคุณภาพ

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล จำนวน 20 ข้อและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลาจำนวน 1 ชั่วโมง 30 นาที

2.2 หลังจากนั้นผู้วิจัยทำความเข้าใจกับผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนและการสอน จุดประสงค์ และการวัดการประเมินผล และให้ทำกิจกรรมกลุ่มภายในเวลาที่เหลือ 30 นาที

2.3 ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองด้วยตนเอง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่จัดทำขึ้นและหาคุณภาพแล้ว ด้วยรูปแบบการสอนแบบ EIMA ที่มีการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในช่วงการทดลองทุกครั้ง โดยมีผู้ช่วยผู้วิจัยจำนวน 2 คนที่เข้ามาสังเกตและบันทึกผลขณะทำการเรียนการสอน ใช้เวลาการสอนทดลองรวม 10 ชั่วโมง ในเวลา 5 สัปดาห์

2.4 ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล จำนวน 20 ข้อและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลาจำนวน 1 ชั่วโมง 30 นาที

2.5 เว้นระยะในการทดสอบ 2 สัปดาห์

2.6 ทำการทดสอบในระยะติดตาม (Follow up) ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล จำนวน 20 ข้อและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลาจำนวน 1 ชั่วโมง 30 นาที

2.7 ใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูปคำนวณผลคะแนนจากแบบทดสอบ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) โดยคำนวณผลการทดสอบจากแบบทดสอบก่อนการทดลอง 1 ครั้ง หลังการทดลอง 1 ครั้ง และระยะติดตาม 1 ครั้ง พร้อมทั้งแสดงกราฟอัตราการเปลี่ยนแปลง จากผลการคำนวณของแบบทดสอบ เพื่อแสดงให้เห็นพัฒนาการความสามารถในแต่ละด้านของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานการดำเนินการทดลองการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA และนำผลการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมารวมอภิปรายผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ดำเนินการตามผลการทดลองดังตาราง 8

ตาราง 8 สรุปการดำเนินการทดลองของกลุ่มทดลอง (Experimental group) ที่จัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

การดำเนินการทดลอง		
สัปดาห์ที่ 1	คาบที่ 1-2	- ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนและการสอน จุดประสงค์ บทบาทของผู้เรียน การวัดและประเมินผล - ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) - ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อสังเกตการทำงานเป็นทีม
สัปดาห์ที่ 2	คาบที่ 3-4	- ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อะตอม และองค์ประกอบของอะตอม - ใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม
สัปดาห์ที่ 3	คาบที่ 5-6	- ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัญลักษณ์ธาตุและไอโซโทป - ใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม
สัปดาห์ที่ 4	คาบที่ 7-8	- ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง มวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม - ใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม
การดำเนินการทดลอง		
สัปดาห์ที่ 5	ชั่วโมงที่ 9-10	- ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน - ใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม
สัปดาห์ที่ 6	คาบที่ 11-12	- ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตารางธาตุและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ - ใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม
สัปดาห์ที่ 7	คาบที่ 13-14	- ทดสอบหลังเรียน (Posttest)
วันระยะ 2 สัปดาห์		
สัปดาห์ที่ 10	คาบที่ 15-16	- ทดสอบวัดระยะติดตาม (Follow up)

4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและการสถิติต่างๆ หลายขั้นตอน เพื่อพิสูจน์สมมติฐานสำหรับการวิจัยแต่ละข้อโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้

1. สำหรับสมมติฐานข้อที่ 1 : นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนเฉลี่ยในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุในระยะก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามแตกต่างกัน

การวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้สถิติต่างๆ โดยศึกษาความสามารถของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ที่จัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Test of Assumptions) ของ MANOVA with repeated measures ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. 2551: 7-9)

1. ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร (Distribution) การวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณ ประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution)

2. ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation) คือความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตาม (Linearity) การร่วมกันเชิงเส้นพหุ (Multicollinearity) และความเป็นหนึ่งเดียว (Singularity)

3. ความแปรปรวน (Variance) ความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกตัวแปร ความแปรปรวนร่วมของประชากร (Homogeneity of Variance Covariance Matrices)

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures)

1. ทดสอบระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) โดยทำการวิเคราะห์ดูผลการทดลองมีความแตกต่างจากคะแนนของกลุ่มตัวอย่างหรือไม่ในแต่ละช่วงเวลา 3 ครั้งโดยพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบเอฟ (Multivariate F-Statistic) และนัยสำคัญ (P-value) ค่าวิลคส์ แลมบ์ดา (Λ) Wilks' lambda

2. การวิเคราะห์ภายในกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบว่าในแต่ละกลุ่มจากการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตาม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures)

3. ทำกราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบสมมติฐานงานวิจัย

2. การศึกษาการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA โดยมีผู้ช่วยผู้วิจัยช่วยสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนจำนวน 2 คน โดยนำการสังเกตและจดบันทึกที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพมาประมวลผลสรุปตีความและอภิปรายผล

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean : $\bar{X}$)

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ และแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม

2.2 หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

2.4 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมโดยตรวจสอบความเที่ยงตรงระหว่างผู้สังเกตโดยใช้สูตรการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient)

2.5 วิเคราะห์แบบสอบถามเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ โดยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item-Total Correlation)

การวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้สถิติต่างๆ โดยศึกษาความสามารถของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ด้านได้แก่ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้ (สุวิมล ติรภานันท์. 2553: 161-162)

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Test of Assumptions)

1. การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Test of Assumptions) ของความแปรปรวนพหุคูณ (Multivariate Analysis of Variance : MANOVA) ดังนี้

1.1 ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร (Distribution) การวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณ ประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution)

1.2 ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation) คือความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตาม (Linearity) การร่วมกันเชิงเส้นพหุ (Multicollinearity) และความเป็นหนึ่งเดียว (Singularity)

1.3 ความแปรปรวน (Variance) ความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกตัวแปร ความแปรปรวนร่วมของประชากร (Homogeneity of Variance Covariance Matrices)

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบสมมติฐาน

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)

2. ทดสอบความสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) โดยทำการวิเคราะห์ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามว่ามีความแตกต่างจากคะแนนของกลุ่มตัวอย่างหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบเอฟ (Multivariate F-Statistic) และนัยสำคัญของแบบทดสอบ (P-value) ส่วนค่าวิลคส์ แลมบ์ดา (Λ) Wilks' lambda เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของแบบทดสอบ

3. การวิเคราะห์ภายในกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบว่าในแต่ละกลุ่มจากการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตาม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures)

4. นำค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามของกลุ่มตัวอย่างมาจัดทำกราฟดูพัฒนาการในการทดสอบแต่ละครั้ง

5. ทำกราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

6. การสรุปผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบสมมติฐานงานวิจัย



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง (Mean)
S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มตัวอย่าง (Standard Deviation)
Λ	แทน	ค่าสถิติทดสอบแลมบ์ดาของวิลคส์ (Wilks' Lambda)
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบเอฟ (F-Distribution)
p-value	แทน	ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA
2. ผลการศึกษางานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Test of Assumptions)

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (Multivariate analysis of variance, MANOVA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภู่อ่อน. 2551: 7-9)

1.1 การทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ดังตาราง 9

ตาราง 9 การทดสอบตัวแปรตามความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ

Box's Test of Equality of Covariance Matrices	
Box's M	9.959
F	1.482
Df ₁	12
Df ₂	18168.923
Sig.	.180

จากตาราง 9 ตารางการวิเคราะห์ความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า ค่าสถิติ F เท่ากับ 1.482 และค่า Sig. เท่ากับ .180 ซึ่งค่า Sig > .05 แสดงว่า การทดสอบตัวแปรตาม คือความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ มีความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ดังตาราง 10

ตาราง 10 การทดสอบความสัมพันธ์ตัวแปรตามความสามารถในการสร้างคำอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ

Bartlett's Test of Sphericity	
Likelihood Ratio	.001
Approx. Ch-Square	13.664
Df	5
Sig	.001

จากตาราง 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ของ Bartlett's Test of Sphericity พบว่าค่าค่าสถิติ Approx. Chi-Square เท่ากับ 13.664 และค่า Sig เท่ากับ .001 ซึ่งค่า Sig .001 แสดงว่าการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตามคือความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงของสถิติวิเคราะห์

การทดสอบเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA โดยใช้สูตรวิเคราะห์แบบความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures)

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

Variables	Multivariate Test
scientific explanation	Λ (Wilks' lambda) = .026
reasoning thinking	F-statistic = 136.720*
science achievement	p-value = .000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 สามารถสรุปการวิเคราะห์ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA จากการพิจารณาผลการทดสอบระดับ Multivariate Test พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียน และการทดสอบระยะติดตามที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Λ = .026, Multivariate F-statistic = 136.720, p-value = .000 < .01) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measures) ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ช่วงเวลาการทดสอบ 3 ครั้ง		
	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	ทดสอบระยะติดตาม
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	10.85	19.65	23.04
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	2.51	2.25	1.90
Greenhouse-Geisser F-statistic = 721.180* p-value = .000			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 12 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากผลการทดสอบภายหลังการได้รับสิ่งทดลอง (Posttest) โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังการทดลอง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Assumed F-statistic = 721.180* p-value = .000) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พบว่า หลังการได้รับสิ่งทดลองกลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 10.85-23.04 คะแนน

ตาราง 13 ตารางการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์		
	ทดสอบก่อนเรียน ($\bar{X} = 10.85$)	ทดสอบหลังเรียน ($\bar{X} = 19.65$)	ทดสอบระยะติดตาม ($\bar{X} = 23.04$)
ทดสอบก่อนเรียน ($\bar{X} = 10.85$)	-	8.80*	12.19*
ทดสอบหลังเรียน ($\bar{X} = 19.65$)		-	3.39*
ทดสอบระยะติดตาม ($\bar{X} = 23.04$)			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

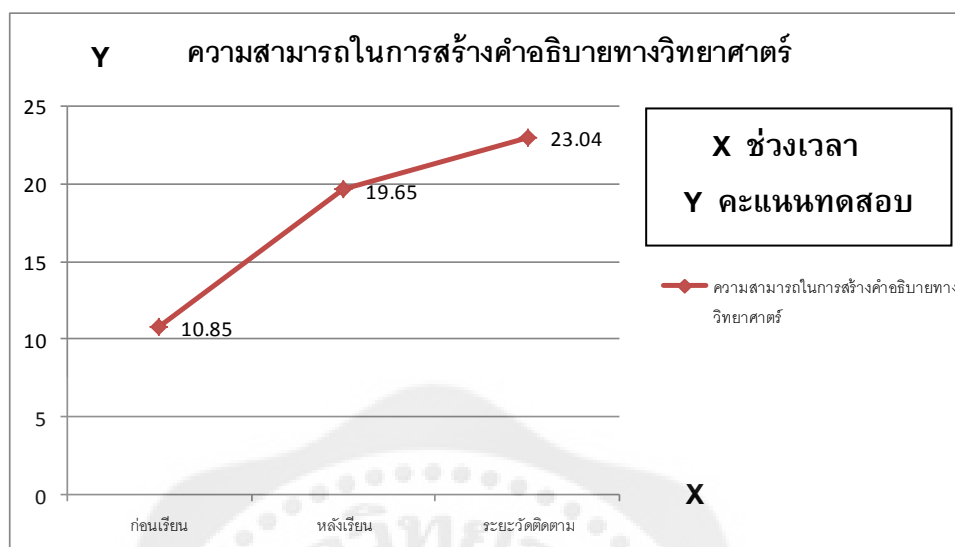
จากตาราง 13 เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์พบว่า ทุกคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีรายละเอียดดังนี้

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับ ทดสอบหลังเรียน (Posttest) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับ ทดสอบระยะติดตาม (Follow up) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับ ทดสอบระยะติดตาม (Follow up) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA



ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

จากกราฟสรุปได้ว่าการวิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีดังนี้

1. พิจารณากราฟคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน และระยะติดตามสูงกว่าหลังเรียนและก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์และการพิจารณาร่วมกับคะแนนเฉลี่ยทั้งก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามรวม 3 ครั้ง สรุปได้ว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง (Pretest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 10.85
2. คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 19.65
3. คะแนนเฉลี่ยระยะติดตาม (Follow up) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 23.04

4. คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดระยะติดตามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจากผลจากการวิเคราะห์และประกอบการพิจารณาพร้อมกับคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่า ภายหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA แล้ว นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ตาราง 14 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measures) ของความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ความสามารถทาง การคิดอย่างมีเหตุผล	ช่วงเวลาการทดสอบ 3 ครั้ง		
	ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน	ทดสอบ ระยะติดตาม
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	8.91	13.34	14.97
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	1.91	1.68	1.38
Greenhouse-Geisser F-statistic = 294.928* p-value = .000			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 14 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากผลการทดสอบภายหลังการได้รับสิ่งทดลอง (Posttest) โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังการทดลอง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Assumed F-statistic = 721.180* p-value = .000) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พบว่า หลังการได้รับสิ่งทดลองกลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ระหว่าง 8.91-14.97 คะแนน

ตาราง 15 ตารางการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

ความสามารถทางการคิดอย่างมี เหตุผล	ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล		
	ทดสอบ ก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.91$)	ทดสอบ หลังเรียน ($\bar{X} = 13.34$)	ทดสอบ ระยะติดตาม ($\bar{X} = 14.97$)
ทดสอบก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.91$)	-	4.43*	6.06*
ทดสอบหลังเรียน ($\bar{X} = 13.34$)		-	1.63*
ทดสอบระยะติดตาม ($\bar{X} = 14.97$)			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

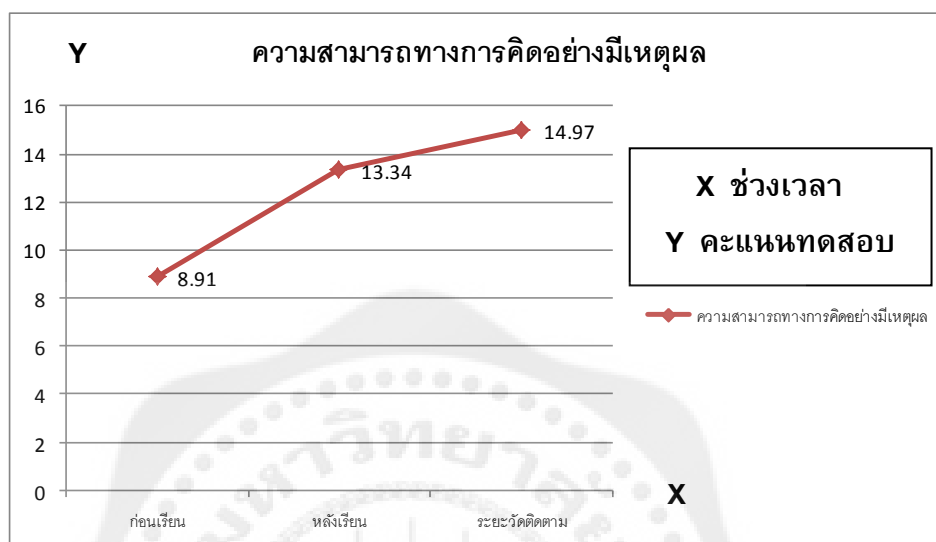
จากตาราง 15 เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลพบว่า ทุกคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีรายละเอียดดังนี้

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับ ทดสอบหลังเรียน (Posttest) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับ ทดสอบระยะติดตาม (Follow up) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับ ทดสอบระยะติดตาม (Follow up) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA



ภาพประกอบ 12 กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

จากกราฟสรุปได้ว่าการวิเคราะห์พัฒนาการความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีดังนี้

1. พิจารณากราฟคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน และระยะติดตามสูงกว่าหลังเรียนและก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์และการพิจารณาร่วมกับคะแนนเฉลี่ยทั้งก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามรวม 3 ครั้ง สรุปได้ว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้นจากการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลพบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง (Pretest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 8.91

2. คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 13.34

3. คะแนนเฉลี่ยระยะติดตาม (Follow up) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 14.97

4. คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดระยะติดตามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจากผลจากการวิเคราะห์และประกอบการพิจารณาพร้อมกับคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่า ภายหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA แล้ว นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสูงขึ้น

ตาราง 16 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ(Repeated measures) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ	ช่วงเวลาการทดสอบ 3 ครั้ง		
	ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน	ทดสอบ ระยะติดตาม
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	5.53	12.12	13.80
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	1.46	1.73	1.70
Greenhouse-Geisser F-statistic = 698.774* p-value = .000			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากผลการทดสอบภายหลังการได้รับสิ่งทดลอง (Posttest) โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังการทดลอง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (Assumed F-statistic = 698.774* p-value = .000) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พบว่า หลังการได้รับสิ่งทดลองกลุ่มตัวอย่างมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ อยู่ระหว่าง 5.53-13.80 คะแนน

ตาราง 17 ตารางการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ		
	ทดสอบ ก่อนเรียน ($\bar{X} = 5.53$)	ทดสอบ หลังเรียน ($\bar{X} = 12.12$)	ทดสอบ ระยะติดตาม ($\bar{X} = 13.80$)
ทดสอบก่อนเรียน ($\bar{X} = 5.53$)	-	6.58*	8.26*
ทดสอบหลังเรียน ($\bar{X} = 12.12$)		-	1.68*
ทดสอบระยะติดตาม ($\bar{X} = 13.80$)			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

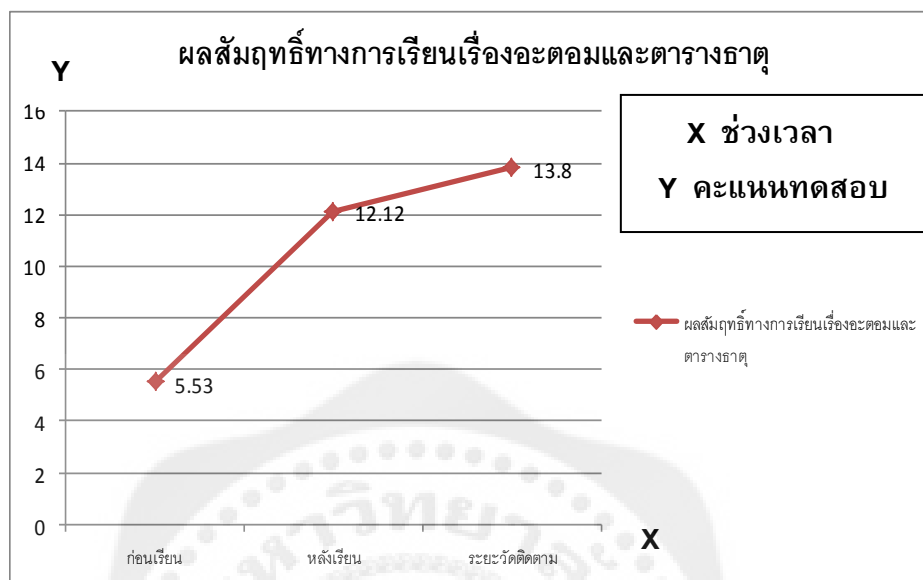
จากตาราง 17 เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ พบว่า ทุกคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีรายละเอียดดังนี้

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับ ทดสอบหลังเรียน (Posttest) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับ ทดสอบระยะติดตาม (Follow up) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับ ทดสอบระยะติดตาม (Follow up) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กราฟแสดงพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA



ภาพประกอบ 13 กราฟแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

จากกราฟสรุปได้ว่าการวิเคราะห์พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีดังนี้

1. พิจารณากราฟคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน และระยะติดตามสูงกว่าหลังเรียนและก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์และการพิจารณาร่วมกับคะแนนเฉลี่ยทั้งก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และระยะติดตามรวม 3 ครั้ง สรุปได้ว่า หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุสูงขึ้นจากการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลพบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง (Pretest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 5.53
2. คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 12.12

3. คะแนนเฉลี่ยระยะติดตาม (Follow up) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 13.80

4. คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดระยะติดตามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ สูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจากผลจากการวิเคราะห์และประกอบการพิจารณาพร้อมกับคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่า ภายหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA แล้ว นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุสูงขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

จากแบบแผนการวิจัย การทดลองแบบผสมผสานแบบแผนแบบรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มและทำการสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตการทำงานเป็นทีมพบว่านักเรียนจัดกลุ่มสมาชิกในทีมเองตามความพอใจ โดยแต่ละกลุ่มยังมีสมาชิกที่เอางานอื่นขึ้นมาทำ และเล่นโทรศัพท์มือถือ การแบ่งหน้าที่กันทำงานไม่มีความชัดเจนมีนักเรียนบางส่วนทำงาน แต่การมีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มเป็นไปด้วยดีนักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการพูดคุยกันเป็นส่วนใหญ่ ชิ้นงานที่ได้รับจากการระดมสมองยังไม่มีความสมบูรณ์จะต้องได้รับการพัฒนาและจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสามัคคีมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

2.1 การร่วมกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์และแบ่งหน้าที่กันทำงาน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า การแบ่งหน้าที่กันทำงานภายในทีม และการกำหนดจุดประสงค์ในการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มยังไม่มีความชัดเจน ไม่จะเป็นการเตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำแบบจำลองสามมิติเรื่องแบบจำลองอะตอม ยังไม่พบการแบ่งหน้าที่ที่ชัดเจน และยังมีเพื่อนในทีมแยกตัวทำงานวิชาอื่นๆ มีการเล่นเกมในโทรศัพท์มือถือ

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัญลักษณ์ธาตุและไอโซโทป ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า การร่วมกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์ในการทำงานครั้งนี้ดีขึ้นมากกว่าจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในครั้งนี้มีการกำหนดเป้าหมายของงานชัดเจนว่าจะต้องทำอะไรบ้าง และมีการแบ่งหน้าที่กันทำงานโดยเขียนเป็นชื่อ

พร้อมใส่ระบุหน้าที่ของแต่ละคน สมาชิกในทีมสนใจหน้าที่ของตนเองไม่เอางานชิ้นอื่นขึ้นมาทำ โดยที่ผู้ช่วยวิจัยกระตุ้นให้นักเรียนทำหน้าที่ของตนเองเสมอๆ

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องมวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า ในเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนข้างมีความยาก สมาชิกในทีมแต่ละกลุ่มแสดงออกในเนื้อหาค่อนข้างชัดเจนว่ายังไม่เข้าใจ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายเนื้อหาบางส่วนอย่างละเอียดอีก 1 รอบ หลังจากนั้นนักเรียนถึงเริ่มแบ่งหน้าที่กันทำงาน โดยมีความกระตือรือร้นอย่างเห็นได้ชัด อาจได้จากการกระตุ้นของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยด้วย

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องตารางธาตุและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า การแบ่งหน้าที่กันทำมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นโดยมีการวางตำแหน่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่มไว้อย่างชัดเจนว่าแต่ละคนมีหน้าที่อะไรบ้าง และมีการวางเป้าหมายของการทำงาน มีการเสนอตัวเองเพื่อรับผิดชอบงานที่เป็นความถนัด เพื่อให้เกิดผลสำเร็จและชิ้นงานออกมาดีที่สุด

2.2 การตระหนักในบทบาทหน้าที่

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความตระหนักในบทบาทหน้าที่ของตนเอง เช่นได้รับผิดชอบให้นำอุปกรณ์ในการทำแบบจำลองสามมิติมา ถึงวันทำกิจกรรมจริงนักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้เอาอุปกรณ์มาก็ไม่ได้นำมา และยังขาดความกระตือรือร้นในการทำงานกลุ่มมีความคิดส่วนตัวว่าเป็นงานกลุ่มตัวเองไม่ต้องทำก็ได้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสัญลักษณ์ธาตุและไอโซโทป และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องมวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า เมื่อได้รับการกระตุ้นจากผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยนักเรียนเริ่มตระหนักถึงหน้าที่ของตนเอง ใส่ใจในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายรู้จักรับผิดชอบงานของตนเอง มีความกระตือรือร้นในการทำงานมากกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา และร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มและปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องตารางธาตุและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า สมาชิกแต่ละทีมเข้าใจถึงหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายโดยไม่ต้องกระตุ้นจากผู้วิจัยหรือผู้ช่วยวิจัย มีการช่วยเหลือกันทำงานและแสดงออกถึงความสนใจในหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย

2.3 การมีปฏิสัมพันธ์ดี ฟังพาอาศัยและช่วยเหลือกัน

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีของนักเรียนเริ่มตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และดีขึ้นเรื่อยๆจนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เนื่องจากว่าในการแบ่งกลุ่มการทำงานให้นักเรียนเป็นผู้เลือกสมาชิกในกลุ่มเอง และในห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 เป็นห้องของนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่ำกว่า 2.5 จึงไม่มีปัญหาเรื่องข้อแตกต่างของความรู้พื้นฐานของนักเรียน จึงให้นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสมาชิกได้ตามความพอใจของตนเอง ได้เห็นการพูดคุยยก ล้อกันในทีมของนักเรียนเห็นถึงความสนุกของนักเรียน แต่มีบางทีที่นักเรียนติดคุยเรื่องอื่นที่ไม่ได้ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาเรียน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยก็จะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรม หรืองาน ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จก่อน

สำหรับด้านการฟังพาอาศัยและช่วยเหลือกันจะเริ่มสังเกตได้อย่างชัดเจนขึ้นจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นต้นไปเพราะในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในเรียนในแต่ละกลุ่มยังติด คุยกัน หยอกล้อเล่นกันและยังไม่ได้ให้ความสนใจในกิจกรรมเท่าที่ควรจะต้องให้ผู้ช่วยวิจัยเดิน กระตุ้นให้ทุกกลุ่มเร่งมือในการทำงานให้สำหรับ แต่เมื่อเริ่มแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนเริ่มรู้ หน้าที่ของแต่ละคนและให้ความช่วยเหลือ อาสาทำในสิ่งที่ตนเองถนัดโดยที่ไม่ต้องให้เพื่อนๆในกลุ่ม หรือให้ผู้ช่วยวิจัยกระตุ้น แสดงให้เห็นถึงความมีน้ำใจของกันและกันในกลุ่ม แต่อาจจะมีบางกลุ่มที่ ยังติดเล่นกันส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนกลุ่มผู้ชาย แต่โดยรวมถือว่าตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สมาชิกในกลุ่มแต่ละทีมได้ให้ความช่วยเหลือฟังพาอาศัยกันจนทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จได้ดี

2.4 การรักษาบรรยากาศในการทำงานและปรับตัวเข้าหากัน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า ในด้านการรับคำวิจารณ์ จากเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและติชมผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ยังไม่มีการแสดงออกให้เห็น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และนั่งอยู่ในกลุ่ม บรรยากาศในการทำงานโดยส่วนใหญ่ยังติดเล่น หยอกล้อพูดคุยกันในเรื่องอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมหรือบทเรียนแต่ไม่มีการแยกตัวออกไปจาก กลุ่ม

- ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-5 เริ่มมีการแสดงความคิดเห็นต่อการนำเสนองาน ของเพื่อนๆกลุ่มอื่น และมีการติชมการนำเสนอของเพื่อนๆแต่ละกลุ่มอย่างสร้างสรรค์ แต่ยังมี กลุ่มนักเรียน 1 กลุ่มที่ยังไม่ค่อยกล้าถามคำถามเพื่อนหรือแสดงความคิดเห็นเท่ากับกลุ่มอื่นๆ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจึงคอยกระตุ้นและแนะนำลักษณะคำถามที่เป็นคำถามสร้างสรรค์และกระตุ้นให้ ผู้นำเสนองานตอบคำถามให้ครอบคลุม และช่วยเหลือกันตอบในทีม โดยภาพรวมนักเรียนให้ความ ร่วมมือในการนำเสนองาน ช่วยเหลือกันและไม่แยกตัวออกไปไหน

2.5 การแก้ไขปัญหาพร้อมกัน

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมว่า การรับฟังและสนับสนุนเพื่อนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ยังไม่ค่อยชัดเจนสมาชิกในกลุ่มไม่พูดคุยกันเกี่ยวกับกิจกรรมที่คุณครูให้ทำ ผู้ช่วยวิจัยจะต้องคอยเดินกระตุ้นให้มีการเสนอความคิดของตัวเอง ส่วนการใช้ภาษาก็มีคำที่ไม่สุภาพที่ใช้แทนตัวจึงให้ผู้ช่วยวิจัยคอยตักเตือนให้ใช้คำสุภาพ เมื่อขอความร่วมมือกันในกลุ่มควรใช้คำสุภาพ ไม่ประชดประชันกัน เมื่อมีการตักเตือนก็ให้ความร่วมมือไม่พูดคำหยาบ

ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-5 นักเรียนเริ่มแสดงความคิดเห็น และช่วยกันแก้ปัญหาในชิ้นงานหรือผลงานของกลุ่มตัวเองชัดเจน เพราะบางคนลืมเอาสิ่งของที่ได้รับมอบหมายมาก็รีบช่วยกันหาวิธีแก้ไขว่าจะใช้สิ่งของอย่างอื่นแทนได้หรือไม่ และมีการช่วยเหลือให้ความร่วมมือกันในการตอบคำถามเมื่อมีกลุ่มอื่นๆถามคำถามที่ยังไม่สามารถตอบ ก็จะแก้ปัญหาโดยการติดคำถามไว้และไปช่วยกันค้นหาคำตอบผ่านหนังสือ ผ่านระบบเครือข่าย และมีการหาหลักฐานมาสนับสนุนคำตอบช่วยกัน ส่วนเรื่องของภาษาที่ใช้ไม่พบคำหยาบ หรือคำที่ไม่สุภาพ เพราะทั้งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยช่วยกันเตือนในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มไปด้วย

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ

จากแบบแผนการวิจัยแบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก และนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA สามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพมารวมวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลดังนี้

1. ผลการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามของนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อยู่ในระดับดี ผลจากคะแนนที่สูงขึ้นมีความสอดคล้องกับการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่สังเกตได้คือนักเรียนมีความสนใจในภาระงานของตนเอง รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและมีจิตอาสาของช่วยกันค้นหาคำตอบ และหาหลักฐานมาสนับสนุนชิ้นงาน หรือผลงานของกลุ่มตนเองให้เป็นที่ยอมรับและสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

2. ผลการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามของนักเรียนมีคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล อยู่ในระดับดี ผลจากคะแนนที่สูงขึ้นมีความสอดคล้องกับการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่สังเกตได้คือการให้เหตุผลและการหาหลักฐานมาเพื่อให้สมาชิกในทีมของตนยอมรับในสิ่งที่ตนเองคิด หรือนำเสนอ รวมไปถึงในการทำงานร่วมกันเป็นทีมยังมีการพิจารณาปัญหาของเหตุการณ์ต่างๆที่ครูกำหนดให้ในกิจกรรมซึ่งเป็นผลส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลเพิ่มขึ้น

3. ผลการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามของนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ อยู่ในระดับดี ผลจากคะแนนที่สูงขึ้นมีความสอดคล้องบางส่วนกับการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่สังเกตได้คือการร่วมกันทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายซึ่งเนื้อหาที่ได้รับมอบหมายเป็นประเด็นที่เกี่ยวกับบทเรียนจึงทำให้นักเรียนรู้ และเข้าใจถึงเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น แต่ก็ยังมีเนื้อหาบางส่วนที่นักเรียนจะต้องนำกลับไปศึกษาและทบทวน ฝึกทำแบบฝึกหัดและโจทย์คำถามในแบบต่างๆ เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ จะต้องใช้ทั้งความสนใจ คำนวณ ทွေး และใช้เวลาฝึกทบทวนถึงจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามผล
2. เพื่อศึกษาการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA

สมมติฐานในการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีคะแนนเฉลี่ยในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุในระยะก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ รายวิชาสารและสมบัติของสาร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลา 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยทดลองสอนด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการทดลองวิจัยมีดังนี้

1. เครื่องมือในการดำเนินการทดลองวิจัย
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เรื่องอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 5 แผน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ
 - 2.4 แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
2. หลังจากนั้นผู้วิจัยทำความเข้าใจกับผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนและการสอน จุดประสงค์ และการวัดการประเมินผล และให้ทำกิจกรรมกลุ่มภายในเวลาที่เหลือ
3. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองด้วยตนเอง ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่จัดทำขึ้นและหาคุณภาพแล้ว ด้วยรูปแบบการสอนแบบ EIMA ที่มีการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในช่วงการทดลองทุกครั้ง โดยมีผู้ช่วยผู้วิจัยจำนวน 2 คนที่เข้ามาสังเกตและบันทึกผลขณะทำการเรียนการสอน ใช้เวลาการสอนทดลองรวม 10 คาบ
4. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest)
5. เว้นระยะในการทดสอบ 2 สัปดาห์
6. ทำการทดสอบในระยะติดตาม (Follow up)
7. ใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูปคำนวณผลคะแนนใช้สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) โดยคำนวณผลการทดสอบจากแบบทดสอบก่อนการทดลอง 1 ครั้ง หลังการทดลอง 1 ครั้ง และระยะติดตาม 1 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA โดยการใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบข้อตั้งเบื้องต้น (Test of Assumptions) ของ MANOVA with repeated

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures)

ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (MANOVA with repeated measures) เพื่อทดสอบสมมติฐานงานวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ในระยะก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระยะติดตามสูงกว่าการทดสอบหลังเรียน 3.39 คะแนน และทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 8.80 □

ะแนน นักเรียนมีคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล ในระยะติดตาม สูงกว่าการทดสอบ หลังเรียน 1.63 คะแนน และทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 4.43 คะแนน และนักเรียนมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระยะติดตาม สูงกว่าการทดสอบหลังเรียน 1.68 คะแนน และทดสอบหลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน 6.59 คะแนน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ซึ่งมีผลการสังเกตพฤติกรรมจากแบบ สังเกตการทำงานเป็นทีมโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย สรุปเป็นด้านต่างๆ ทั้ง 5 ด้านได้ดังนี้

2.1 ในด้านการร่วมกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์และแบ่งหน้าที่กันทำงาน ผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมในทำนองเดียวกันว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนในแต่ละกลุ่มยังไม่มี การวางแผนและกำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่ชัดเจน ยังมีนักเรียนบางคนนั่งคุยกัน เล่น โทรศัพท์มือถือ หรือเอางานอื่นขึ้นมาทำขณะทำกิจกรรมกลุ่ม แต่เมื่อเริ่มใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 4 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ซึ่งทั้งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญ ของการวางแผน และการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มอย่างชัดเจน พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีการวางแผน และมีการเสนอตัวเพื่อรับภาระงานต่างๆที่ตัวเองมีความถนัดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

2.2 ในด้านการตระหนักในบทบาทหน้าที่ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการ บันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมในทำนองเดียวกันว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมกลุ่มทั้ง 6 กลุ่มนักเรียนมีพฤติกรรมเฉยชาต่อ กิจกรรมกลุ่ม ไม่มีความตระหนักในหน้าที่ตัวเองไม่รู้ว่าตัวเองมีบทบาทอย่างไรในกิจกรรมกลุ่ม ไม่รู้ว่า จะต้องทำตัวอย่างไรในการทำกิจกรรมนั้นๆ เมื่อถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 3 4 และ 5 เห็นการ ร่วมมือทำงานเป็นกลุ่มอย่างชัดเจนยิ่งขึ้นสังเกตได้จากผลงานที่นำเสนอหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยยังช่วยกันกระตุ้นให้นักเรียนรับผิดชอบหน้าที่ของตัวเองที่ได้รับมอบหมาย

2.3 ในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ พี่พาท้ายและช่วยเหลือกัน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมในทำนองเดียวกันว่า สมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เนื่องจากการ แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นคนแบ่งกลุ่มกันเองตามความพึงพอใจของแต่ละคน ส่วนการพี่พาท้ายกัน และช่วยเหลือกันนั้นเริ่มสังเกตได้ชัดเจนเมื่อเริ่มแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 คือสมาชิกในกลุ่มมีจิต อาสาที่จะทำงานที่ตัวเองถนัด และช่วยเหลือกันในกลุ่มมากยิ่งขึ้น เช่นการแชร์อินเทอร์เน็ตให้เพื่อน ช่วยค้นหาข้อมูลของกลุ่มตัวเอง อาสาหาของที่จะใช้ในการทำกิจกรรมกลุ่มมาจากบ้าน หรือเป็นคน ไปจัดซื้อของเพื่อใช้ในการทำกิจกรรม เป็นต้น

2.4 ในด้านการรักษาบรรยากาศในการทำงานและปรับตัวเข้าหากัน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมในทำนองเดียวกันว่า ใน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประเด็นการรับคำวิจารณ์จากเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและติชมผู้อื่นอย่าง สร้างสรรค์ ยังไม่เห็นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และ นั่งอยู่ในกลุ่มเงียบๆ แต่ไม่มีการแยกตัวออกไปจากกลุ่ม แต่เมื่อเริ่มแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เริ่มมี

การแสดงความคิดเห็น และรับคำติชมของเพื่อนๆในห้องชัดเจนเมื่อมีการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน และประเด็นต่างๆที่นำมาตั้งคำถามให้เพื่อนๆ ก็เป็นคำถามและประเด็นที่น่าสนใจ และร่วมกันช่วยตอบคำถามและทำงานในทีมไม่มีการแยกตัวออกไป

2.5 ในด้านการแก้ไขปัญหาร่วมกัน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยให้ความเห็นจากการบันทึกผ่านแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมในทำนองเดียวกันว่า การรับฟังและสนับสนุนเพื่อนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ยังไม่ค่อยชัดเจนสมาชิกในกลุ่มไม่พูดคุยกันเกี่ยวกับกิจกรรมที่คุณครูให้ทำ ผู้ช่วยวิจัยจะต้องคอยเดินกระตุ้นให้มีการเสนอความคิดของตัวเอง ส่วนการใช้ภาษาที่มีคำที่ไม่สุภาพที่ใช้แทนตัวจึงให้ผู้ช่วยวิจัยคอยตักเตือนให้ใช้คำสุภาพ เมื่อขอความร่วมมือกันในกลุ่มควรใช้คำสุภาพ ไม่ประชดประชันกัน เมื่อมีการตักเตือนในการใช้คำ กิริยาที่แสดงออกในกลุ่ม พบว่าตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนร่วมมือกันแก้ปัญหาช่วยกันตอบคำถามเมื่อเพื่อนๆต่างกลุ่มตั้งคำถามที่สงสัย ช่วยกันค้นหาคำตอบผ่านหนังสือ ผ่านระบบเครือข่าย และมีการหาหลักฐานมาสนับสนุนคำตอบช่วยกัน ส่วนเรื่องของภาษาที่ใช้ไม่พบคำหยาบ หรือคำที่ไม่สุภาพ เพราะทั้งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยช่วยกันเดินดูในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มไปด้วย

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ประเด็นคือ 1. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล 3. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ 4. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน 5. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุมีคะแนนในระยะติดตามสูงกว่าการทดสอบหลังเรียน และก่อนเรียน และ 6. ความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงปริมาณกับข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการใช้แบบแผนรองรับภายใน: รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก ซึ่งอภิปรายตามลำดับดังนี้

1. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระยะก่อนเรียน หลังเรียน และระยะติดตามแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพิ่มขึ้นคิดเป็น 54.64 % ซึ่งมีค่าสูงขึ้นสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชวาร์ส และ เกว-เกวอ (Schwarz; & Gwekwerere. 2007) ได้นำรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนเกรด 7 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนนักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงขึ้น นอกจากนี้แมกเนลล์ และ คาร์จซิค (McNeill; & Krajcik. 2007) ที่ศึกษาการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ : ลักษณะพิเศษและ

การประเมินผลของปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการจัดการเรียนการสอนของครูโดยใช้แบบปฏิบัติการจัดการเรียนการสอน 4 ประเภท คือ 1) การสร้างแบบจำลองอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 2) การสร้างข้อความ เหตุผล อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 3) การให้คำจำกัดความการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ และ 4) การเชื่อมโยงการอธิบายวิทยาศาสตร์สู่การอธิบายในชีวิตประจำวัน มีบทบาททำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่าการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสามารถในการสร้างคำอธิบายแก่นักเรียน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. ครูสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนด้วยการใช้กิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเกิดจินตนาการ เพื่อให้ง่ายต่อการระบุปัญหาและคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบของปัญหาโดยใช้ข้อเท็จจริง หรือหลักฐานที่สัมพันธ์กับคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่แปลกใหม่และส่งผลให้เกิดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบ โดยออกแบบวางแผน สืบค้นข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการระบุข้อกล่าวอ้าง จากนั้นนำข้อมูลมาจัดจำแนกประเภท วิเคราะห์ลงความเห็นและทำนายโดยให้มีความสัมพันธ์กับหลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับการทดลองและการสำรวจตรวจสอบ ทำให้นักเรียนสามารถจัดระบบความคิดของตนเองจนสามารถสร้างความรู้และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้

3. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้โดยสร้างความรู้ใหม่จากการทำกิจกรรมด้วยตนเอง สืบค้นหาแหล่งที่มาของข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และหลักฐานข้อเท็จจริงต่างๆ จากนั้นจึงสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ตลอดจนการสร้างผลงานที่หลากหลายจากการทำกิจกรรมภายใต้คำแนะนำของครู และผู้เชี่ยวชาญ การได้รับการสะท้อนกลับส่งผลให้เกิด การโต้แย้งความรู้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของเหตุการณ์ที่จะอธิบายทำให้เกิดการแก้ไขผลงาน และการทำซ้ำเพื่อพัฒนาผลงานให้ดียิ่งขึ้นและมีความเข้าใจคงทน สอดคล้องกับงานวิจัยของเบอร์แลนด์ และไรเซอร์ (Berland; & Reiser. 2009) ที่พบว่านักเรียนใช้หลักฐานในการสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ มีความสัมพันธ์ทางสังคมโดยการโต้ตอบในชั้นเรียน และออกแบบกลยุทธ์ในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายและการโต้แย้ง นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ สามารถนำเสนอแบบจำลองและอธิบายแบบจำลองในระดับสูงขึ้น เห็นว่าการสร้างความรู้ใหม่สัมพันธ์กับการสร้างแบบจำลองจึงมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

4. นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์ กับการให้เหตุผลที่ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบไปสู่ข้อสรุป ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยพบว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ยังแสดงกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนยังไม่ชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองมีความยากง่ายไม่เท่ากัน และการสร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการทำงานได้อย่างชัดเจนต้องอาศัยเวลาและมีความซับซ้อนมาก รวมทั้งยังต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้สร้างเองโดยเป็นปัญหาที่พบเช่นกันในงานวิจัยของแมกเนลล์ และคาร์จิค (McNeill; & Krajcik. 2007)

2. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลระยะติดตาม และหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพิ่มขึ้นคิดเป็น 54.64 % ซึ่งมีค่าสูงขึ้นสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของแอตและแคตาลอค (Ates; & Cataloglu. 2007) ได้ศึกษาผลกระทบของความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนต่อความเข้าใจที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด และทักษะการแก้ปัญหาในกลศาสตร์เบื้องต้น พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการสอบวัดทักษะในการแก้ปัญหาจากการวัด โดยMBI มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในกลุ่มของนักศึกษาที่เป็นผู้ใช้เหตุผลที่เน้นรูปแบบที่มีหลักฐานแน่นอน และแบบที่ยึดติดกับหลักฐานแต่ไม่มีความแตกต่างกันที่ชัดเจนในคะแนนเฉลี่ยทั้งก่อนและหลังการสอบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ซึ่งวัดโดยการบันทึกข้อมูลความเข้าใจ (FCI) ของนักศึกษาทุกกลุ่ม จากผลการวิจัยจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ซวาร์ส และ เกว-เกว (Schwarz; & Gwekwerere. 2007) ได้พัฒนาเพื่อฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะแทรกอยู่ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมทั้ง 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น คือ การที่นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่จะเรียน หรือทำความเข้าใจปัญหาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) นักเรียนจะได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลหลายด้าน เช่น การระบุข้อตกลงเบื้องต้น คือผู้เรียนสามารถวางแผนร่วมกัน การระบุประเด็นปัญหา การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผลหรือจัดกระทำข้อมูล ความสามารถในการนิรนัยคือการที่นักเรียนสามารถสรุปผลการทำกิจกรรมหรือสรุปผลจากการทดลองได้ ความสามารถในการอุปนัยคือการพิจารณาข้อมูลและสถานการณ์ต่างๆ จากการตั้งข้อสังเกตของบุคคลต่างๆ แล้วสามารถตัดสินใจว่าข้อเท็จจริงใด สนับสนุน คัดค้านหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่คาดคะเนไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) นักเรียนจะได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลด้านนิรนัย คือการที่นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและสร้างแบบจำลองร่วมกันของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แล้วสรุปผลการทดลอง หรือการที่นักเรียนศึกษาไปความรู้ แล้วนำมาสรุปเป็นความรู้เป็นแบบจำลองของนักเรียนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลด้านการตีความ ซึ่งนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์หรือคำถามต่างๆ ของครู และอาจใช้การนิรนัย การสรุปอ้างอิงการประเมินข้อโต้แย้งเพื่อใช้อธิบายสถานการณ์ อธิบายคำตอบหรือให้เหตุผลในการหาแนวทางแก้ไขปัญหา

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ EIMA เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และค้นพบความจริงต่าง ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีโอกาสดูฝึกคิด ฝึกปฏิบัติทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้นักเรียนสามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ นักเรียนไม่ได้เรียนรู้ ด้วยการท่องจำ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านการคิด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลได้ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่ชาร์ลส์ และ เกว-เกวอ (Schwarz; & Gwekwere. 2007) ปรับปรุงแก้ไขจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่าง การใช้กระบวนการคิดและทักษะต่างๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหา หรือค้นหาคำตอบ ทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

3. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง

อะตอมและตารางธาตุ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุระยะติดตาม และหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพิ่มขึ้นคิดเป็น 57.15 % ซึ่งมีค่าสูงขึ้นสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจ และทักษะต่างๆ ให้แก่นักเรียนได้ดียิ่งขึ้นที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีรูปแบบลักษณะกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติร่วมกัน ต้องเสนอความคิดเห็น และสร้างแบบจำลองขึ้นเอง ซึ่งเป็นตัวกระตุ้น ยั่วเย้า ทำทนายให้นักเรียนหาคำตอบ นักเรียนจึงสามารถทำกิจกรรมได้แบบไม่เกิดความเบื่อหน่าย การที่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกทำ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจากกระบวนการเดิมซ้ำๆ จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความจำ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยอัตโนมัติ โดยที่นักเรียนไม่จำเป็นต้องท่องจำเลย สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของไวทสกี้ (Vygotsky) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism) มีแนวความคิดสำคัญว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทางสังคมในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานและได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียน

การสอนที่เน้นถึงความสัมพันธ์ ซึ่งผลการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการศึกษาของสุรรัตน์ จุ้ยกระยาง (2553) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการสอนนี้ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างคงทน และยังสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

4. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ที่มีต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

จากผลการสังเกตพฤติกรรมจากแบบบันทึกการทำงานเป็นทีมโดยผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีแนวโน้มในการแสดงออกพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมสูงขึ้น ซึ่งสังเกตได้ชัดเจนตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 3 4 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของไวทสกอฟ (Vygotsky) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีสรคินิยม (Constructivism) มีแนวความคิดสำคัญว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทางสังคมในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานและได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นถึงความสัมพันธ์ และยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA มีภาวะความเป็นผู้นำสูงเข้ามามีบทบาทในการเป็นหัวหน้ากลุ่มที่คอยนำสมาชิกให้วางแผนและให้มีส่วนร่วมในการประสานการทำงานกลุ่ม ถึงแม้ว่าแต่ละกิจกรรมจะมีการเปลี่ยนกลุ่มระหว่างสมาชิก นักเรียนกลุ่มนี้ก็ยังคงมีการแสดงออกถึงทักษะการทำงานเป็นทีมที่ดี โดยเฉพาะทักษะการร่วมวางแผน การรักษารายการและการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของสันติชัย อนุวรชัย (2553) ที่พบว่าการทำกิจกรรมกลุ่มพบพฤติกรรมของนักเรียนหลายพฤติกรรม เช่นกล้าแสดงออก การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การวางแผนเพื่อแบ่งงานกันทำภายในกลุ่ม ยังแสดงความใจกว้าง ความเพียรพยายาม เป็นต้น

จากการสังเกตของผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยถึงบรรยากาศการทำงานร่วมกันของสมาชิกในทีมถึงการแสดงออกทางอารมณ์ในขณะที่ทำงานร่วมกัน แม้โดยรวมจะพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานโดยไม่เกิดความขัดแย้งมากนัก แต่มีบ้างครั้งที่ยังพบการแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงอารมณ์ในเชิงลบอยู่บ้าง เช่นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีการพูดคำหยาบกับเพื่อน พูดประชดประชันเพื่อนทำให้เพื่อนในทีมมีการพูดแกว่งกอลงในเรื่องอื่น แล้วก็กลับมาช่วยกันทำงานและระดมความคิดต่อไป ซึ่งเป็นการแสดงถึงการกำกับอารมณ์ของเพื่อนที่เป็นคนแก้ไขสถานการณ์โดยการควบคุมอารมณ์ไม่พอใจของตนเองไม่ให้โต้ตอบด้วยพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม และแก้ไขปัญหาด้วยการชี้แจงเหตุผลการทำงานให้กับเพื่อนๆในกลุ่ม ซึ่งทำให้เกิดการเกิดแก้ปัญหาอารมณ์ไม่พอใจของเพื่อนที่พูดประชดประชันไปด้วย และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนมีการคัดค้านความคิดของเพื่อนในทีมด้วยคำพูดไม่เหมาะสม แต่เพื่อนคนอื่นในทีมไม่ให้ความสนใจ อีกทั้งมีนักเรียนบางคน แสดงความไม่สนใจการทำงานร่วมกัน โดยนำหนังสือขึ้นมาอ่านหรือนั่งเหม่อลอย แต่จากการสังเกตพฤติกรรมหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่ามีการแสดง

พฤติกรรมเพื่อแก้ปัญหาและสร้างความร่วมมือในการทำงานร่วมกันมากกว่าและเป็นพฤติกรรมที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดการอารมณ์ที่มุ่งแก้ปัญหามากกว่าการหลีกเลี่ยงปัญหา ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวที่นักเรียนแสดงออกนั้นเป็นไปตามหลักการทำงานเป็นทีมที่ดีของยุทธร เกษสาคร (ยุทธร เกษสาคร. 2541: 165-166)

5. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุมีคะแนนในระยะติดตามสูงกว่าการทดสอบหลังเรียน และก่อนเรียน

จากผลการวิจัยพบว่าคะแนนทั้ง 3 ตัวแปรได้แก่คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุมีคะแนนในระยะติดตามสูงกว่าการทดสอบหลังเรียน และก่อนเรียน จากแบบแผนการวิจัยจะพบว่ามีช่วงเว้นระยะ 2 สัปดาห์ก่อนทำการทดสอบระยะติดตามผล จากคะแนนที่เพิ่มขึ้นของการทดสอบในระยะติดตามต้องอาศัยระยะเวลาให้นักเรียนตกผลึกทางความคิดผ่านประสบการณ์ที่พบ หรือผ่านการคิด การเรียนรู้จากสิ่งใหม่ๆ ที่พบจนสามารถนำมาปรับใช้กับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาดตนเอง (Self-development Theory) ทฤษฎีการพัฒนาดตนเองเชื่อว่ามนุษย์ย่อมมีกระบวนการพัฒนาดตนเองหลังจากที่ได้ค้นพบศักยภาพในตนเองเกิดการมุ่งมั่นที่จะพัฒนาศักยภาพความสามารถนั้นๆ เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่สร้างสรรค์ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนก็มีความสามารถในการพัฒนาดตนเองแตกต่างกันแล้วแต่ความต้องการของบุคคลที่จะพัฒนาความรู้ ความสามารถของตนจากที่เป็นอยู่ ให้มีความรู้ความสามารถที่เพิ่มขึ้น หรือสูงขึ้นให้ได้ผลตามที่นักเรียนหวังไว้ โดยความต้องการของนักเรียนแต่ละคนเป็นผลต่างระหว่างสภาพที่ควรจะเป็นกับสภาพที่เป็นอยู่จริง และเป็นความต้องการเมื่อสิ่งที่ได้รับก่อให้เกิดประโยชน์

6. ความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงปริมาณกับข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการใช้แบบแผนรองรับภายใน : รูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก

จากผลการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนจากแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันสังเกตนั้นจะเห็นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการทำกิจกรรมร่วมกันในทุกๆ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ไม่ว่าจะเป็นการสรุปข้อกล่าวอ้าง จากหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้าหรือการทำกิจกรรมพร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สำหรับความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นนักเรียนที่ทำกิจกรรมร่วมกันตลอดการจัดการเรียนรู้เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ส่งผลให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการอยู่ร่วมกัน หากมีความคิดเห็นไม่ตรงกันก็ต้องสามารถอธิบายหรือหาตัวอย่างมาเพื่อให้ยอมรับเหตุผลหรือเงื่อนไขนั้นๆ ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนจึงเกิดขึ้นผ่านกระบวนการทำงานร่วมกัน ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุนั้น

เป็นส่วนเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันทั้งการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเมื่อเพื่อจัดทำแบบจำลองตามเนื้อหาที่ได้รับมอบหมาย จึงทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าข้อมูล ได้ทดลองทำกิจกรรมร่วมกันช่วยกันตอบคำถามในเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ เป็นผลให้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และรูปแบบการทดลอง 2 ระยะวิธีการเชิงปริมาณ เป็นหลักนั้นยังทำให้ทราบถึงความสามารถในด้านต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนยังสามารถที่จะพัฒนาให้ตนเองมีคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากแบบแผนการวิจัยจะมีการเว้นระยะเวลาไว้เพื่อให้นักเรียนได้เจอปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน และต้องไม่เกินทักษะทางเชาวน์ปัญญาของผู้เรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้แก้ปัญหา หรือหาคำตอบด้วยตนเอง ความสามารถในด้านต่างๆจึงเกิดขึ้น การแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบของผู้เรียนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสติปัญญา ความรู้ ประสบการณ์ แรงจูงใจ อารมณ์ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบจะไม่มีรูปแบบหรือขั้นตอนตายตัว ผู้เรียนต้องใช้ความคิดและฝึกการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดความชำนาญ จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้ดี การพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ จะเน้นทักษะ การแสวงหาความรู้ การค้นพบ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และการเพิ่มขึ้นของคะแนนในการทดสอบทั้ง 2 ครั้งก็เป็นไปตามทฤษฎีของกลุ่มที่เน้นการพัฒนาไปตามธรรมชาติ (Natural Unfoldment) ซึ่งรุสโซมีความเชื่อว่าธรรมชาติคือแหล่งความรู้สำคัญ เด็กจะได้เรียนรู้ไปตามธรรมชาติคือ การเรียนรู้จากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ จากผลของการกระทำของตนมิใช่การเรียนรู้จากหนังสือ หรือจากการพูดบรรยาย (ทิตนา เขมมณี. 2555: 45).

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ไปใช้ควรเลือกเนื้อหาที่สามารถให้นักเรียนสร้างแบบจำลองโดยเริ่มจากเนื้อหาง่ายไปยากเพื่อให้นักเรียนได้เริ่มพัฒนาทีละขั้นตอน

1.2 ระหว่างดำเนินการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ควรให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองเป็นรายบุคคลไปด้วยนอกเหนือจากการทำกิจกรรมกลุ่ม โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แจงและแนะนำนักเรียนเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยเท่านั้น

1.3 ก่อนที่จะทำการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA ในทุกๆครั้ง ครูผู้สอนควรแจ้งข้อตกลงและยกตัวอย่างการสร้างโมเดลให้นักเรียนดู พร้อมชี้แจงปัญหาหรือข้อบกพร่องของชิ้นงานตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนทราบและหาแนวทางแก้ไข

1.4 ควรเพิ่มเวลาการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานในการคิด และกระบวนการทำงานที่แตกต่างกัน จึงต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากพอสมควรซึ่งทำให้บางครั้งเวลาในการจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงเรียนที่กำหนดไว้ไม่เพียงพอ นักเรียนอาจต้องใช้เวลานอกห้องเรียนเพื่อสร้างโมเดลให้มีความสัมพันธ์และง่ายต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ EIMA นอกจากนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นทีมได้ดีแล้ว ยังสังเกตเห็นภาวะผู้นำของนักเรียนแต่ละคนที่แสดงออกมา จึงควรศึกษาความสามารถในการเป็นผู้นำ และการกล้าแสดงออกของนักเรียน เพื่อพัฒนาศักยภาพให้นักเรียนแสดงออกได้มากที่สุด

2.2 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ EIMA นักเรียนบางส่วนมีพฤติกรรมที่น่าสนใจ ควรมีการศึกษาประเด็นต่าง ๆ ที่นักเรียนแสดงออกมา เช่นการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อจะได้นำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในทุกๆ ด้าน



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

กรกนก ทิพรส. (2545). องค์การและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอนการวัดผลประเมินผล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เกศสุตา แพรวกลาง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จกมล บุญรอด. (2557). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

จินตนา ณ ระนอง. (2545). การทำงานเป็นทีม. กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.

ณัฐพันธุ์ เขจรนันท์. (2545). การสร้างทีมงานที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.

ณัฐริณี อภิวงศ์งาม. (2554). การศึกษาวิจัยกึ่งทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เดือนใจ ทองสำริด. (2531). การทดลองใช้วิธีการจัดกิจกรรมทางกายในการสร้างมโนทัศน์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กก่อนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ทิสนา แหมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย :

ทิสนา แหมมณี. (2546, มกราคม – มีนาคม). การพัฒนากระบวนการคิด แนวทางที่หลากหลายสำหรับครู. วารสารราชบัณฑิตยสถาน. ฉบับที่ 1.

----- . (2551). ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.

- พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภเนตร ธรรมบวร. (2544). การพัฒนากระบวนการคิดในเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิทรา กิจธีระวุฒิมงษ์. (2555). วิธีการวิจัยเชิงผสมผสานสำหรับงานสาธารณสุข. *The Public Health Journal of Burapha University*. 7(2): 130.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2523). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- (2538). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- ปรีวดี สิงหาเวช. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พรณี ช. เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์.
- พรณี ชูทัย. (2522). จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วรวิมการพิมพ์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยงยุทธ เกษสาคร. (2541). ภาวะผู้นำและการจูงใจ. กรุงเทพฯ: เอส แอนด์ จี กราฟฟิค.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2555). วิธีการเชิงผสมผสานสำหรับการวิจัยและประเมิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัศมี น้อยดี. (2550). การเปรียบเทียบความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบอินเตอร์แอคทีฟกับการสอนแบบสืบเสาะ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. ถ่ายเอกสาร.
- เรวดี นามทองดี. (2554). การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยาชุมชน). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย โสสุวรรณจินดา. (2545). ความลับขององค์การ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ดีไลต์.
- ศักดิ์ชัย มุตลาต. (2554). การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เสริมเทคนิคการอภิปราย. วิทยานิพนธ์. ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). ผลการทดสอบความถนัดทั่วไป และ ความถนัดทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2559, จาก <http://www.niets.or.th/th/catalog/view/246>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- . (2546). วงจรการเรียนรู้ 5E.ออนไลน์ สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2558, จาก <https://sites.google.com/site/prapasara/f>
- . (2553). ผลการประเมิน PISA 2009 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- . (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมชาติ กิจรียง. (2540). เกมและกิจกรรมเพื่อพัฒนาคนและองค์กรคิด. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สันติชัย อนุรักษ์. (2553). ผลการเรียนรู้การสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สาโรช บัวศรี. (2531, มกราคม – ธันวาคม). การคิด. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 8: 9 – 11.
- สุภาพร บุญหนัก. (2544). การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหา เรื่องความเท่ากันทุกประการเพื่อส่งเสริมความสามารถในกาคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2544). ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรรัตน์ จัยกระยาง. (2553). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์. ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อนงค์รัตน์ แก้วบำรุง. (2554). ผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์เรื่องงานและพลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อุทุมพร จามรมาน. (2541, มีนาคม). โมเดล (Model). วารสารวิชาการ. 1(3): 23-35.

- Ebrahim,A. (2010).The Effect of Cooperative Learning Strategieson Elementary Students'Science Achiecemrnt and Social Skills in Kuwait. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 10: 293-314.
- Ali, M. S.; & Awan, A. S. (2013). *Attitude Towards Science and its Relationship with Student's Achievement.in.Science*.Retrieved Desember 12, 2015, from <http://journal-archieves28.webs.com/707-718.pdf>
- Ates, S.; & Cataloglu, E. (2007). *The Effects of Students'Reasoning Abilities on Conceptual*.Boston: McGraw-Hill.
- Bloom, Benjamin S. (1965). *Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Bybee. (2004). *Science Inquiry and Scientific Teaching*. Scientific Inquiry and Nature of Science: Implication for Teaching, Learning, and Teacher Education: 4.
- . (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. A Report Prepared for The Office of Science Education National Institute of Health.
- Mayer,D ; & Sodian,B. (2014). *Scientific Reasoning in Elementary School Children: Assessment and Relations with Cognitive Abilities*. Learning and Instruction. 29: 43-55.
- Gagne, Robert M.; & Briggs, L.J. (1974). *Principles of Instructional Design*. New York: Holt,Rinehart and Winston.
- Guiford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Gullford, J.P.; & Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Julian C. Stanley; & Kenneth D. Hopkins. (1972). *Educational and Psychological Measurement and Evaluation*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall,
- Krajcik, J. S. (1999). *Teaching Childen Science: a Project-Based Approach*. Boston: McGraw-Hill.
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*. Thousand Oaks, Calif: Corwin fress. 31.
- McNeill, K. L.; & Krajcik, J. S. (2006, April). Supporting Students' Construction of Scientific Explanation Through Generic Versus Context-Specific Written Scaffolds. *The American Educational Research Association*. 2.
- . (2007). Science Explanation: Characterizing and Evaluating The Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. *Research In Science Teaching*. 45: 53-78.
- . (2010). Importance of Supporting Students in scientific Explanation.

Retrieved December. 3-4.

Moji, B. E.; et al. (2004). Explaining Explanation: Developing Scientific Literacy in Middle School Project – Based Science. Retrieved September 30, 2015 from

<http://www.personal.umich.edu/~moje/pdf/Book/ExplainingExplanations.pdf>.

Piaget, J.; & Inhelder, B. (1969). *The Psychology of the Child Translated by Helen Weaver*. New York: Basic Book.

R. Burke Johnson, Anthony J. Onwuegbuzie; & Lisa A. Turner. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*. 113.

Rowan, Thomas E.; & Lorna, J. Morrow. (1993). *Implementing the K – 8 Curriculum and Evaluation Standards Readings from The Arithmetic Teacher*. Reston Virginia: National Council of Teachers of Teachers of Mathematics. 16.

Ruiz-Primo. (2008). *Testing One Premise of Scientific Inquiry in Science Classrooms : A Study That Examines Students Scientific Explanations*. Research Report Graduate School of Education & Information Sciences University of California, Los Angeles. 2

Sampson, V.; & Clark, D. V. (2009). *The Impact of Collaboration on The Outcomes of Scientific Argumentation*. *Science Education* 93: 448-484.

Sandoval, W. A.; & Millwood, K. A. (2005). *The Quality of Students Use of Evidence in Written Scientific Explanation*. *Cognition and Instruction* 23, 1: 23-55.

Schuring, D.J. (1977). *Scale Models in Engineering: Fundamentals and Application*. Oxford: Pergamon Press. 3.

Schwarz; & Gwekwerere. (2007). Using a Guided Inquiry and Modeling Instructional Framework (EIMA) to Support Preservice K-8 Science Teaching. *Science Education*. 19:158-187.

Schwarz, C.; et al. (2009). Meta-Modeling Knowledge: Developing Students Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*. 23(2): 165-205.

Sund, Robert B. (1976). *Piaget for Education : A Multimedia Program*. Editors Ohio Charles Teaching. 45: 53-78.

Wittwer, J.; & Renkl, A. (2008). Why Instructional Explanations Often Do Not Work: A Framework for Understanding The Effectiveness of Instructional Explanation. *Educational Psychologist*. 43(1): 50.

Thorndike, R. L. (1990). Would the real factors of the Stanford-Binet Fourth Edition Please Come Forward?. *Journal of Psychoeducational Assessment*. 8, 412-435.





1. แบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ
 - 3.1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอะตอมและตารางธาตุ
 - 3.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ
4. แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม
 - 4.1 ค่าสหสัมพันธ์
5. ผลคะแนนความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
6. ผลคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
7. ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

ตาราง 18 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r
1	.48	.50
2	.41	.45
3	.45	.38
4	.40	.31
5	.37	.20

จากแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.37-0.48 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.50 และได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ = 0.83

ตาราง 19 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.33	.67	11	.59	.63
2	.42	.50	12	.49	.50
3	.25	.50	13	.62	.24
4	.58	.27	14	.48	.50
5	.41	.60	15	.64	.51
6	.42	.33	16	.34	.33
7	.42	.64	17	.24	.26
8	.28	.51	18	.50	.34
9	.33	.63	19	.61	.57
10	.25	.27	20	.42	.61

จากแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.23-0.64 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24-0.64 และได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลทั้งฉบับ = 0.83

ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.59	.27	11	.53	.31
2	.58	.33	12	.65	.35
3	.50	.33	13	.53	.26
4	.50	.31	14	.59	.31
5	.48	.40	15	.60	.26
6	.58	.25	16	.63	.40
7	.67	.36	17	.52	.32
8	.59	.21	18	.51	.29
9	.66	.34	19	.70	.20
10	.64	.28	20	.50	.36

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.48-0.70 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.40 และได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุทั้งฉบับ = 0.89

ตาราง 21 ค่าสหสัมพันธ์ของแบบสังเกตการทำงานเป็นทีมระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัยแต่ละคน

ค่าสหสัมพันธ์	
1. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ 1	0.67
2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ 2	0.72
3. ผู้ช่วยวิจัยที่ 1 และผู้ช่วยวิจัยที่ 2	0.69

จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยกับผู้ช่วยวิจัยแต่ละท่าน มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.67-0.72 แสดงว่าการสังเกตการทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยแต่ละคนมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง

ตาราง 22 ผลคะแนนความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน หลังเรียนและระยะติดตาม

เลขที่ นักเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ระยะ ติดตาม	เลขที่ นักเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ระยะ ติดตาม
1	6	16	21	22	11	20	23
2	10	17	24	23	10	22	25
3	10	17	23	24	10	19	24
4	12	22	26	25	8	15	20
5	9	21	24	26	13	18	21
6	11	18	21	27	15	21	21
7	14	19	22	28	11	19	24
8	9	21	25	29	12	20	20
9	13	20	22	30	10	20	22
10	12	19	23	31	16	22	25
11	11	20	21	32	12	18	21
12	12	22	24	33	6	15	20
13	11	24	26	34	7	18	21
14	13	20	25	35	8	17	21
15	13	21	25	36	12	20	25
16	15	23	25	37	14	23	26
17	15	22	24	38	10	23	24
18	12	21	25	39	9	20	25
19	7	17	23	40	11	20	24
20	8	16	20	41	8	21	23
21	9	19	21	Mean	10.85	19.65	23.04
				SD	2.51	2.25	1.90

ตาราง 23 ผลคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนก่อนเรียน หลังเรียนและ
ระยะติดตาม

เลขที่ นักเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ระยะ ติดตาม	เลขที่ นักเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ระยะ ติดตาม
1	7	14	15	22	9	12	14
2	8	14	14	23	7	13	15
3	9	12	14	24	6	11	13
4	9	14	17	25	11	14	14
5	8	15	17	26	8	11	13
6	10	13	13	27	6	10	14
7	11	14	14	28	10	12	15
8	11	15	17	29	9	14	15
9	9	15	17	30	5	13	13
10	7	11	12	31	12	15	16
11	12	15	15	32	8	12	15
12	11	14	14	33	11	16	16
13	10	16	17	34	12	14	14
14	8	12	15	35	11	15	17
15	7	14	16	36	7	15	17
16	11	15	17	37	12	15	16
17	10	12	15	38	10	14	14
18	10	14	16	39	9	13	16
19	9	15	15	40	6	10	14
20	7	11	13	41	8	13	15
21	7	10	15	Mean	8.97	13.34	14.97
				SD	1.91	1.68	1.38

ตาราง 24 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุของนักเรียนก่อนเรียน
หลังเรียนและระยะติดตาม

เลขที่ นักเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ระยะ ติดตาม	เลขที่ นักเรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ระยะ ติดตาม
1	5	10	13	22	8	16	17
2	8	12	14	23	4	11	16
3	5	11	14	24	4	10	12
4	7	13	14	25	5	10	13
5	6	12	14	26	4	10	13
6	6	12	11	27	5	12	14
7	6	10	12	28	7	14	14
8	5	13	16	29	5	11	15
9	4	10	12	30	7	13	15
10	5	11	11	31	8	16	17
11	4	10	10	32	4	10	12
12	4	12	13	33	5	15	15
13	6	13	13	34	5	14	14
14	7	13	15	35	6	13	13
15	7	14	14	36	7	12	14
16	8	13	16	37	8	15	16
17	3	10	13	38	4	12	12
18	6	14	16	39	6	11	11
19	6	13	14	40	5	12	13
20	3	11	16	41	6	13	15
21	3	10	14	Mean	5.53	12.12	13.80
				SD	1.46	1.73	1.70

ภาคผนวก ข

1. ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
2. ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล
3. ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ
4. ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม
5. ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 25 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่					รวม	IOC	สรุป
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 1 ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสังเกตภาพถั่วลิสงเตา แต่งกวากะหล่ำปลีและหัวไชเท้า พร้อมทั้งระบุว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ข้อมูลว่า ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์มีเมล็ด	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2 หินกลางทะเลทราย นักเรียนสังเกตภาพหินที่อยู่กลางทะเลทราย ซึ่งมีส่วนฐานล่างที่คอดเล็กกว่าส่วนบนอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้หินมีรูปร่างเช่นนั้น	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3 ชากเหบนหัวของเด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัด นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการค้นพบเหบนหัวของเด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัดให้ใช้ข้อมูลนี้เพื่อเลือกว่าตนเองสามารถลงข้อสรุปใดต่อไปนี้ได้บ้าง (ก) การกำจัดเหบนหัวได้ยาก (ข) เหบนหัวใช้ชีวิตบนหัวเด็ก (ค) เหบนหัวอยู่กับคนมานานแล้ว (ง) เด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัดไม่ค่อยสะอาด	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองหนึ่ง ซึ่งเป็นการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นักเรียนต้องประเมินและให้เหตุผลว่าผู้ทดลองสามารถลงข้อสรุปว่า “ผงสังกะสีเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าแผ่นสังกะสีขนาดใหญ่” ได้หรือไม่	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 25 (ต่อ)

สถานการณ์ที่ประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่					รวม	IOC	สรุป
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ที่ 5 การให้และการรับเลือด ถ้ากำหนดให้ สมศักดิ์และสมปอง มีหมู่เลือด A สมบัติและสมพร มีหมู่เลือด B สมใจ มีหมู่เลือด AB สมหญิง มีหมู่เลือด O หากสมศักดิ์ได้รับอุบัติเหตุจนทำให้ร่างกาย สูญเสียเลือดมาก สมศักดิ์สามารถรับเลือดจากใครได้บ้าง เพราะเหตุใด								
	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 26 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่					รวม	IOC	สรุป
		1	2	3	4	5			
1	การระบุประเด็นปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	ความสามารถในการอุปนัย	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4	ความสามารถในการนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	การระบุข้อตกลงเบื้องต้น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	การระบุประเด็นปัญหา	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
7	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
8	ความสามารถในการอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	ความสามารถในการนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	การระบุประเด็นปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	การระบุข้อตกลงเบื้องต้น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13	การระบุประเด็นปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	ความสามารถในการอุปนัย	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
16	ความสามารถในการนิรนัย	+1	+1	+1	+1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	การระบุข้อตกลงเบื้องต้น	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
18	การระบุประเด็นปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
20	ความสามารถในการอุปนัย	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้

ตาราง 27 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและ
ตารางธาตุ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่					รวม	IOC	สรุป
		1	2	3	4	5			
1	ด้านความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	ด้านความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	ด้านการนำไปใช้	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
4	ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
5	ด้านความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6	ด้านความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	ด้านความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
8	ด้านความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	ด้านการนำไปใช้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
10	ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
11	ด้านความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
12	ด้านความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
13	ด้านความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	ด้านความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	ด้านการนำไปใช้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
16	ด้านการนำไปใช้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
17	ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	-1	+1	4	0.80	ใช้ได้
18	ด้านความรู้ความจำ	+1	+1	+1	-1	+1	4	0.80	ใช้ได้
19	ด้านความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	ด้านการนำไปใช้	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 28 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแบบสังเกตการทำงานเป็นทีม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่					รวม	IOC	สรุป
		1	2	3	4	5			
1	การร่วมกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และ แบ่งหน้าที่กันทำงาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	1.1 วางแผนและปรึกษากันในทีม								
	1.2 กำหนดแบ่งหน้าที่ของสมาชิกใน ทีม	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
2	การตระหนักในบทบาทหน้าที่ของ ตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	1.1 มีการคิดระดมสมองในทีม								
	1.2 ทำตามหน้าที่ร่วมกันในทีม	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3	การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี พึ่งพาอาศัยและ ช่วยเหลือกัน								
	1.1 ช่วยอำนวยความสะดวกซึ่งกันและ กันในทีม	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1.2 อาสาช่วยกันทำหน้าที่ในทีม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	การรักษาบรรยากาศในการทำงาน และ ปรับตัวหากัน	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	1.1 ช่วยกันทำงานในทีม								
	1.2 อยู่ร่วมกันในทีม ไม่แยกตัวออกไป	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
5	การสื่อสารแบบเปิด มีการปรึกษา และ แก้ไขปัญหาร่วมกัน								
	1.1 ช่วยกันเสนอความคิดเห็น ร่วมกัน รับฟังและสนับสนุนเพื่อน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	1.2 แสดงออกด้วยกิริยา ท่าทาง เหมาะสม และร่วมกันแก้ปัญหา ภายในทีม	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 29 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้

ช่วงคะแนน

คะแนนระหว่าง 1 – 5 คะแนน

คะแนนระหว่าง 6 – 10 คะแนน

คะแนนระหว่าง 11-15 คะแนน

คะแนนระหว่าง 16-20 คะแนน

คะแนนระหว่าง 21 – 25 คะแนน

ระดับความเหมาะสม

มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

มีความเหมาะสมน้อย

มีความเหมาะสมปานกลาง

มีความเหมาะสมมาก

มีความเหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่					รวม	ความ เหมาะสม	สรุป
	1	2	3	4	5			
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.1 การกำหนดองค์ประกอบของ แผนการจัดการเรียนรู้ครบตามรูปแบบแผนการ จัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
1.2 แผนการจัดการเรียนรู้มีการจัดลำดับ ขั้นตอนอย่างเป็นระบบ	5	5	4	3	4	21	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4	5	23	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	เหมาะสม มาก	ใช้ได้
2.3 ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้าน พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	4	4	4	4	5	21	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
3. เนื้อหา/สาระ								
3.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4	4	22	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
3.2 ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้าน พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	4	5	4	4	4	21	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้								
4.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมเหมาะสมกับ เวลา	4	4	4	4	5	21	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
4.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีความ ชัดเจน	4	4	4	4	5	21	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้

ตาราง 29 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่					รวม	ความ เหมาะสม	สรุป
	1	2	3	4	5			
5. สื่อการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
5.2 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	4	4	4	21	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	3	5	22	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4	4	22	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้
6.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	4	4	5	22	เหมาะสม มากที่สุด	ใช้ได้

ภาคผนวก ค
เครื่องมือในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ
4. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีม
5. แผนการจัดการเรียนรู้

แบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดย
สร้าง
ขึ้นมาจากสถานการณ์
2. แบบวัดนี้สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทั้งหมด 5 สถานการณ์ดังนี้
 - 2.1 สถานการณ์ที่ 1 : “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์”
 - 2.2 สถานการณ์ที่ 2 : “หินกลางทะเลทราย”
 - 2.3 สถานการณ์ที่ 3 : “ซากเหาบนหัวของมัมมี่อียิปต์โบราณ”
 - 2.4 สถานการณ์ที่ 4 : “การหลอมเหลวของเนยแข็งและช็อคโกแลต”
 - 2.5 สถานการณ์ที่ 5 : “การให้และการรับเลือด”
3. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์โดยเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี
องค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2) หลักฐาน (Evidence) และ 3) การให้เหตุผล
(Reasoning)
4. แบบวัดฉบับนี้ มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน สถานการณ์ละ 6 คะแนน มีจำนวน 5 ข้อ
เวลาใน
การวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 30 นาที

คะแนน

ต่ำกว่า 10 คะแนน

11 – 19 คะแนน

20 ขึ้นไป คะแนน

ระดับคุณภาพ

ระดับต้องปรับปรุง

ระดับพอใช้

ระดับดี

5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในข้อสอบทุกหน้า

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	6	
2	6	
3	6	
4	6	
5	6	
รวม	30	

ระดับความสามารถ
การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบ ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ เชื่อมโยงกับคำถาม ได้ถูกต้อง กระชับ และชัดเจน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ เชื่อมโยงกับคำถาม ได้ถูกต้อง แต่ไม่ กระชับและชัดเจน	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง หรือระบุข้อกล่าว อ้างไม่ถูกต้อง
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ระบุหลักฐานเชิง ประจักษ์ที่สนับสนุน ข้อ ก ล่า ว อ้าง ได้ ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุหลักฐานเชิง ประจักษ์ที่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่ ครบถ้วน	ไม่ระบุหลักฐานเชิง ประจักษ์
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความ เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าว อ้างกับหลักฐาน	เขียนข้อความแสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้าง กับหลักฐานโดยใช้ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ได้ ถูกต้อง และครบถ้วน	เขียนข้อความแสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้าง กับหลักฐานโดยใช้ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ได้ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน	ไม่เขียนข้อความ แสดง ความ เชื่อมโยงระหว่างข้อ กล่าวอ้างกับ หลักฐานโดยใช้ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ได้ไม่ ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	6	
2	6	
3	6	
4	6	
5	6	
รวม	30	

ระดับความสามารถ
การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

- แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทั้งหมด 5 สถานการณ์ดังนี้
 - สถานการณ์ที่ 1 : “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์”
 - สถานการณ์ที่ 2 : “หินกลางทะเลทราย”
 - สถานการณ์ที่ 3 : “ซากเหบบนหัวของเด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัด”
 - สถานการณ์ที่ 4 : “การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก”
 - สถานการณ์ที่ 5 : “การให้และการรับเลือด”
- แบบทดสอบนี้เป็นแบบเขียนตอบประกอบด้วยข้อสอบทั้งหมด 5 ข้อกำหนดเวลาในการทำข้อสอบ 30 นาทีนักเรียนจะต้องเขียนอธิบายสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดให้ จะต้องมีการประกอบ 3 ส่วน ได้แก่
 - ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น
 - หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่ได้ระหว่างการหาคำตอบอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลคุณภาพก็ได้
 - การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นการสนับสนุนข้อสรุปของคำตอบที่ต้องการค้นหา
- ให้นักเรียนใช้ปากกาสีน้ำเงินเขียนตอบลงในช่องว่างที่กำหนดเท่านั้น

4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่และชั้น ให้ชัดเจนครบทุกหน้า และกรุณาตรวจสอบให้

เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คะแนน	ระดับคุณภาพ
ต่ำกว่า 10 คะแนน	ระดับต้องปรับปรุง
11 – 19 คะแนน	ระดับพอใช้
20 ขึ้นไป คะแนน	ระดับดี

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้อง กระชับ และชัดเจน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่เชื่อมโยงกับคำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่กระชับ และชัดเจน	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้างหรือระบุข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน	เขียนข้อความแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และครบถ้วน	เขียนข้อความแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่เขียนข้อความแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

1. สถานการณ์ที่ 1 : “ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์”

นักเรียนสังเกตภาพถั่วลันเตา แตงกวา กะหล่ำปลีและหัวไชเท้า พร้อมทั้งระบุว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ข้อมูลว่า ผลไม้ในทางวิทยาศาสตร์มีเมล็ด



ถั่วลันเตา



แตงกวา



กะหล่ำปลี



หัวไชเท้า

.....

.....

.....

.....

.....

2. สถานการณ์ที่ 2 : “หินกลางทะเลทราย”



นักเรียนสังเกตภาพหินที่อยู่กลางทะเลทราย ซึ่งมีส่วนฐานล่างที่คอดเล็กกว่าส่วนบน
อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้หินมีรูปร่างเช่นนั้น

.....

.....

.....

3. สถานการณ์ที่ 3 : “ซากเหบบนหัวของเด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัด”

นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการค้นพบเหบบนหัวของเด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัดให้ใช้ข้อมูลนี้เพื่อเลือกว่าตนเองสามารถลงข้อสรุปได้ต่อไปนี้บ้าง

- (ก) การกำจัดเห็บเป็นไปไต่ยาก
- (ข) เห็บชอบใช้ชีวิตบนหัวเด็ก
- (ค) เห็บอยู่ร่วมกับคนมานานแล้ว
- (ง) เด็กศูนย์เด็กเล็กในชุมชนแออัดไม่ค่อยสะอาด

4. สถานการณ์ที่ 4 : “การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก”

นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองหนึ่ง ซึ่งเป็นการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก นักเรียนต้องประเมินและให้เหตุผลว่าผู้ทดลองสามารถลงข้อสรุปว่า “ผงสังกะสีเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่าแผ่นสังกะสีขนาดใหญ่” ได้หรือไม่

5. สถานการณ์ที่ 5 : “การให้และการรับเลือด”

ถ้ากำหนดให้

สมศักดิ์และสมปอง	มีหมู่เลือด A
สมบัติและสมพร	มีหมู่เลือด B
สมใจ	มีหมู่เลือด AB
สมหญิง	มีหมู่เลือด O

หากสมศักดิ์ได้รับอุบัติเหตุจนทำให้ร่างกายสูญเสียเลือดมาก สมศักดิ์สามารถรับเลือดจากใครได้บ้าง เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

2. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ โดยแบบทดสอบฉบับนี้วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 5 ด้าน ได้แก่

2.1 ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา (4 ข้อ)

2.2 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

และการสังเกต (4 ข้อ)

2.3 ความสามารถในการอุปนัย (4 ข้อ)

2.4 ความสามารถในการนิรนัย (4 ข้อ)

2.5 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (4 ข้อ)

3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลมีจำนวน 20 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

ให้นักเรียนอ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-5

พื้นที่ทางภาคเหนือตอนบนในช่วงฤดูแล้งพื้นที่ป่าจะถูกไฟไหม้กินพื้นที่หลายตารางกิโลเมตร ส่งผลกระทบให้พื้นที่ป่าหายไปเป็นจำนวนมาก สัตว์ป่าหายากสูญพันธุ์และลดน้อยลงไปทุกปี การป้องกัน คือการทำแนวกันไฟ การรณรงค์ให้ชาวบ้านไม่จุดไฟเพื่อล่าสัตว์ พื้นที่เสี่ยงต่อภัยแล้งจะเป็นพื้นที่ประสบปัญหาไฟป่าอย่างรุนแรง ดังนั้นข้อสรุปในตรงนี้คือ ไฟป่ากับภัยแล้งมาด้วยกันแบบเกาะติด

1. จากบทความ ปัญหาคืออะไร

ก. สัตว์ป่าสูญพันธุ์	ข. พื้นที่ป่าโดนทำลาย
ค. ชาวบ้านทำลายป่าไม้	ง. เกิดไฟป่าทางภาคเหนือ
2. ข้อมูลใดไม่เกี่ยวข้องกับบทความ

ก. ไฟป่าเกิดขึ้นที่จังหวัดเชียงใหม่	ข. ไฟป่าเกิดจากชาวบ้านจุดขึ้น
ค. ไฟป่าป้องกันได้โดยชุดแนวกันไฟ	ง. ไฟป่าทำให้สูญเสียทรัพยากร
3. “ไฟป่ากับภัยแล้งมาด้วยกันแบบเกาะติด” จากข้อสรุปมีหลักการอะไรที่ทำให้เป็นจริง

ก. มีใบไม้เป็นเชื้อเพลิงอย่างดี	ข. มีลมพัดทำให้ไฟลุกลามเร็ว
ค. ฤดูแล้งอากาศแห้งจะทำให้ไฟติดดี	ง. เกิดการเสียดสีของกิ่งไม้ทำให้ไฟติด
4. เมื่อเกิดไฟไหม้ป่านักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ใดจะเกิดเป็นอันดับต่อไป

ก. หน้ดินถูกทำลาย	ข. ฝนไม่ตกตามฤดูกาล
ค. สัตว์ป่าหายากสูญพันธุ์	ง. พื้นที่ป่าไม่อุดมสมบูรณ์
5. สิ่งใดส่งผลกระทบโดยตรงทำให้พื้นที่ป่าหายไปจำนวนมาก

ก. การตัดไม้ทำลายป่า	ข. การทำไร่เลื่อนลอย
ค. ไฟป่าและความแห้งแล้ง	ง. การเพิ่มจำนวนของประชากร

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 6-9

อ้น อ้น และอุ๋ เดินทางเที่ยวป่า อ้นรู้สึกหิวน้ำ เขาพบผลไม้ชนิดหนึ่ง อ้นพูดว่า “ในวิชาลูกเสือการดำรงชีวิตในป่า ครูสอนว่าผลไม้บางชนิดสามารถกินแทนน้ำได้” อ้น “ถ้าอย่างนั้นผลไม้ชนิดนี้กินแทนน้ำได้” อุ๋ “เรายังสรุปไม่ได้หรอกว่าผลไม้ชนิดนี้สามารถกินได้ เราควรนำไปถามครูก่อน”

6. จากสถานการณ์ปัญหาคืออะไร

ก. อ้น อ้น และอุ๋ หิวน้ำ	ข. อ้น อ้น และอุ๋ หลงป่า
ค. อ้น อ้น และอุ๋ พบผลไม้ชนิดหนึ่ง	
ง. อ้น อ้น และอุ๋ ไม่แน่ใจผลไม้กินแทนน้ำได้	

ให้นักเรียนอ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13-17

เครื่องดื่มประเภทชาเขียวที่กำลังเป็นที่นิยมดื่ม คนทั่วไปเชื่อกันว่ามีสรรพคุณเป็นเครื่องดื่มเสริมสุขภาพ แต่เวลานี้มีปัญหาเรื่องอัตราส่วนของคาเฟอีนซึ่งเป็นสารเสพติดอย่างหนึ่งที่ผสมอยู่ด้วย ถ้าดื่มมากๆ คงไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพ จะมีผลกระทบต่อระบบประสาท

13. จากบทความปัญหาคืออะไร

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| ก. ชาเขียวเป็นสารเสพติด | ข. ชาเขียวมีส่วนผสมของสารเสพติด |
| ค. ดื่มชาเขียวไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพ | ง. ชาเขียวทำลายระบบประสาท |

14. เหตุผลใดทำให้ข้อความ “ดื่มชาเขียวมากๆ คงไม่ดีต่อสุขภาพ” น่าเชื่อถือ

- | | |
|--|--|
| ก. คาเฟอีนมีฤทธิ์หลอนประสาท | ข. ชาเขียวมีคาเฟอีนผสมอยู่จำนวนมาก |
| ค. อัตราส่วนคาเฟอีนมากมีผลกระทบต่อระบบประสาท | ง. ดื่มชาเขียวมากๆ ระบบประสาทเสื่อมได้ |

15. หลักการใดทำให้ชาเขียวเป็นเครื่องดื่มที่เป็นที่นิยม

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| ก. มีคาเฟอีนผสมไม่มาก | ข. มีสารอาหารและวิตามิน |
| ค. ช่วยกระตุ้นระบบประสาท | ง. เชื่อว่าเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ |

16. “ปริยานัตถ์ดื่มชาเขียวเป็นประจำ” นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นลำดับต่อไป

- | | |
|--------------------|-------------------------------|
| ก. หัวใจสั่น | ข. เป็นโรคเกี่ยวกับระบบประสาท |
| ค. ตื่นตัวตลอดเวลา | ง. นอนไม่หลับ |

17. เงื่อนไขใดเกี่ยวข้องกับปัญหาการดื่มชาเขียว

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| ก. สารผสมในชาเขียว | ข. อัตราส่วนของชาเขียว |
| ค. ระยะเวลาในการดื่มชาเขียว | ง. สารเสพติดที่ผสมอยู่ในชาเขียว |

ให้นักเรียนอ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 18-20

บางคนประจำเดือนมาที่ไรต้องหลีกเลี่ยงการกินน้ำแข็ง หรือของเย็นทุกทีนั้น เป็นเพราะความเชื่อที่มีมาแต่เดิม แต่ในความเป็นจริงแล้วเราสามารถรับประทานน้ำแข็งหรือของเย็นได้ตามปกติในปริมาณที่ไม่มากเกินไปลดการดื่มลงทีละน้อยจนเลิกได้ในที่สุด

18. ปัญหาที่สำคัญจากสถานการณ์คืออะไร

- | |
|--|
| ก. การกินของเย็นกับการมีประจำเดือน |
| ข. กินของเย็นส่งผลต่อการมีประจำเดือน |
| ค. การห้ามกินของเย็นในช่วงมีประจำเดือน |
| ง. ความชอบเกี่ยวกับการรับประทานของเย็นในช่วงมีประจำเดือน |

19. ข้อความใดไม่เกี่ยวข้องกับบทความ
- ก. การรักษาสุขภาพตอนมีประจำเดือน
 - ข. การเลิกดื่มน้ำเย็นช่วงมีประจำเดือน
 - ค. การรับประทานของเย็นในช่วงประจำเดือน
 - ง. การเลือกรับประทานอาหารในช่วงมีประจำเดือน
20. “ห้ามกินน้ำแข็งหรือของเย็น” หลักการใดทำให้ข้อความนี้เป็นจริง
- ก. ของเย็นทำให้เลือดแข็งตัว
 - ข. ของเย็นทำให้เจ็บบริเวณท้อง
 - ค. ของเย็นทำให้เลือดไหลเวียนได้ไม่ดี
 - ง. ของเย็นทำให้การไหลเวียนเลือดสะดุด



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอะตอมและตารางธาตุ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนหน่วยที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งประกอบด้วยเรื่องที่เรียน 5 เรื่อง คือ
 - 2.1 อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม
 - 2.2 สัญลักษณ์ธาตุและไอโซโทป
 - 2.3 มวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม
 - 2.4 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน
 - 2.5 ตารางธาตุและสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ
3. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ โดยแบบทดสอบฉบับนี้วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ และ 4) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ มีจำนวน 20 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที คะแนนเต็ม 20 คะแนน

1. อะตอมประกอบไปด้วยโปรตอนและอิเล็กตรอนในจำนวนที่เท่าๆกัน คือแบบจำลองอะตอมของใคร

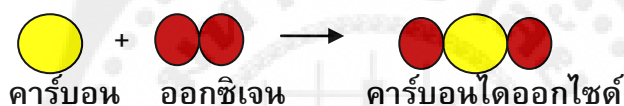
- ก. ดอลตัน
- ข. ทอมสัน
- ค. รัทเทอร์ฟอร์ด
- ง. โบร์

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

- ก. โปรตอนและอิเล็กตรอนรวมกันเป็นนิวเคลียสของอะตอม
- ข. นิวเคลียสมีขนาดเล็กมากและมีมวลมาก ภายในประกอบด้วยอนุภาคโปรตอน
- ค. นิวเคลียสเป็นกลางทางไฟฟ้าเพราะประจุของโปรตอนกับของอิเล็กตรอนเท่ากัน
- ง. อะตอมของธาตุประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและอิเล็กตรอนกระจายอยู่ภายใน

ด้วยจำนวนเท่ากัน

3. จากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นดังนี้



จะใช้ทฤษฎีอะตอมของดอลตันอธิบายได้อย่างไร

- ก. สารประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุด เรียกว่าอะตอม
- ข. สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุชนิดเดียวกัน
- ค. ผลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาและหลังปฏิกิริยาย่อมเท่ากัน
- ง. อัตราส่วนของธาตุที่นำมารวมกันจะมีคุณสมบัติเป็นแก๊สเสมอ

4. การสังเกตของรัทเทอร์ฟอร์ดในการยิงอนุภาคแอลฟาทำให้เกิดสิ่งใดเป็นอันดับแรก

- ก. สมมติฐาน
- ข. การทดลอง
- ค. ปัญหา
- ง. กฎ

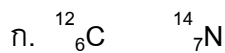
5. ข้อใดคือไอโซโทปของไฮโดรเจน

- ก. โปรเทียม , ดิวทีเรียม , ไตรเทียม
- ข. โปรเทียม , ดิวทีเรียม , ทรีเทียม
- ค. โปรเทียม , ดิวเรียม , ไตรเทียม
- ง. ดิวทีเรียม , ทรีเทียม , ไทเทเนียม

6. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. จำนวนโปรตอนเรียกว่าเลขอะตอม
- ข. ผลรวมของโปรตอนและนิวตรอนเรียกว่าเลขมวล
- ค. อะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีเลขมวลเท่ากันได้เรียกว่า ไอโซโทป
- ง. อะตอมของธาตุชนิดหนึ่งจะมีโปรตอนเฉพาะตัวไม่ซ้ำกับธาตุอื่น ๆ

7. ข้อใดเป็นไอโซโทปกัน



8. จาก $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ ข้อใดถูกต้อง

ก. $p = 10$, $n = 12$, $e = 12$

ข. $p = 12$, $n = 12$, $e = 12$

ค. $p = 12$, $n = 12$, $e = 10$

ง. $p = 10$, $n = 10$, $e = 12$

9. ถ้าไอโซโทปของธาตุชนิดหนึ่งมีประจุในนิวเคลียสเป็น 2 เท่าของประจุในนิวเคลียสของ ^{12}C และมีเลขมวลเป็น 1.5 เท่าของ ^{12}C ไอโซโทปนี้จะมีจำนวนอนุภาคมูลฐานอย่างละกี่อนุภาค

ก. 12 อิเล็กตรอน 12 โปรตอน 18 นิวตรอน

ข. 6 อิเล็กตรอน 12 โปรตอน 6 นิวตรอน

ค. 12 อิเล็กตรอน 12 โปรตอน 6 นิวตรอน

ง. 6 อิเล็กตรอน 12 โปรตอน 18 นิวตรอน

10. ฟอสฟอรัสมีมวลโมเลกุล 134 และมวลอะตอมเท่ากับ 31 ถ้าต้องการทราบว่ามีฟอสฟอรัส 1 โมเลกุลประกอบด้วยกี่อะตอมจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้าง

ก. ทักษะการวัด

ข. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล

ค. การพยากรณ์

ง. การคำนวณ

11. จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 3 มีเต็มชั้นได้กี่ตัว

ก. 18 ตัว

ข. 8 ตัว

ค. 16 ตัว

ง. 32 ตัว

12. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถึงธาตุคลอรีน โบรมีน และไอโอดีนได้ถูกต้อง

ก. มีอะตอมเดียวในโมเลกุล

ข. มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 อนุภาค

ค. มีสถานะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิและความดันห้อง

ง. อยู่ในหมู่ เดียวกันในตารางธาตุ

13. ข้อใดกล่าวถึงหมู่ของธาตุในตารางธาตุได้ถูกต้อง

ก. มีธาตุต่างๆ ที่เกิดปฏิกิริยาเคมีเหมือนกัน

ข. แก้วของธาตุในแนวตั้ง

ค. มีธาตุต่างๆ ที่มีสถานะเหมือนกันที่อุณหภูมิห้อง

ง. มีธาตุต่างๆ ที่มีจำนวนระดับพลังงานเท่ากัน

14. ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 2 และมีเลขอะตอม 38 มีการจัดอิเล็กตรอนของธาตุน่าจะ

ก. 2 8 18 8 2

ข. 2 8 8 18 2

ค. 2 2 18 8 8

ง. 2 18 8 8 2

- [illegible]

แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม

คำชี้แจง

1. แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม เป็นแบบสังเกตที่ให้นักศึกษาค้นคว้าโดยการ
ทำงานเป็นทีม ดูทักษะการทำงานโดยรวม และการแสดงออกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานเป็นทีม

2. แบบสังเกตนี้สร้างขึ้นเพื่อสังเกตการทำงานเป็นทีม และพฤติกรรมในแต่ละทักษะย่อย
ของทักษะการทำงานเป็นทีมซึ่งมีผู้ช่วยวิจัยรวม 2 คน ซึ่งประกอบด้วยครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ คน และผู้วิจัยเอง

3. พิจารณาจากแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการทำงานเป็นทีมสามารถประเมินจาก
พฤติกรรม 5 ด้าน ได้แก่

3.1 การร่วมกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์และแบ่งหน้าที่กันทำงาน โดยมี
พฤติกรรมที่ต้องการสังเกตดังนี้ 1) ปรึกษารื้อวางแผนในการทำงาน 2) กำหนดแบ่งหน้าที่ของ
สมาชิก

3.2 การตระหนักในบทบาทหน้าที่ โดยมีพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตดังนี้
1) มีความกระตือรือร้นในการทำงาน 2) ร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มและปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับ
มอบหมาย

3.3 การมีปฏิสัมพันธ์ดี พึ่งพาอาศัยและช่วยเหลือกัน โดยมีพฤติกรรมที่
ต้องการสังเกตดังนี้ 1) ทุกคนมีจิตอาสาช่วยกันทำหน้าที่ในทีม 2) - ทุกคนให้ความร่วมมือ
ช่วยเหลือกันให้งานสำเร็จ

3.4 การรักษาบรรยากาศในการทำงานและปรับตัวเข้าหากัน โดยมีพฤติกรรม
ที่ต้องการสังเกตดังนี้ 1) รับคำวิจารณ์ของคนอื่นและติชมผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ 2) อยู่ร่วมกันในทีม ไม่
แยกตัวออกไป

3.5 การ แก้ไขปัญหาร่วมกัน โดยมีพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตดังนี้ 1) ช่วยกันเสนอ
ความคิดเห็น ร่วมกันรับฟังและสนับสนุนเพื่อน 2) ใช้ภาษาเหมาะสม และร่วมกันแก้ปัญหาภายใน
ทีม

แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม

กิจกรรมครั้งที่..... แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... วันที่.....
 ผู้ประเมิน.....ตำแหน่ง.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนบรรยายภาพโดยรวมของการทำงานเป็นทีม ดูทักษะการทำงานโดยรวม และ
 การแสดงออกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานเป็นทีม

ประเด็นในการสังเกตการทำงานเป็นทีม

พฤติกรรมที่สังเกต

1. การร่วมกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และ แบ่งหน้าที่กันทำงาน

พฤติกรรมที่สังเกต

- ปรัชษาหรือวางแผนในการทำงาน

.....

- กำหนดแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในทีม

.....

2. การตระหนักในบทบาทหน้าที่

พฤติกรรมที่สังเกต

- มีความกระตือรือร้นในการทำงาน

.....

- ร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มและปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย

.....

3. การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี ฟังพาดอาศัยและ ช่วยเหลือกัน

พฤติกรรมที่สังเกต

- ทุกคนมีจิตอาสาช่วยกันทำหน้าที่ในทีม

.....

- ทุกคนให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือกันให้งานสำเร็จ

.....

4. การรักษาบรรยากาศในการทำงานและ ปรับตัวเข้าหากัน

พฤติกรรมที่สังเกต

- รับคำวิจารณ์ของคนอื่นและติชมผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

.....

.....

- อยู่ร่วมกันในทีม ไม่แยกตัวออกไป

.....

.....

5. การ แก้ไขปัญหาร่วมกัน

พฤติกรรมที่สังเกต

- ช่วยกันเสนอความคิดเห็น ร่วมกันรับฟังและสนับสนุนเพื่อน

.....

.....

- ใช้ภาษาเหมาะสม และร่วมกันแก้ปัญหาภายในทีม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

วันที่.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ เรื่อง อะตอมและองค์ประกอบของอะตอม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลาเรียน 2 คาบ

ผู้สอน นางสาวกัลยารัตน์ พรหมศร

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 3.1 ม 4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายอะตอมและตารางธาตุ และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

ว 3.1 ม 4-6/2 วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา

2. สาระสำคัญ

อะตอม เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุ ซึ่งยังแสดงสมบัติของธาตุนั้น มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ อะตอมของธาตุต่างชนิดมีจำนวนโปรตอนแตกต่างกัน ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากันแต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ธาตุไอโซโทป โมเลกุล เป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร ที่ยังแสดงสมบัติของสารนั้น และสามารถอยู่เป็นอิสระได้ ซึ่งอาจเป็นอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน หรืออะตอมของธาตุต่างชนิดกันก็ได้

แบบจำลองอะตอม เป็นมโนภาพหรือแบบจำลองเกี่ยวกับอะตอม ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการนำข้อมูลจากการทดลองมาแสดง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น แบบจำลองของดอลตัน ทอมสัน รัทเธอร์ฟอร์ด โบว์ และกลุ่มหมอก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

3.1.1 นักเรียนสามารถอธิบายแบบจำลองและโครงสร้างอะตอมของธาตุได้

3.1.2 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัญลักษณ์นิวเคลียร์ ไอโซโทป และความสัมพันธ์ของอนุภาคมูลฐานในอะตอมของธาตุ

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

3.2.1 นักเรียนอธิบายวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สร้างแบบจำลองอะตอมได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

3.3.1 มีวินัย

3.3.2 ใฝ่เรียนรู้

3.3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

3.3.4 มีจิตสาธารณะ

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร

4.2 ความสามารถในการคิด

- ทักษะการคิดวิเคราะห์

- ทักษะการคิดสร้างสรรค์

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- การทำงานเป็นทีม

5. ชิ้นงาน / ภาระงาน ที่แสดงผลการเรียนรู้

5.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอะตอม

6. การวัดและประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องแบบจำลองอะตอม	1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องแบบจำลองอะตอม	1. เกณฑ์การประเมินแบบจำลองอะตอม
2. สังเกตการทำงานเป็นทีม	1. แบบสังเกตการทำงานเป็นทีม	-

เกณฑ์การประเมินแบบจำลองอะตอม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. ขั้นตอนการทำงาน	- คัดเลือกและเตรียมข้อมูลได้เหมาะสม - มีการวางแผนการทำงาน - มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน - มีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์	- ขาด 2 ขั้นตอนหรือไม่ชัดเจน	- ขาดมากกว่า 2 ขั้นตอนขึ้นไป
2. การสร้างสรรค์แบบจำลองอะตอม	- ตกแต่งชิ้นงานได้สวยงามดีมาก - องค์ประกอบของแบบจำลองอะตอมครบถ้วนดีมาก	- ตกแต่งชิ้นงานได้เรียบร้อยพอใช้ - องค์ประกอบของแบบจำลองอะตอมครบถ้วน □	- ตกแต่งชิ้นงานไม่เรียบร้อย - องค์ประกอบของแบบจำลองอะตอมไม่ครบถ้วน
ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
3. การนำเสนอผลงาน	- นำเสนอผลงานเนื้อหาถูกต้อง ชัดเจนครบถ้วน - ใช้ภาษาถูกต้องอยู่ในระดับดีมาก	- นำเสนอผลงานเนื้อหาไม่สมบูรณ์ - ภาษาไม่ถูกต้องอยู่ในระดับพอใช้	- นำเสนอผลงานเนื้อหาไม่ถูกต้อง - ภาษาไม่ถูกต้องอยู่ในระดับปรับปรุง

เกณฑ์ การตัดสิน /ระดับคุณภาพ 9 คะแนน

คะแนน 7- 9 คะแนน	หมายถึง	ดี
คะแนน 4 - 6 คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 1 - 3 คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

7. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)

1.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน แล้วเปิดวิดีโอทัศน์การ์ตูน ชุด โลกของนิวเคลียร์ ตอน อะตอมและโมเลกุล ให้นักเรียนดู (2 นาที) จากนั้นครูใช้คำถามหลังจากการศึกษาจากสื่อทัศน์โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ ดังนี้

- สิ่งต่างๆ หรือวัตถุที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากหน่วยย่อยที่เล็กที่สุด มีชื่อเรียกว่าอะไร

แนวคำตอบ อะตอม

- อะตอมมองเห็นด้วยตาเปล่าได้หรือไม่

แนวคำตอบ ไม่ได้ เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก

- เหตุใด จึงมีแบบจำลองอะตอมเกิดขึ้น

แนวคำตอบ เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้น

นักวิทยาศาสตร์หลายๆ คนจึงเสนอแนวคิดแบบจำลองอะตอมได้ต่างๆ กัน เช่น แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด เป็นต้น

(ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนโดยกล่าวว่า “ซึ่งเราจะได้ศึกษารายละเอียด ดังต่อไปนี้”)

1.2 ครูเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสื่อการสอนในวิดีโอเรื่อง แบบจำลองและวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate)

2.1 ครูแนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูล และแบ่งกลุ่มนักเรียนทั้งหมด 5 กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูลเรื่อง แบบจำลองอะตอม ตามแหล่งต่างๆ เช่นหนังสือเรียน ใบความรู้ เป็นต้น

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง แบบจำลองอะตอม กลุ่มละ 3 ชุด จากนั้นศึกษาข้อมูลในใบความรู้ให้เข้าใจ

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนข้อมูลจากนั้นร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผล สรุปความรู้ลงในสมุดบันทึกการเรียน

3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาและวางแผนการสร้างแบบจำลองจากวัสดุที่เตรียมมาแบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 แบบจำลองตามที่ได้ทำการศึกษา (แบบจำลองของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบว์ และกลุ่มหมอก)

3.2 สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายเรื่องแบบจำลองอะตอม

3.3 ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแบบจำลองหน้าชั้นเรียน

3.4 นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ตามประเด็นในใบสรุปความรู้ที่ 1.1 เรื่องแบบจำลองอะตอม

3.5 ครูเชื่อมโยงสรุปความรู้ของนักเรียนกับความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแบบจำลองอะตอมที่ครูเตรียมมาตามใบสรุปความรู้

4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply)

4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลองอะตอมแต่ละแบบตามที่นักเรียนสนใจด้วยวัสดุในท้องถิ่นหรือวัสดุเหลือใช้ตามที่นักเรียนสนใจ

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตนในรูปของการจัดนิทรรศการภายในห้องเรียนเรื่องแบบจำลองอะตอม

8. สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

- 8.1 ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องแบบจำลองอะตอม
- 8.2 ใบสรุปความรู้ที่ 1.1 เรื่องแบบจำลองอะตอม
- 8.3 ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่องแบบจำลองอะตอม
- 8.3 สื่อวีดิทัศน์การ์ตูนชุด โลกของนิวเคลียร์ ตอนอะตอมและโมเลกุล
- 8.4 สื่อวีดิทัศน์การ์ตูนเรื่อง แบบจำลองและวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม 1
- 8.4 หนังสือเรียนสารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 8.5 คู่มือครูหนังสือเรียนสารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 8.6 ห้องสมุด
- 8.7 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

9. บันทึกหลังการสอน

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอน การสอนตามแผนนี้เป็นไปตามที่วางแผนไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามแผน ผู้สอนได้แก้ปัญหาอย่างไร มีข้อเสนอแนะ / สิ่งที่ได้เรียนรู้ / มีข้อบกพร่องอย่างไร

ด้านความรู้

.....

.....

ด้านทักษะ / กระบวนการ

.....

.....

ด้านคุณลักษณะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวกัลยารัตน์ พรหมศรี)

วันที่/...../.....

ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องแบบจำลองอะตอม

คำชี้แจง

1. ให้ตัวแทนสมาชิกแต่ละกลุ่มออกมาจับสลากเพื่อสร้างแบบจำลองอะตอมที่ตัวเองได้ซึ่งประกอบไปด้วยแบบจำลองของดอลตัน ทอมสัน รัทเธอร์ฟอร์ด โบว์ และกลุ่มหมอก (เมื่อสัปดาห์ที่แล้ว)
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาและวางแผนการสร้างแบบจำลองจากวัสดุที่เตรียมมา
3. สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายเรื่องแบบจำลองอะตอม
4. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแบบจำลองหน้าชั้นเรียน
5. เกณฑ์การประเมินแบบจำลองอะตอม

เกณฑ์การประเมินแบบจำลองอะตอม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. ขั้นตอนการทำงาน	- คัดเลือกและเตรียมข้อมูลได้ เหมาะสม - มีการวางแผนการทำงาน - มีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์	- ขาด 2 ขั้นตอนหรือไม่ชัดเจน	- ขาดมากกว่า 2 ขั้นตอนขึ้นไป
2. การสร้างสรรค์แบบจำลองอะตอม	- ตกแต่งชิ้นงานได้สวยงามดีมาก - องค์ประกอบของแบบจำลองอะตอมครบถ้วนดีมาก	- ตกแต่งชิ้นงานได้เรียบร้อยพอใช้ - องค์ประกอบของแบบจำลองอะตอมครบถ้วน ☐	- ตกแต่งชิ้นงานไม่เรียบร้อย - องค์ประกอบของแบบจำลองอะตอมไม่ครบถ้วน
3. การนำเสนอผลงาน	- นำเสนอผลงานเนื้อหาถูกต้อง ชัดเจนครบถ้วน - ใช้ภาษาถูกต้องอยู่ในระดับดีมาก	- นำเสนอผลงานเนื้อหาไม่สมบูรณ์ - ภาษาไม่ถูกต้องอยู่ในระดับพอใช้	- นำเสนอผลงานเนื้อหาไม่ถูกต้อง - ภาษาไม่ถูกต้องอยู่ในระดับปรับปรุง

เกณฑ์ การตัดสิน /ระดับคุณภาพ 9 คะแนน

คะแนน 7- 9 คะแนน	หมายถึง	ดี
คะแนน 4 - 6 คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 1 - 3 คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

ใบสรุปความรู้ที่ 1.1 เรื่อง แบบจำลองอะตอม

คำชี้แจง ตอบคำถามให้ถูกต้อง

- สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- สรุป พร้อมอธิบายแบบอะตอมของแต่ละแบบตามที่ได้เรียนรู้มา

- 1) แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

.....

.....

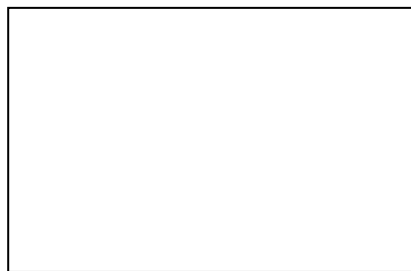
.....

.....

.....

.....

2) แบบจำลองอะตอมของทอมสัน



.....

.....

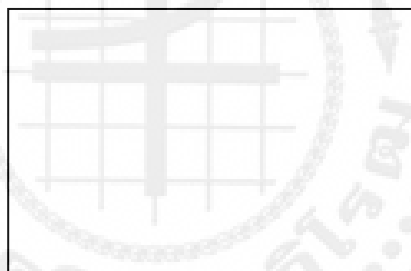
.....

.....

.....

.....

3) แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด



.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) แบบจำลองอะตอมของโบร์



.....

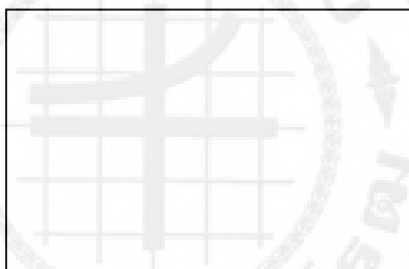
.....

.....

.....

.....

5) แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย ใบสรุปความรู้ที่ 1.1 เรื่อง แบบจำลองอะตอม

คำชี้แจง ตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมของดอลตัน

1. ธาตุทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก เรียกว่า อะตอม อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม แบ่งแยกไม่ได้ ไม่สามารถทำให้สลายหรือเกิดขึ้นใหม่ได้

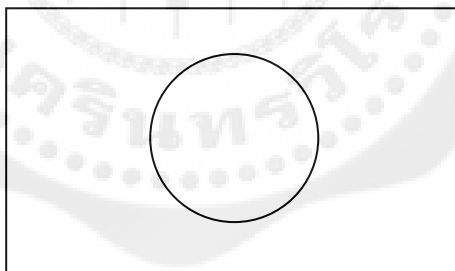
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน มีสมบัติเหมือนกัน น้ำหนักเท่ากัน และจะแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น

3. สารประกอบ เกิดจากการรวมตัวของอะตอมของธาตุ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนรวมตัว เป็นตัวเลขอย่างง่าย ๆ

4. อะตอมของธาตุ 2 ชนิด อาจรวมตัวกันด้วยอัตราส่วนที่ต่างกัน และเกิดเป็นสารประกอบได้หลายชนิด ตามแนวคิดของดอลตัน อะตอมมีรูปร่างเป็นทรงกลม สร้างขึ้นใหม่ไม่ได้ และสลายไม่ได้

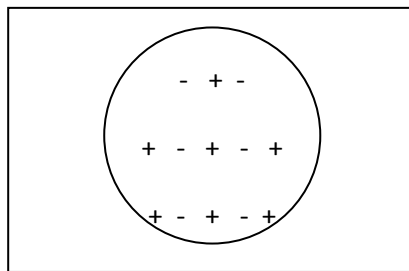
2. สรุป พร้อมอธิบายแบบอะตอมของแต่ละแบบตามที่ได้เรียนรู้อะตอม

1) แบบจำลองอะตอมของดอลตัน



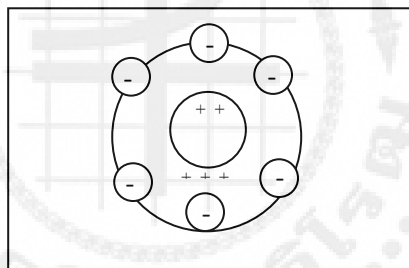
อะตอมมีขนาดเล็กมากเป็นทรงกลม ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก ทำให้สลายหรือเกิดขึ้นใหม่ไม่ได้

2) แบบจำลองอะตอมของทอมสัน



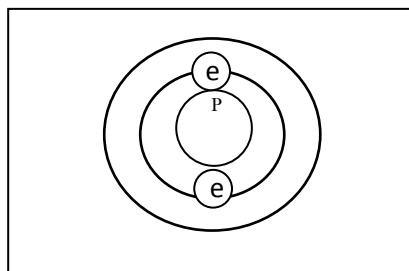
อะตอม มีรูปร่างเป็นรูปทรงกลม ประกอบด้วยโปรตอนที่มีประจุบวกและอิเล็กตรอนที่มีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ โดยอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้า จะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ

3) แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด



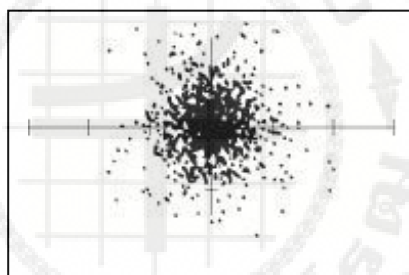
อะตอม มีลักษณะเป็นทรงกลม ประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลางของอะตอมและมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียส นิวเคลียสมีขนาดเล็ก แต่มีมวลมากและมีประจุบวก ส่วนอิเล็กตรอนจะมีมวลน้อยและมีประจุลบ จำนวนอิเล็กตรอนจะเท่ากับจำนวนโปรตอน

4) แบบจำลองอะตอมของโบร์



.....อิเล็กตรอนที่วิ่งอยู่รอบนิวเคลียส จะวิ่งเป็นชั้นๆ หรือเป็นระดับพลังงาน โดยชั้นหรือ
ระดับพลังงานที่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุด จะมีพลังงานต่ำที่สุด คือ ชั้น K และชั้นที่ถัดๆ ไปเป็น
L M N ... ตามลำดับ ปัจจุบันระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุด เรียกระดับพลังงาน $n = 1$
และเรียกระดับพลังงานที่อยู่ถัดไปว่า $n = 2, n = 3, \dots$ ตามลำดับ ซึ่งตรงกับชั้น K, L, M, ...

5) แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก



.....อะตอม ประกอบไปด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบๆ นิวเคลียส มีลักษณะเป็น
ทรงกลมห่อหุ้มอยู่ บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบ แสดงว่า โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนมีมากใน
บริเวณ
นั้น แต่ถ้ากลุ่มหมอกจางลง แสดงว่า โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนมีน้อยลง

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวกัลยารัตน์ พรมศร
วันเดือนปีเกิด	19 กันยายน 2531
สถานที่เกิด	อำเภอภูผินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	325/42 เคหะเอื้ออาทรรามอินทรา 117 แขวงบางชัน เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10350
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	โรงเรียนโพหนองพัฒนาวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2555	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์-เคมี จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2561	การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงวิชาการวิจัยและสถิติการศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร