ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โดย

นางสาวเพ็ญนภา หมีโต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25636119030044EVW

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โดย

นางสาวเพ็ญนภา หมีโต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25636119030044EVW

THE EFFECTS OF 5E INQUIRY LEARNING WITH MATACOGNITIVE STRATEGIES IN CONCEPTUAL SCIENCE OF ELECTRICITY FOR GRADE 11 STUDENTS

BY

MISS PENNAPHA MEETO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION
IN LEARNING SCIENCES AND EDUCATIONAL INNOVATION
FACULTY OF LEARNING SCIENCES AND EDUCATION
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2020

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25636119030044EVW

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวเพ็ญนภา หมีโต

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
ต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชัน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2564

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พาสนา จุลรัตน์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ อัสสพันธุ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิดา จูงพันธ์)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชาติ พวงสำลี)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชื่อผู้เขียน	นางสาวเพ็ญนภา หมีโต
ชื่อปริญญา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	วิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา วิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ อัสสพันธุ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิดา จูงพันธ์
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อ 1) ทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส 2) ทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อเมตาคอกนิชันของผู้เรียน ผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 58 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน กลุ่มควบคุมจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รวบรวมข้อมูลโดยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบ

มโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส และแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน ก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีเมตาคอกนิชันสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

คำสำคัญ: กลวิธีเมตาคอกนิชัน, การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E, ไฟฟ้ากระแส, เมตาคอกนิชัน

Ref. code: 25636119030044EVW

Thesis Title	THE EFFECTS OF 5E INQUIRY LEARNING WITH MATACOGNITIVE STRATEGIES IN CONCEPTUAL SCIENCE OF ELECTRICITY FOR GRADE 11 STUDENTS
Author	Miss Pennapha Meeto
Degree	Master of Education
Major Field/Faculty/University	Learning Sciences and Educational Innovation Learning Sciences and Education Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Surawit Assapun, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Chalida Joongpan, Ph.D.
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research aims 1) to test the effectiveness of the 5E inquiry learning with metacognitive strategies on the conceptual science of electricity. 2) to test the effectiveness of the 5 E inquiry learning with metacognitive strategies on metacognition. The study students participants were 5 8 persons divided into 2 9 persons for experimental group and 2 9 persons for the control group. The experimental group conducted 5E learning combine with the Metacognitive Strategies and Control group conducted the normal learning. Both groups of students took the electrical science conceptual test and the metacognition test before and after class. The statistical test scores were analyzed including mean and standard deviation, and Two-way ANOVA. The statistical significance was set at the .0 5 level. The results showed that the experimental group had higher Metacognition than the control group. However the scientific concept of electrical was not different from the control group.

Keywords: Metacognitive Strategy, Inquiry 5E Learning, Electricity, Metacognition

Ref. code: 25636119030044EVW

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ อัสสพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิดา จูงพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการตรวจสอบ ให้คำแนะนำเพิ่มเติม ในการจัดกระทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นางสาวเพ็ญนภา หมีโต

Ref. code: 25636119030044EVW

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 คำถามของการวิจัย	3
1.4 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.5 ตัวแปรที่ศึกษา	4
1.6 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	4
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	4
1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 มโนทัศน์วิทยาศาสตร์	7
2.1.1 ประเภทของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์	8
2.1.2 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	9
2.1.3 การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	11

Ref. code: 25636119030044EVW

2.2 เมตาคอกนิชัน (Metacognition) 13
2.2.1 ความหมายเมตาคอกนิชัน 13
2.2.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน 14
2.2.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชัน 15
2.2.4 แนวการวัดเมตาคอกนิชัน 18
2.3 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) 21
2.3.1 การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ 22
2.3.2 การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 22
2.4 การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) 24
2.4.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E 24
2.4.2 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 25
2.4.3 คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ประการ 26
2.4.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E 29
2.4.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 30
2.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน 35
2.6 กรอบแนวคิดการวิจัย 36

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 38

3.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย 38
3.2 การออกแบบการวิจัย 39
3.2.1 ตัวแปรจัดกระทำ 39
3.2.2 ตัวแปรตาม 39
3.2.3 การจัดกระทำตัวแปร 40
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41
3.3.1 แผนการเรียนรู้ 41
3.3.2 แบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส 43
3.3.3 การพัฒนาเครื่องมือวัดเมตาคอกนิชัน 44
3.3.4 เครื่องมือการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ 45
3.4 การดำเนินการวิจัย 45
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 45

Ref. code: 25636119030044EVW

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 46

4.1 ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส 47
4.2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ที่มีผลต่อเมตาคอกนิชันของผู้เรียน 49
4.3 ผลการสนทนากลุ่ม 52
4.3.1 ความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนการสอน 53
4.3.2 การใช้กระบวนการเมตาคอกนิชัน 53
4.3.3 ผลที่ได้จากการจัดกระบวนการเรียนรู้ 54

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 55

5.1 สรุปผลการวิจัย 55
5.2 อภิปรายผล 55
5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย 57
5.4 ข้อเสนอแนะ 58
5.4.1 ข้อเสนอแนะในการนำการวิจัยไปใช้ 58
5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 58

รายการอ้างอิง 59

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แผนการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนการสอน แบบบันทึกการเรียนรู้ 63
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 74

ประวัติผู้เขียน 84

Ref. code: 25636119030044EVW

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ประการของสถาบันมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (National Academy of Sciences. 2000)	28
2.2	บทบาทของผู้เรียน บายบีและคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)	30
2.3	บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ5 ขั้นตอน โดยบายบีและคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)	33
3.1	แบบแผนการวัดและการจัดกระทำตัวแปร	39
3.2	ลำดับแผนการเรียนรู้	41
4.1	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่เข้าร่วมการวิจัยจำแนกตามเพศ และกลุ่ม	46
4.2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสก่อนและหลังการทดลอง จำแนกตามกลุ่ม	47
4.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบมีการวัดซ้ำของคะแนนการมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส ก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม	48
4.4	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลอง จำแนกตามกลุ่ม	50
4.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบมีการวัดซ้ำของคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม	50
4.6	เปรียบเทียบคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม	51
4.7	เปรียบเทียบคะแนนเมตาคอกนิชันระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในแต่ละช่วงของการวิจัย	51

Ref. code: 25636119030044EVW

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	37
4.1	คะแนนการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดลอง	49
4.2	แสดงคะแนนเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดลอง	52

Ref. code: 25636119030044EVW

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องและมีความสำคัญกับมนุษย์ (สสวท., 2562) การรับรู้และการสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมไปถึงช่วยแก้ปัญหาและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับชีวิต ในการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยกระบวนการคิดทางสมอง ซึ่งมีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังต้องอาศัยกระบวนการคิดขั้นสูงเพื่อพัฒนางานและประยุกต์ใช้อย่างสูงสูด ดังจะเห็นได้จากการกำหนดให้มีกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สสวท., 2560) และยังมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competence) ในการสอบระดับนานาชาติอย่าง TIMMS และ PISA

การประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เข้าสอบจำนวน 372,727 คน ผลคะแนนรวม 100 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 30.51 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2561) จะเห็นได้ว่าผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาก ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้แบ่งออกเป็น 7 สาระตามหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งสาระที่ 4 และสาระที่ 5 อยู่ในรายวิชาฟิสิกส์มีคะแนนเฉลี่ย 27.74 เมื่อเทียบกับรายวิชาชีวะและเคมี รายวิชาฟิสิกส์อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำและเมื่อพิจารณาผลการทดสอบวิชาความถนัดวิชาวิทยาศาสตร์ (PAT2) ซึ่งมีนักเรียนเข้าสอบ 138,440 คน จากคะแนนรวม 300 คะแนน ผลคะแนนในปี 2561 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 72.12 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2561) อีกทั้งผลรายงานสถิติการทดสอบ 9 วิชาสามัญ ปีการศึกษา 2561 คะแนนเต็ม 100 คะแนน มีนักเรียนเข้าสอบวิชาฟิสิกส์ 94,333 คน คะแนนเฉลี่ย 26.95 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า วิชาชีวะและเคมี สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนไม่สัมฤทธิ์ผล

หากพิจารณาสภาพการเรียนฟิสิกส์ในประเทศไทยพบว่าปัญหาหนึ่งคือผู้สอนไม่สามารถแยกความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับฟิสิกส์ออกจากกันได้ (สุระ วุฒิพรหม, 2547) กระบวนการสอนจึงใช้คณิตศาสตร์เป็นตัวนำทาง มิได้ปลูกฝังให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดที่ส่งผลให้มีความรู้และหลักการทางฟิสิกส์ แต่กลับสอนมุ่งเน้นให้จำได้และตอบได้ในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนมีความรู้ระยะสั้น เมื่อเวลาผ่านไปความรู้ที่ได้ท่องจำจะหายไป (ราม ติวารี, 2554) จนนักเรียนไทยแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์โดยใช้สูตรและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ แทนที่จะให้ความสำคัญกับปรากฏการณ์ และการอธิบายเชิงเหตุผล กลวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถ

Ref. code: 25636119030044EVW

คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ได้ คือ กลวิธีเมตาคอกนิชันซึ่งเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิดของตนเอง สอดคล้องกับ Rozencwajg (2003) ที่ได้ทำการวิจัยและสรุปได้ว่า เมตาคอกนิชันเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสามารถแก้ไขปัญหาทางฟิสิกส์ได้ ในการแก้ไขปัญหาทางฟิสิกส์นั้นผู้เรียนมีกระบวนการในการแก้ไขปัญหาและสามารถเลือกกลวิธีที่เหมาะสมกับปัญหาที่พบและสามารถประเมินผลได้ว่ากระบวนการคิดดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้ Seraphin, Philippoff, Kaupp, and Kaupp (2012) กล่าวว่า เมตาคอกนิชันแท้จริงแล้วเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงกระบวนการคิดและพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนเองซึ่งจะนำไปสู่ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะนำไปสู่การรับรู้กระบวนการคิด ส่งผลต่อความเข้าใจถึงมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา และตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจเป็นขั้นที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและสนใจในบทเรียน 2) ขั้นสำรวจเป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้สำรวจแนวคิดโดยการสังเกตและลงมือทำ 3) ขั้นอธิบายเป็นขั้นที่อธิบายและชี้แจงกระบวนการและแนวคิดของตนเอง 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น และ 5) ขั้นประเมินผลเป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนหรือผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้จากบทเรียน รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ของเพียเจย์ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนที่มีประสบการณ์เดิมอยู่แล้วเมื่อถูกกระตุ้นและรับรู้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ผู้เรียนจะพยายามปรับสิ่งที่ได้รับรู้ให้เข้ากับประสบการณ์เดิม เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่กับผู้เรียน จากการศึกษางานวิจัยพบว่าผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นหลังจากได้รับกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว (ดำเนิน ยาท้วม, 2548) ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์นอกจากให้ผู้เรียนได้เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาแล้ว จำเป็นต้องให้ผู้เรียนพัฒนาการคิด กลวิธีและสามารถเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับการคิดและสามารถควบคุมการคิดของตนได้ ในทางที่ต้องการการรู้ลักษณะนี้เรียกว่า เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นกระบวนการที่บุคคลสามารถรับรู้และควบคุมการคิดของตนเอง ซึ่งเมตาคอกนิชัน มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้ในเมตาคอกนิชัน มีองค์ประกอบย่อยคือ ความรู้ในตัวบุคคล ความรู้ในงาน ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีในการทำงาน และประสบการณ์เมตาคอกนิชัน ประกอบด้วยการวางแผน การกำกับติดตามและการประเมิน

Ref. code: 25636119030044EVW

จะเห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนสามารถวางแผนในงานที่ทำ ผู้เรียนสามารถเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสามารถตรวจสอบความเข้าใจในงานได้ การที่ผู้เรียนมีระดับของเมตาคอกนิชันที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในงานที่ทำหรือบทเรียนที่ได้ศึกษา (พาสนา จุลรัตน์, 2556) สอดคล้องกับ Gourgey (1998) ที่กล่าวว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันจะสามารถเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา และประเมินตนเองเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ผู้วิจัยจึงต้องการทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถรับรู้กระบวนการเรียนรู้โดยการวางแผน ตรวจสอบ และประเมินการเรียนรู้ของตนเอง สามารถสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส

1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อเมตาคอกนิชัน

1.3 คำถามของการวิจัย

1.3.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในรายวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแสมีประสิทธิผลต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสของผู้เรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E หรือไม่

1.3.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันมีประสิทธิผลต่อเมตาคอกนิชันมีประสิทธิผลต่อเมตาคอกนิชันของผู้เรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E หรือไม่

Ref. code: 25636119030044EVW

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในรายวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแสมีประสิทธิผลต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสของผู้เรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

1.4.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันมีประสิทธิผลต่อเมตาคอกนิชันของผู้เรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

1.5 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้แก่

- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E
- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

1.5.2 ตัวแปรตาม

มโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส

เมตาคอกนิชัน

1.6 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ รายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่องไฟฟ้ากระแส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

รวมเวลาที่ใช้ 6 สัปดาห์ 18 คาบ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ 16 คาบ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 1 คาบหลังเรียน 1 คาบ

Ref. code: 25636119030044EVW

1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และฝึกรวบรวมข้อมูล อภิปรายผล และประเมินผลการเรียนรู้เพื่อใช้ในการสร้างมโนทัศน์ของตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถวางแผน ตรวจสอบประเมินและรับรู้ถึงวิธีการเรียนรู้ของตนเองได้ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจ 3) ขั้นอธิบาย 4) ขั้นขยายความรู้และ 5) ขั้นประเมิน กลวิธีเมตาคอกนิชันประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผน 2) การตรวจสอบ และ 3) การประเมิน ผู้วิจัยแทรกกลวิธีเมตาคอกนิชันในขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดย นำการวางแผนแทรกในขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจ การตรวจสอบแทรกในขั้นที่ 4 คือขั้นขยายความรู้ และการประเมินแทรกในขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ซึ่งมีรายระเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นแรกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ และสร้างความไม่สมดุลทางปัญญา ให้ผู้เรียนตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ไข ให้ผู้เรียนรู้จุดหมายขอบเขตของการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนคือสร้างสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ถามคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ติดตามกระบวนการคิดของผู้เรียน

2) ขั้นสำรวจ (Exploration) เมื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจนสามารถตั้งประเด็นคำถามแล้ว ผู้เรียนจะพยายามสร้างความสมดุลทางปัญญา โดยการค้นหาคำตอบ สำรวจและค้นหาแนวคิดของตนเอง ทำการออกแบบแนวคิดของตนเองโดยเริ่มวางแผนและลำดับขั้นตอนในการทำกิจกรรม รวบรวมแนวคิด กระบวนการหรือทักษะ ข้อมูล มองเห็นถึงปัญหาและอุปสรรคของงาน และสามารถหากลวิธีในการแก้ไขปัญหาได้

3) ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และอธิบายผลที่เกิดขึ้น เชื่อมโยงกับความรู้ที่ตนเองมี และนำเสนอแนวคิดให้กระจ่าง โดยการอธิบายหรือนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสำรวจ แสดงเหตุผล หลักฐาน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจนและมีความตรงไปตรงมา ในขั้นนี้ผู้สอนควรกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความคิดในทุกด้าน

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อผู้เรียนอธิบายการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนอาจมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น ซึ่งทำได้โดยให้ผู้เรียนได้มีเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการอภิปรายกลุ่มเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น สร้างแนวคิด ประเมินแนวคิดและลงข้อสรุปเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อเรื่องหนึ่ง ๆ ยิ่งขึ้น ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบกลวิธีที่เลือกใช้และกำกับตนเองในการดำเนินงานในบรรลุเป้าหมาย

Ref. code: 25636119030044EVW

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการและประเมินความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร ครูควรประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อทดสอบการมีมโนทัศน์ผู้เรียน ในการประเมินผลสามารถกระทำได้ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย ในการประเมินครั้งนี้เป็นการประเมินด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียน ผู้เรียนจะได้พัฒนาความคิดโดยการเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาที่หลากหลาย และยังได้ไตร่ตรองความคิดของตนเองตั้งแต่เริ่มบทเรียนตลอดจนจบบทเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการประเมินการวางแผนของผู้เรียนที่ได้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และวิธีการดำเนินงานตั้งแต่ต้น สามารถคาดเดาได้ว่าผลที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับคำตอบหรือความเป็นจริงมากน้อยเพียงใด

มโนทัศน์วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอด ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส

เมตาคอกนิชัน หมายถึง การรับรู้และเข้าใจกระบวนการคิดและการตัดสินใจของตนเอง ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1) การวางแผน (Planning) หมายถึง การวางแผนการเรียนรู้ของตนเอง โดยผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ว่าจะต้องรู้เรื่องอะไรบ้างในการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ

2) การตรวจสอบ (Monitoring) หมายถึง การตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง สามารถรับรู้ได้ว่ากระบวนเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้มีโอกาสเป็นไปได้หรือไม่ สามารถหากลวิธี การเรียนรู้ในการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ ได้

3) การประเมิน (Evaluating) หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ของตนเอง สามารถรับรู้ได้ว่าผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นว่ามีความถูกต้องเหมาะสมเพียงใด

Ref. code: 25636119030044EVW

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อดังนี้

2.1 มโนทัศน์วิทยาศาสตร์
- 2.1.1 ประเภทของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์
- 2.1.2 การวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์
- 2.1.3 การพัฒนามโนทัศน์วิทยาศาสตร์

2.2 เมตาคอกนิชัน
- 2.2.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน
- 2.2.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน
- 2.2.3 แนวการวัดเมตาคอกนิชัน
- 2.2.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชัน

2.3 แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 2.3.1 การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 2.3.2 การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- 2.4.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- 2.4.2 ประเภทของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- 2.4.3 คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ประการ
- 2.4.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
- 2.4.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

2.6 กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 มโนทัศน์วิทยาศาสตร์

มโนทัศน์ (Concept) มีรากศัพท์มาจากคำว่า conceptus หรือ concipere (อมรรัตน์ บุบผโชติ, 2558) ซึ่งแปลความหมายในภาษาไทยได้หลากหลายคือ “มโนทัศน์” “มโนมติ” “สังกัป” “ความคิดรวบยอด” และแนวคิด ในงานวิจัยนี้ใช้คำว่ามโนทัศน์แทนคำว่า Concept เป็นภาพของ

Ref. code: 25636119030044EVW

ความคิด และความเข้าใจหลักของบุคคลที่ได้จากการสังเกตและประสบการณ์โดยตรงของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งบุคคลอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของบุคคลนั้น และนำคุณลักษณะของสิ่งหนึ่งมาเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์ สรุปรวมเป็นแนวคิด ให้คำจำกัดความสิ่งนั้นด้วยตนเอง สามารถจำแนกประเภทตามคุณลักษณะที่กำหนดได้ (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556; อมรรัตน์ บุบพโชติ, 2558; นิคม ทองบุญ, 2542; พัณนิดา มิ่งมิตร, 2559) มโนทัศน์เป็นพื้นฐานของความคิดมนุษย์ เนื่องจากมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ และสามารถแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2559) การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จะส่งผลให้ผู้เรียนจัดการเรียนรู้ของตนเองอย่างมีระเบียบแบบแผน ไม่สับสน เข้าใจง่าย

มโนทัศน์วิทยาศาสตร์ (Scientific concept) มีความหมายไม่แตกต่างจากมโนทัศน์ทั่วไป (นิคม ทองบุญ, 2542) เป็นมโนทัศน์หลัก ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม อย่างไรก็ตามมโนทัศน์วิทยาศาสตร์นั้นเป็นมโนทัศน์ที่ได้จากการสังเกต วิเคราะห์ข้อเท็จจริงและสามารถนำมโนทัศน์ที่หลากหลายมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของบุคคลนั้น โดยจะเน้นข้อมูลในเชิงปริมาณเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ และรวบรวมเป็นข้อสรุป คำจำกัดความหรือใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย เช่น แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า น้ำเมื่อเดือดจะกลายเป็นไอ เป็นต้น ในการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ตรงกันโดยคำนึงถึงพื้นฐานทางสังคมและวัฒนธรรมเป็นส่วนน้อย (พัณนิดา มิ่งมิตร, 2559; ธนธัญ ฝีมือสาร, 2559)

สรุปมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ เป็นความเข้าใจหลัก แนวความคิด ความคิดรวบยอดของบุคคลที่มีต่อสิ่งใด ๆ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ได้มาจากการสังเกต วิเคราะห์ข้อมูล แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์และมโนทัศน์อื่น ๆ เข้าด้วยกัน นำมาสรุปรวบยอดเป็นคำจำกัดความหรือภาพในสมองของตนเอง และสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มได้ ซึ่งในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนและมีความกระจ่างในการเรียนรู้ยิ่งขึ้น

2.1.1 ประเภทของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์

การจำแนกประเภทของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้หลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก (Rommey, 1986; Lason, 2000) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภทคือ

2.1.1.1 มโนทัศน์เชิงการแบ่งประเภท (Classification concepts) เป็นคำอธิบายคุณสมบัติ ลักษณะร่วมของสิ่งต่าง ๆ โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุ

2.1.1.2 มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (Correlation concepts) คือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นข้อเท็จจริงและเกี่ยวข้องกัน เช่น ของเหลวเมื่อได้ความร้อนจะขยายตัว

Ref. code: 25636119030044EVW

2.1.1.3 มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่อธิบายถึงคุณลักษณะของสิ่งใด ๆ เน้นถึงความเป็นเหตุและผล ซึ่งไม่ได้มาจากการสังเกตโดยตรง แต่ได้มาจากแนวคิด หลักฐานและทฤษฎีที่สนับสนุนความเข้าใจเพื่อนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์ เช่นอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุดของธาตุ ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน เป็นต้น

2.1.1.4 มโนทัศน์เชิงสอดแทรก (Intermediate concept) เป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงแต่สามารถรับรู้ได้

2.1.1.5 มโนทัศน์เชิงบรรยาย (Descriptive concept) เป็นมโนทัศน์ที่สังเกตได้โดยตรงจากปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือวัตถุ

จากการศึกษาประเภทของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ผู้วิจัย แบ่งประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ 1) มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ความเข้าใจที่อธิบายถึงปรากฏการณ์ วัตถุ หรือสิ่งต่าง ๆ จากหลักฐาน แนวคิดและทฤษฎีหลักของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีแนวคิดหรือหลักฐานใหม่มาสนับสนุน 2) มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (Correlation concepts) เป็นมโนทัศน์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันเชิงเหตุและผล

2.1.2 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการวัดเพื่อประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน เพื่อให้ผู้สอนทราบถึงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน และใช้ในการวางแผนกระบวนการสอนต่อไป

อมรรัตน์ บุบผโชติ (2558) กล่าวว่าการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมเชิงพุทธิปัญญาของผู้เรียนโดยวัดในระดับความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ การออกแบบเครื่องมือวัดเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และจะต้องวัดให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ในการศึกษาการออกแบบเครื่องมือวัดพบว่าแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ เช่นการวัดด้วยวิธีการสัมภาษณ์ การวัดโดยใช้แบบทดสอบ

การวัดด้วยวิธีการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการตรวจสอบความคิดของผู้เรียนหลังจากได้เรียนมาแล้ว และถามคำถามกับผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนตอบคำถามด้วยภาษาของตนเอง ในการสัมภาษณ์อาจสัมภาษณ์เป็นกลุ่มย่อย ๆ ไม่ควรมีจำนวนมากจนเกินไป วันเพ็ญ คำเทศ (2560) กล่าวว่าในการสัมภาษณ์จะได้ข้อมูลเชิงลึก แต่อาจต้องใช้เวลานาน มีความยุ่งยากในการวิเคราะห์ข้อมูล

Ref. code: 25636119030044EVW

การวัดด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (multiple choice question หรือ MCQ) เป็นแบบทดสอบที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขข้อเสียของแบบสัมภาษณ์ (วันเพ็ญ คำเทศ, 2560) แบบทดลอบแบบเลือกตอบสามารถบ่งชี้แนวคิดของผู้เรียนแบบสอบชนิดเลือกตอบสามารถบ่งชี้แนวคิดของผู้เรียนได้อย่างกว้างขวาง เหมาะสำหรับการประเมินด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ (cognitive domain) ของผู้เรียน สามารถใช้วัดกับนักเรียนเป็นจำนวนมากได้ สะดวกและง่ายต่อการเก็บข้อมูล แต่ไม่สามารถระบุเหตุผลในการเลือกคำตอบได้ (Singh & Rosengrant, 2003)

Singh and Rosengrant (2003) ได้พัฒนาแบบทดสอบแบบตัวเลือกเพื่อประเมินความเข้าใจแนวคิดเรื่องพลังงานและโมเมนตัมของนักเรียน ออกแบบโดยสร้างตารางแผนผังข้อสอบ (Test blueprint) จัดขอบเขตของเนื้อหาเรื่องพลังงานและโมเมนตัม และสร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของ Bloom’s ประกอบด้วย ความรู้เฉพาะด้าน การตีความ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบแบบตัวเลือก แบบทดสอบแบบวินิจฉัยสามตัวเลือก (Three – tier diagnostic test) Caleon and Subramaniam (2010) ได้พัฒนาแบบทดสอบแบบวินิจฉัยสามตัวเลือกเพื่อประเมินผลความเข้าใจเรื่องคลื่นของนักเรียนระดับมัธยม ออกแบบโดยมีส่วนประกอบของคำถามสามส่วนคือ

คำถามส่วนที่ 1 เป็นคำถามเชิงแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องคลื่นประกอบด้วย 4 ตัวเลือก

คำถามส่วนที่ 2 เป็นคำถามเชิงเหตุผล เป็นเหตุผลที่เลือกตอบคำถามในส่วนที่ 1

คำถามส่วนที่ 3 เป็นคำถามเพื่อตรวจสอบความมั่นใจในการเลือกตอบคำถามทั้งหมดโดยมีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ คือ 1 = คาดเดา 2 = ค่อนข้างไม่มั่นใจ 3 = ไม่มั่นใจ 4 = มั่นใจ 5 = ค่อนข้างมั่นใจ และ 6 = มั่นใจมากที่สุด

คุณลักษณะของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

1) เป็นเครื่องมือที่มีตัวเลือก 3-5 ตัวเลือก ให้ผู้ทำแบบทดสอบเลือกคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

2) ใช้วัดผลด้านความรู้เป็นหลัก สามารถวัดผลได้หลายระดับตามหลักของบลูม คือ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินหรือตีคุณค่า

3) มีความตรงเชิงเนื้อหา และครอบคลุมเนื้อหาได้ดี

4) มีความปรนัยสูง สามารถตรวจสอบให้คะแนนได้เหมือนกัน แม้ว่าผู้ประเมินต่างกัน

5) สามารถจัดทดสอบได้ง่าย ใช้กับผู้เรียนจำนวนมากได้

Ref. code: 25636119030044EVW

จะเห็นได้ว่าการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความเข้าใจ การวิเคราะห์ การตีความ และการนำไปใช้ ของเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งมีวิธีการวัดหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเนื้อหา จุดประสงค์ ขอบเขตของเนื้อหาของการวัดในแต่ละครั้ง ในการสร้างแบบทดสอบควรกำหนดวัตถุประสงค์การวัด กลุ่มเป้าหมายที่ต้องการวัด ขอบเขตของเนื้อหาในการวัดให้ชัดเจน ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบทดสอบในการวัดและใช้เครื่องมือวัดแบบปรนัย 5 ตัวเลือกเรื่องไฟฟ้ากระแส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การออกแบบเครื่องมือจะครอบคลุมองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทออกเป็น 2 แนวคิดคือ มโนทัศน์เชิงทฤษฎีและมโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์

2.1.3 การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ Scientific concepts เป็นรากฐานของการสร้างความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะเริ่มจากการสังเกต จดจำ และวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมและสามารถบ่งบอกถึงคุณลักษณะของสิ่ง ๆ นั้น เพื่อใช้ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ได้ การเรียนรู้เพื่อให้เกิด

มโนทัศน์ยังช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อมโนทัศน์นั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537 อ้างถึงใน นิคม ทองบุญ, 2542) ได้ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ดังนี้

1) ผู้สอนจะต้องวางแผนการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้ดี โดยในการวางแผนการเรียนนั้นจะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติด้วยตนเองในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะต้องเตรียมแนวทางการปฏิบัติไว้ล่วงหน้า เช่นตั้งจุดประสงค์ ระบุขอบเขตการเรียนให้ผู้เรียนได้รับรู้และสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ในการเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนอย่างเหมาะสม

2) การสร้างสิ่งเร้าและชี้แนะ (Guide) ให้กับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความต่างของสิ่งเร้าเชื่อมโยงประสบการณ์และสร้างมโนทัศน์ได้เร็วขึ้น โดยผู้สอนจะต้องชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติ จุดเด่นและความต่างของสิ่งนั้น นำเสนอสิ่งที่สัมพันธ์กันและชี้ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงของประสบการณ์เดิมของผู้เรียน จากนั้นทดสอบแนวคิดที่ผู้เรียนสร้างขึ้นโดยให้ผู้เรียนแสดงออกมาด้วยพฤติกรรมง่าย ๆ เช่น การแยกแยะ การบ่งชี้

3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาในการสร้างมโนทัศน์อย่างถูกต้อง โดยผู้สอนจะต้องให้นำเสนอตัวอย่างคำจำกัดความของมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ลองให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นเอง

Ref. code: 25636119030044EVW

4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นจะทำให้มโนทัศน์มีความคงทนต่อการเรียนรู้ โดยเป็นผู้สร้างโจทย์ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่ได้จากประสบการณ์เดิมกับมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นใหม่

นอกจากนี้ ทิศนา แขมมณี (2559) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ดังนี้

1) ผู้สอนเตรียมข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนฝึกหัดจำแนก โดยผู้สอนเตรียมข้อมูลไว้ 2 ชุด ชุดแรกเป็นข้อมูลที่ต้องการสอนและข้อมูลที่เตรียมจะต้องมีความครอบคลุม เหมาะสมบ่งบอกถึงแนวคิดในบทเรียน หากบทเรียนมีความยากและเป็นนามธรรมอาจยกตัวอย่างเป็นเรื่องสั้นหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น ชุดที่สองเป็นข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียนนั้น

2) ผู้สอนควรชี้แจงขั้นตอนหรืออธิบายการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนเริ่มลงมือปฏิบัติ

3) ผู้สอนนำเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนในบทเรียนและข้อมูลที่ไม่ได้อยู่ในบทเรียน ในการนำเสนอนั้นผู้เรียนผู้สอนควรนำเสนอข้อมูลทีละชุดจนครบที่กำหนดไว้ แล้วให้ผู้เรียนได้เห็นถึงลักษณะร่วมและแตกต่างของข้อมูล

4) ให้ผู้เรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของมโนทัศน์ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทดสอบมโนทัศน์ของตนเอง

5) ให้ผู้เรียนสรุปและให้คำจำกัดความ นิยามของแนวคิดด้วยภาษาหรือสัญลักษณ์ด้วยตนเอง

6) ผู้สอนและผู้เรียนได้อภิปรายร่วมกันถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งมโนทัศน์ในบทเรียน

สรุปขั้นตอนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้สอนควรเริ่มจากการวางแผนซึ่งในการวางแผนผู้สอนควรกำหนดจุดประสงค์การเรียน และสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้อย่างเหมาะสม ชี้แนะให้ผู้เรียนเห็นถึงจุดสำคัญของสิ่งหนึ่ง เพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่และสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากนั้นให้ผู้เรียนทดสอบมโนทัศน์ของตนเองซึ่งอาจทำได้โดยการแยกแยะ หรือบอกคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ภาษาอย่างถูกต้อง และให้ผู้เรียนประสบกับปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้มโนทัศน์ที่ได้คงทน ในการสร้างมโนทัศน์นี้เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเองโดยผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและสร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

Ref. code: 25636119030044EVW

2.2 เมตาคอกนิชัน (Metacognition)

เมตาคอกนิชันเป็นความคิดขั้นสูงที่ควบคุมกระบวนการคิดในการเรียนรู้ โดยทั่วไปความหมายของเมตาคอกนิชัน คือการคิดเกี่ยวกับความคิด (thinking about thinking) (Martinez, 2006; พาสนา จุลรัตน์, 2556) ก่อนจะมีการใช้คำว่า “Metacognition” มีการใช้คำอื่นที่แสดงถึงความหมายที่ใกล้เคียงกันคือ Metamemory, Metacomponent, Executive Control และ Executive Process ต่อมาภายหลัง Flawell เป็นนักวิชาการคนแรกที่เริ่มใช้คำว่า Metacognition ซึ่งในไทยได้ชื่อเรียกเมตาคอกนิชันที่ต่างกันไป เช่น การอภิมาน, อภิปัญญา, การตระหนักรู้การรู้คิดตนเอง และเมตาคอกนิชัน (พาสนา จุลรัตน์, 2556) ในการค้นพบและการอธิบายเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันถือเป็นการพัฒนาที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนรับรู้วิธีการเรียนรู้ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ช่วยให้ผู้เรียนมีการวางแผนในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเองที่มีต่องานและการประเมินตนเอง เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จของงาน (Martinez, 2006; พาสนา จุลรัตน์, 2556)

2.2.1 ความหมายเมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน (Metacognition) คือการที่บุคคลสามารถรับรู้ถึงกระบวนการคิดและตระหนักรู้ถึงความสามารถของตนเอง รับรู้ได้ว่าตนเองกำลังทำอะไร มีวิธีการอย่างไร และจะเลือกใช้กลวิธีใดในการทำงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จ (Schraw et al., 2012; ทิศนา แขมมณี, 2544; ดำเนิน ยาท้วม, 2548) ผลที่ได้อยู่ในรูปของความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังดำเนินการหรือสิ่งที่กำลังเรียนรู้ และใช้ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนโดยเลือกใช้กลวิธี ออกแบบหรือหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม สามารถตรวจสอบกลวิธีเหล่านั้นได้ และบอกได้ว่าเหตุใดจึงต้องเลือกกลวิธีนั้น (Hogan et al.,2015; พาสนา จุลรัตน์, 2556; ยุทธการ สืบแก้ว, 2551) บุคคลจะต้องมีความสามารถด้านการกำกับติดตาม (Monitor) การทำงานของตนเองโดยการวางแผนการทำงาน กำกับติดตามและประเมินผลการทำงานของตนซึ่งเมื่อบุคคลได้รับความรู้แล้วสามารถถ่ายทอดและแสดงออกในสิ่งที่ตนเองรับรู้โดยผ่านการกระทำหรือวิธีการของตนเองออกมาให้ผู้อื่นฟังได้ จะเห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันเป็นกระบวนการที่ส่งผลให้บุคคลตระหนักรู้ในกระบวนการคิดของตนเองทำให้บุคคลมีกระบวนการทำงานหรือกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอนส่งผลให้งานที่ทำประสบผลสำเร็จอย่างสูงสุด (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) สอดคล้องกับ สิโรตม์ บุญเลิศ, 2555 และ ณัฏฏ์ฐนัฐ เฉลิมสุข, 2550 ที่กล่าวว่าการเมตาคอกนิชันคือ ความรู้และการตระหนักทางการคิดของตนเองโดยมีกระบวนการคิด การวางแผน การควบคุมและการตรวจสอบตนเอง ในความรู้หรืองานจนเกิดความมั่นใจว่างานที่ทำจะบรรจุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

Ref. code: 25636119030044EVW

2.2.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันที่ต่างกันและบางองค์ประกอบคล้ายกัน ในการศึกษาความสามารถและการพัฒนาในเมตาคอกนิชันจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับถึงองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ในงานวิจัยนี้ได้ให้นิยามของเมตาคอกนิชันคือการตระหนักรู้ความสามารถในการรับรู้กระบวนการเรียนรู้ของตนเองตามทัศนะของ Flawell (1986) ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Knowledge) และประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Experience) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันต่างมีองค์ประกอบภายในดังนี้

2.2.2.1 ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Knowledge)

คือความรู้ความเชื่อทั้งหมดเกี่ยวกับความคิดของแต่ละบุคคลที่สะสมไว้รับรู้ได้ว่าตนเองรับรู้อะไรมีความเห็น และคิดถึงเป้าหมายในการทำให้บรรลุผลอย่างไร ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้มี 3 องค์ประกอบ คือ บุคคล (Person), งาน (Task) และกลวิธี (Strategy)

บุคคล (Person) การที่บุคคลรับรู้ถึงระดับความสามารถทางปัญญาการเรียนรู้ในการทำงานของตนเอง เช่นรับรู้ได้ว่าตนเองมีความสามารถในการเรียนรู้อยู่ในระดับใด รู้ได้ว่าตนเองมีวิธีการเรียนรู้ต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างไร รวมไปถึงการรับรู้ถึงความแตกต่างในการเรียนรู้ของบุคคลอื่นกับตนเอง

งาน (Task) ความรู้เกี่ยวกับงานที่ต้องรับรู้ รับรู้ได้ถึงระดับความยากง่ายของงาน ขอบข่ายของงานรวมไปถึงรับรู้ได้ถึงปัญหาและอุปสรรคของงาน

กลวิธี (Strategy) ความรู้ของบุคคลที่เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย สามารถปรับและเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะกับสถานการณ์ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจระบบ การวางแผน การลงมือปฏิบัติและการประเมินผล

จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็นสิ่งสำคัญหากต้องเรียนรู้เรื่องใด ๆ ให้บรรลุเป้าหมายผู้เรียนจะต้องรับรู้ว่าตนเองมีความรู้จากประสบการณ์เดิมมากน้อยเพียงใด ผู้เรียนต้องรับรู้ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นหรือปัญหาที่เจอมีระดับความยากเพียงใด และสามารถเลือกใช้กลวิธีลำตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2.2.2 ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Experience)

ความคิดหรือความรู้สึกที่มีต่อการแก้ปัญหาของบุคคล ซึ่งมีความสำคัญต่อการกำกับตนเอง (Self-regulation) ในกระบวนการคิดตั้งแต่เริ่มไปจนถึงการบรรลุเป้าหมาย ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันเป็นกระบวนการ ประกอบด้วย การวางแผน (Planning), การตรวจสอบ (Monitoring) และการประเมิน (Evaluating)

Ref. code: 25636119030044EVW

การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองคิดเห็นและหาแนวทางว่าจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายจนถึงการเลือกหาวิธีปฏิบัติงานให้เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ รับรู้ได้ถึงปัญหาและอุปสรรคของงานสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาและคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นได้

การตรวจสอบ (Monitoring) เป็นการตรวจสอบการคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน ความถูกต้องของวิธีการที่เลือกใช้ และการเลือกวิธีการกำกับตนเอง (Self-Monitoring)

การประเมิน (Evaluating) เป็นการประเมินการวางแผนวิธีการตรวจสอบและผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นว่ามีความถูกต้องเหมาะสมเพียงใด

สรุปได้ว่าประสบการณ์เมตาคอกนิชันเป็นสิ่งสำคัญในการต่อการกำกับตนเองและการประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาสอดคล้องกับดวงรัตน์ มาตย์สาลี (2560) ที่ศึกษาประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันของนักเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะพบว่านักเรียนที่มีประสบการณ์สูงขึ้นจะสามารถหาแก้ไขปัญหาที่เผชิญได้

2.2.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน คือการคิดเกี่ยวกับการคิดเป็นการรับรู้ว่าตนเองรู้อะไร หากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Strategy) ซึ่งกลวิธีที่ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการตามขั้น 3 ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544; กาญจนา สามเตี้ย, 2551) เมตาคอกนิชันเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนรับรู้วิธีและสามารถเลือกใช้กลวิธีในการจัดการเรียนรู้ เป้าหมายในการพัฒนาเมตาคอกนิชันเป็นการให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีเป้าหมาย มีอิสระในการเรียนรู้และมีความสามารถในการประเมินตนเอง เมตาคอกนิชันยังช่วยผู้เรียนที่มีระดับการเรียนรู้ต่ำ พัฒนาให้มีระดับการเรียนรู้ที่ดีขึ้น (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544)

เมตาคอกนิชัน เป็นกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญต่อผู้เรียนหากผู้เรียนได้รับการส่งเสริมเมตาคอกนิชันจะส่งผลให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดเกี่ยวกับตนเองและงานอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนจะทบทวนความเหมาะสมของขั้นตอนและวิธีที่ใช้ในการเรียนรู้ มีการวางแผน เลือกกลวิธี มีการกำกับตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง ทั้งนี้ยังทำให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความสามารถของตนเองในการเรียนรู้ รู้ได้ว่าตนเองมีวิธีการเรียนรู้ต่อเรื่องหนึ่ง ๆ ได้อย่างไร (learning about learning) หรือคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง (thinking about thinking) เห็นถึงจุดแข็งของตนเองเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ มีเป้าหมายต่อการเรียนรู้ที่ชัดเจน มีความเข้าใจเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2555; ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2559; ศศิธร เยื่อใย, 2562)

จากปัญหาผลการเรียนของผู้เรียนทางวิทยาศาสตร์ต่ำพบว่าผู้เรียนมีความสามารถด้านเมตาคอกนิชันต่ำด้วย ศศิธร เยื่อใย (2561) ได้พัฒนาเมตาคอกนิชันและพัฒนาผลสัมฤทธิ์

Ref. code: 25636119030044EVW

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเมตาคอกนิชันประกอบด้วย 1) การรู้ลักษณะของงานและรู้ความสามารถของตนเอง 2) การรู้วิธีการที่เหมาะสมต่อการทำงาน 3) การเลือกวิธีการในการเรียนรู้ของตนเอง 4) การวางแผน 5) การติดตาม 6) การประเมินผล หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่าผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันสูงขึ้นและส่งผลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

เมตาคอกนิชันเป็นกระบวนการที่เน้นผู้เรียนในการเรียนรู้ รับรู้และเข้าใจตนเองถึงวิธีการ กระบวนการคิดและการตัดสินใจของตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้รู้เกี่ยวกับตนเองถึงความสามารถความเข้าใจ วางแผนการดำเนินการ ควบคุมและกำกับตนเอง ประเมินผลตนเองและคาดการณ์ได้ว่าผลที่เกิดขึ้นมีความใกล้เคียงหรือต่างจากคำตอบอย่างไร มีเป้าหมายต่อการเรียนรู้ของตนเองชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และจัดการกับงานที่ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จะเห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันมีความสำคัญต่อกระบวนการคิด การเลือกใช้กลวิธีในการทำงาน และการตระหนักรู้ความคิดของตนเอง ดังนั้นการพัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันจะส่งผลให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการทำงาน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ได้อธิบายกลวิธีที่ใช้ในการพัฒนาพฤติกรรมการควบคุมและการประเมินเมตาคอกนิชันดังนี้

1) ผู้เรียนสรุปได้ว่ารู้อะไร ไม่รู้อะไร โดยการเขียนว่า “อะไรที่เรารู้แล้วบ้าง” “อะไรที่เราต้องการรู้” ในการเขียนจะทำให้ผู้เรียนรับรู้ถึงระดับความเข้าใจในเรื่องหนึ่ง ๆ

2) สนทนาหรืออภิปรายเกี่ยวกับการคิด ในกระบวนการนี้ครูควรอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ไขปัญหา และสาธิตให้ผู้เรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนอภิปรายกระบวนการคิดของตนโดยอาจใช้เทคนิคการพูดเป็นคู่ พูดรอบวง

3) การเขียนอนุทินเกี่ยวกับการใช้ความคิดหรือการคิด เป็นการจดวิธีการคิดปัญหา และสะท้อนการคิดของตนเอง

4) การวางแผนกำกับตนเอง ผู้เรียนต้องรับผิดชอบในการวางแผนการเรียนของตนเองเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

5) สรุปกระบวนการคิดหลังทำกิจกรรมเสร็จสิ้นในกระบวนการนี้ผู้เรียนอาจอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง และครูมีบทบาทในการชี้แนะให้ผู้เรียนทบทวนกิจกรรมและให้ผู้เรียนระบุกลวิธีของการคิด

6) การประเมินตนเอง เป็นการประเมินเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง และเชื่อมโยงประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้นี้ไปใช้เมื่อเผชิญสถานการณ์จริง

การพัฒนาเมตาคอกนิชันในด้านการแก้โจทย์ปัญหา การแก้ไขโจทย์ปัญหาเป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนรับรู้ได้ว่าตนเองมีกระบวนการคิดต่อสิ่งหนึ่งได้อย่างไร และสามารถรับรู้ว่า

Ref. code: 25636119030044EVW

ตนเองรู้อะไรไม่รู้อะไรต่อเรื่องนั้น อีกทั้งยังควบคุมและสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ ในการแก้ไขปัญหามีแนวทางดังนี้

1) การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน (Planning) ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ลักษณะ คือ

(1) ฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์เป้าหมาย ของสิ่งที่กำลังจะทำ เช่น งานหรือโจทย์ปัญหาที่ได้พบ โดยให้ผู้เรียนบอกข้อมูลความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมาย และสามารถรับรู้ได้ว่าเป้าหมายของสิ่งที่กำลังจะทำคืออะไร

(2) ฝึกให้ผู้เรียนเลือกใช้กลวิธี ในการแก้ไขปัญหาผู้เรียนจะต้องเป็นผู้เลือกใช้กลวิธีในการแก้ไขปัญหาด้วยตนเองซึ่งมีกลวิธีต่างๆ มากมาย เช่น กลวิธีการเดาและตรวจสอบ (guess and test), กลวิธีวาดภาพ (draw a picture), กลวิธีสร้างตาราง (make a table), กลวิธีสร้างรายการ (make a list), กลวิธีเขียนแผนภาพ (draw a diagram), กลวิธีการให้เหตุผล (use reason), กลวิธีค้นหาแบบแผน (look for pattern), กลวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายกว่าเดิม (solve a simple problem) และกลวิธีทำย้อนกลับ (work backward)

(3) การเรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่เลือกไว้ เป็นการนำกลวิธีที่เลือกไว้มาแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ

(4) ประมาณคำตอบที่คาดว่าจะได้ เป็นการคาดคะเนสิ่งที่ทำไปแล้วเพื่อให้ใกล้เคียงกับคำตอบมากที่สุด

2) การฝึกให้ผู้เรียนสามารถกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเอง (Monitoring) ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ต้องควบคุมสิ่งที่เกิดขึ้นจากการวางแผนเพื่อให้เป็นไปตามกลวิธีที่เลือกไว้

3) การฝึกประเมินตนเอง (Evaluating) เป็นการตรวจสอบความสำเร็จของเป้าหมายที่วางไว้ หลังจากที่ได้ทำกิจกรรมเลือกกลวิธีและควบคุมการทำงานหรือความคิดของตนเอง ตรวจสอบกลวิธีในการปฏิบัติ เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องของตนเองที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนแต่ละขั้น

จะเห็นว่าในการพัฒนาเมตาคอกนิชันของผู้เรียนนั้น เป็นการพัฒนาความรู้และประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ฝึกวางแผนต่องานและการคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ มีเป้าหมายในงานที่ชัดเจนและเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสม กำกับติดตามตนเองจากการวางแผนและประเมินกระบวนการของตนเอง

นัตพงษ์ อนงค์เวช และ ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2561) ศึกษาผลการใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับประสบการณ์ทางอภิปัญญาในรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ของนักศึกษาปริญญาตรี โดยใช้เมตาคอกนิชันตามแนวคิดของฟลาเวลที่ประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านความรู้ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับบุคคล ความรู้เกี่ยวกับงานและความรู้เกี่ยวกับกลวิธี

Ref. code: 25636119030044EVW

ในการทำงานหรือการแก้ไขปัญหา และ 2) ด้านประสบการณ์ประกอบด้วย ด้านการวางแผน การกำกับติดตามและการประเมิน วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Bybee และ คณะ คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงอภิปัญญาเพิ่มขึ้นทุกด้าน ซึ่งด้านที่ผู้เรียนสะท้อนถึงพฤติกรรมการเรียนรู้มากที่สุดคือ กลวิธีและการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ สิโรตม์ บุญเลิศ (2555) จัดการเรียนการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสะท้อนอภิปัญญาเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนมติวิทยาศาสตร์และอภิปัญญาของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งเป็นกลุ่ม เก่ง กลาง และอ่อน พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

นอกจากนี้พงษ์พันธุ์ ศรีมันตะ และ เกื้อจิตต์ ฉิมทิม (2559) ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นการคิดเชิงอภิปัญญา เรื่องความน่าจะเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแทรกเมตาคอกนิชันในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน 2) ฝึกให้ผู้เรียนเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาและกำกับควบคุมตรวจสอบความคิดด้วยตนเอง 3) ฝึกให้ผู้เรียนประเมินการคิดของตนเองได้ หลังจากจัดกิจกรรมแล้วพบว่าผู้เรียนฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอนที่เน้นเมตาคอกนิชันส่งผลให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดและเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหานำไปสู่การเข้าใจแนวคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

2.2.4 แนวการวัดเมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชันเป็นสิ่งที่อยู่เหนือกว่าความคิด ในการวัดจึงเป็นสิ่งที่ยาก ทั้งนี้ต้องอาศัยสิ่งเร้าจากภายนอกเพื่อกระตุ้นให้สมองได้ปฏิบัติการคิดก่อน แล้วจึงวัดได้ โดยเครื่องมือวัดจะมีองค์ประกอบตามนิยามที่ต่างกัน (พาสนา จุลรัตน์, 2556) เทคนิคที่นิยมใช้วัดมีหลากหลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ (Interview) การรายงานตนเอง (Self-Report) กระบวนการคิดออกเสียง (Think aloud procedures) และการใช้แบบทดสอบ (ยุทธการ สืบแก้ว, 2551)

ลักษณะสำคัญของการวัดมีดังนี้

1) ในการวัดต้องอาศัยสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้บุคคลตอบสนองหรือแสดงพฤติกรรมออกมาอาจใช้ข้อคำถามหรือข้อสอบในการวัด

2) ในการวัดแต่ละครั้งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลาเท่านั้น ไม่สามารถบ่งบอกพฤติกรรมได้ทั้งหมด

3) ผลที่ได้จากการวัดเป็นคุณลักษณะเชิงสัมพันธ์ ในการวัดจะต้องนำผลมาเปรียบเทียบและตีความหมายจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้

Ref. code: 25636119030044EVW

4) การวัดมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งในการวัดผู้ที่ต้องการวัดจะต้องมีความเข้าใจอย่างชัดเจน โดยคำนึงถึงเป้าหมายในการวัด วิธีการหรือเครื่องมือวัด และการตีความจากข้อมูลที่ได้เพื่อเชื่อมโยงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการใช้คำถามเพื่อให้ผู้ตอบได้ทบทวนสิ่งที่ได้กระทำมาแล้ว ซึ่งผู้ตอบอาจไม่ได้เรียงลำดับความคิดล่วงหน้า ในการสัมภาษณ์นั้นควรจัดกระทำในช่วงเวลาที่ใกล้กับสิ่งที่ได้กระทำมาแล้ว ไม่ควรปล่อยเวลาไว้นานเนื่องจากจะทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์อาจจำได้ไม่ละเอียดหรืออาจจำผิดพลาด คำถามที่ถามไม่ควรเป็นคำถามที่ชี้แนะมากเกินไปเพราะอาจจะทำให้ผู้ตอบตอบตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ (ยุทธการ สืบแก้ว, 2551) การสัมภาษณ์อาจเป็นวิธีการเสริมเพื่อให้ผลมีความชัดเจนมายิ่งขึ้น (ดวงรัตน์ มาตย์สาลี และ ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ, 2560) ศึกษาประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นม. 1 เรื่องพลังงานความร้อนใช้แบบวัดการสัมภาษณ์และการใช้แบบทดสอบสถานการณ์เพื่อวัดประสบการณ์เมตาคอกนิชัน ซึ่งการใช้แบบสัมภาษณ์เป็นการใช้เพิ่มเติมเมื่อวิธีการแก้ปัญหาในแบบทดสอบสถานการณ์ไม่ชัดเจน

การรายงานตนเอง (Self-Report) โดยการให้ตอบคำถามปลายเปิด ลักษณะคำถามมีหลายแบบทั้งสร้างสถานการณ์ให้ผู้ตอบคิด หรืออาจถามจากประสบการณ์บางอย่างแล้วให้ตอบว่าตนเองเคยใช้กลวิธีใดบ้างและใช้อย่างไร (ยุทธการ สืบแก้ว, 2551) การรายงานตนเองมี 4 องค์ประกอบ คือ 1) การรายงานตนเองด้วยคำพูดหลังปฏิบัติงาน 2) การรายงานตนเองด้วยคำพูดในขณะที่ปฏิบัติงาน 3) การรายงานตนเองด้วยการเขียน 4) การรายงานตงเองโดยการประเมินค่า

กระบวนการคิดออกเสียง (Think aloud procedures) เป็นการพูดในสิ่งที่ตนคิดออกมาโดยผ่านการวิเคราะห์ ประมวลผลของข้อมูลเรียบเรียงเป็นลำดับขั้นและพูดออกมา

การใช้แบบทดสอบ (Test) แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมารวบรวมข้อมูลเชิงสถิติได้ สามารถวัดด้วยข้อสอบจำนวนหลายข้อได้ แบบทดสอบสถานการณ์เป็นแบบทดสอบรูปแบบหนึ่งที่สามารถวัดเมตาคอกนิชันได้โดย ออกแบบ หรือจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ แล้วถามความคิดของผู้ตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ว่ามีความเห็นอย่างไร พร้อมกำหนดแนวทางในการเลือกตอบให้ 3-4 แนวทาง ควรเลือกใช้สถานการณ์ที่น่าสนใจกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงออกและตอบสนองต่อสถานการณ์นั้น หลักในการสร้างแบบทดสอบสถานการณ์ (ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2559; ณัฏฏ์นัฐ เฉลิมสุข, 2550)

1) กำหนดจุดประสงค์และเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ชัดเจน

2) สถานการณ์ควรสอดคล้องกับเนื้อหาระดับของสถานการณ์มีความเหมาะสมต่อผู้เรียนควรอยู่ในระดับกลาง เพื่อไม่ให้ผู้อ่านเครียดหรือถูกกดดันมากจนเกินไป เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริงกับบุคคล ควรเลือกสถานการณ์ที่กระตุ้นผู้เรียนให้แสดงออกถึงความคิดบ่งชี้ความสามารถเมตาคอกนิชัน ข้อมูลที่กำหนดให้ต้องมีความเพียงพอต่อการตัดสินในของผู้อ่าน

Ref. code: 25636119030044EVW

3) คำถามต้องมีความจัดเจนตรงตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ตรงประเด็นจากสถานการณ์ไม่ควรใช้คำถามที่นอกเหนือจากสถานการณ์ ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ควรถามตรง ๆ ไม่ควรนำรายละเอียดที่ไม่สำคัญของรายวิชามาตั้งเป็นสถานการณ์ และไม่ควรถามคำถามเพื่อให้ผู้เรียนหลงประเด็น ลักษณะของคำถามมี 2 ลักษณะคือคำถามที่ให้นักเรียนประเมินสถานการณ์และคำถามที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ระบุแนวทางที่ตนเองปฏิบัติ

4) แนวคำตอบ ควรตอบให้ชัดเจนและครอบคลุมทั้งเนื้อหาและองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน

5) เกณฑ์การให้คะแนน ควรพิจารณาให้ถูกต้องและครอบคลุมกับคำถาม โดยแบ่งคะแนนออกเป็นส่วนตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

สรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลเมตาคอกนิชันที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดและให้ความสำคัญกับการรับรู้กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง เป็นการวัดที่ไม่ได้วัดเพียงความรู้ของผู้เรียนหลังจากจบบทเรียน แต่เป็นการวัดและประเมินผลเพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญถึงกระบวนการเรียนรู้ของตนเองและสามารถบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเองได้ ในการวัดเมตาคอกนิชันเป็นการวัดกระบวนการทางความคิดและจำเป็นต้องอาศัยสิ่งเร้าไปกระตุ้นเพื่อให้สมองปฏิบัติการคิด การเลือกสิ่งที่เข้าไปกระตุ้นสมองให้คิดในเรื่องที่ต้องการวัด จะต้องมีความสัมพันธ์กับเมตาคอกนิชันของบุคคลนั้นด้วย เครื่องมือที่ใช้วัดเมตาคอกนิชันอาจใช้หลายวิธีได้ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้แบบสนทนากลุ่มและแบบทดสอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ออกแบบเครื่องมือวัดครอบคลุม เมตาคอกนิชันซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การตรวจสอบและการประเมิน อย่างไรก็ตาม สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, (2559) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลเมตาคอกนิชันของนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยสร้างเครื่องมือวัด 3 ฉบับ คือ 1) แบบวัดเมตาคอกนิชันด้วยโมเดล GAD จำนวน 36 ข้อ 2) แบบวัดเมตาคอกนิชันตามโมเดลของ Schraw และ Dennison สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 จำนวน 35 ข้อ และ 3) แบบวัดเมตาคอกนิชันตามโมเดลของ Schraw และ Dennison สำหรับนักเรียนชั้นประถมปีที 3-6 จำนวน 52 ข้อ แบบวัดที่สร้างขึ้นเป็นแบบวัดแบบรายงานตนเองโดยจะมีลักษณะของคำถามที่ต่างกันตามโมเดลที่พัฒนา พบว่าแบบวัดที่พัฒนาตามโมเดลของ Schraw และ Dennison เป็นแบบวัดที่มีความเหมาะสมกับนักเรียนมากกว่า แต่แบบวัดตามโมเดลของ Schraw และ Dennison ควรนำมาเพื่อวัดกับนักเรียนในระดับมัธยม ไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาเนื่องจากบางคำถามมีความซับซ้อนและเข้าใจยากกว่าการรับรู้ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

Ref. code: 25636119030044EVW

2.3 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และสร้างความรู้ด้วยตนเอง (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2559) จากประสบการณ์ของผู้เรียนซึ่งเป็นผู้ที่ทำให้เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาทางความคิดคลี่คลายลง สามารถนำแนวทางการแก้ไขปัญหาในลักษณะต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการแก้ไขปัญหาเมื่อพบกับสถานการณ์จริงอาศัยประสบการณ์ ความรู้เดิมและความสนใจภายในตนเอง (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559)

ซึ่งความรู้เดิมของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความเข้าใจของผู้เรียน (ทิศนา แขมมณี, 2544) บทบาทของครูคือจัดประสบการณ์ที่เป็นปัญหาหรือถามคำถามเพื่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) จะเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนพยายามขจัดความขัดแย้งทางปัญญาโดยการไตร่ตรอง (Reflection) จะเริ่มจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และเกิดความสงสัยหลังจากการไตร่ตรองจะสามารถอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) การเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) (ทิศนา แขมมณี, 2544) ซึ่งการเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล (Ausubel) ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ได้อย่างสัมพันธ์กันซึ่งทำให้เกิดแนวคิดที่อยู่กับผู้เรียนอย่างถาวร

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ทางปัญญา (Cognitive Constructivist) มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2559) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและสามารถสรุปได้ดังนี้ (บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์, 2538; สุมาลี ชัยเจริญ, 2559; สุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2544) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้นและมีอยู่จริงบนโลกไม่ได้มีความหมายในตัวเองแต่ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลในการสร้างความหมายของสิ่งนั้น ดังนั้นทฤษฎีนี้จึงเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ วิธีการในการจัดกระทำข้อมูลและให้ความหมายข้อมูล โดยอาศัยประสบการณ์เดิมการรับรู้ ความเชื่อ ความเข้าใจของผู้เรียน อาจกล่าวว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนไม่ได้เกิดจากการรับข้อมูลเพียงอย่างเดียวแต่จะต้องจัดกระทำข้อมูลประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ผู้เรียนจะเผชิญกับสิ่งต่าง ๆ ที่อาจไม่คุ้นเคยมาก่อนและจะพยายามเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของตนเอง จากนั้นผู้เรียนจะปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม เมื่อรับข้อมูลเข้ามาแล้วหากประสบการณ์ใหม่มีความสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ประสบการณ์ใหม่จะถูกดูดซึมและปรับเข้าหาประสบการณ์เดิม แต่หากไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ ผู้เรียนจะเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) จากนั้นผู้เรียนจะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาแทน เพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibration) ในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยเน้น

Ref. code: 25636119030044EVW

กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมีลักษณะสำคัญคือ ในการสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียนเกี่ยวข้องกับการสร้างความหมาย (Construction of meanings) ผู้เรียนสร้างจากแนวคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมากกว่ารับฟังผู้อื่นและสร้างกระบวนการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติ (Active process) แนวคิดที่ผู้เรียนสร้างขึ้น เมื่อนำมาประเมินแล้วอาจเป็นที่ยอมรับหรือไม่ถูกยอมรับก็ได้ ผลลัพธ์ (Outcomes) ของผู้เรียนไม่เพียงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหา สืบเสาะหาความรู้ และประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และมีกลุ่มนักการศึกษานำไปใช้ในการวิจัยและจัดการเรียนการสอนเป็นจำนวนมาก

2.3.1 การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์จริงโดยการลงมือปฏิบัติ ทดลอง หรือจัดกระทำกับสิ่งนั้น ๆ (บุปผชาติ ทฬหิกรณ์, 2538) การจัดการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีการพัฒนารูปแบบขึ้นไว้หลากหลาย จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มุ่งเน้นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และเข้าใจ โดยผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติและสืบเสาะหาความรู้และได้แนวคิดด้วยตนเอง ซึ่งครูมีบทบาทในการจัดกิจกรรม สร้างสถานการณ์ สิ่งแวดล้อมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงแนวคิดระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่แล้วนำไปสู่การแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ครูจะต้องเปลี่ยนจากการถ่ายทอดแบบให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้ที่ตายตัวเป็นการสาธิตและสร้างความหมายที่หลากหลายโดยผู้เรียนจะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง และเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นผู้ที่อำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้แก่ผู้เรียน สร้างแรงจูงใจภายในแก่ผู้เรียน ส่งเสริมในนักเรียนนำตนเอง ควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา และประเมินการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของผู้เรียนแต่ละคน ควรใช้วิธีที่หลากหลายในการวัดผลโดยอิงจากบริบทจริง ผู้เรียนจะเปลี่ยนจากผู้เรียนที่รับความรู้เป็นผู้เรียนที่สร้างความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ตื่นตัว (Active) และจัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่นการศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ผู้เรียนสามารถเลือกในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเอง (ทิศนา แขมมณี, 2559; Suntita and Sangeeta, 2015)

2.3.2 การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไม่มีวิธีการที่เฉพาะเจาะจง แต่ได้มีนักการศึกษาเสนอวิธีการสอนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้คือการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะ (Inquiry) เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการสอน (ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544) ซึ่งการสอน

Ref. code: 25636119030044EVW

ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิตส์และการสอนแบบสืบเสาะมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาการสอนแบบสืบเสาะจะเห็นได้ว่ามีกิจกรรมหลากหลาย เช่นการทดลอง การอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งผู้สอนมีบทบาทในการชี้ประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบและจะนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้

สร้างสิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้ผู้เรียนค้นพบปัจจัยที่เป็นสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้ริเริ่มและควบคุมตนเอง การจัดการเรียนแบบสืบเสาะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีอิสระ มีระบบมีหลักฐาน และไปสู่การแก้ปัญหาที่ต้องเผชิญ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการแสวงหาความหมายโดยการปรับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนและผู้เรียนต้องได้รับประสบการณ์โดยตรงซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรประกอบด้วย (สุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2544)

1) การลงมือปฏิบัติการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การทดลองแบบสืบเสาะผู้เรียนได้มีโอกาสออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบวางแผนการสังเกต ทำให้เกิดภาวะดูดซึมของสิ่งแวดล้อมและเกิดภาวะไม่สมดุล

2) การมีส่วนร่วมในการใช้ความคิด จัดสภาพห้องเรียนและกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิด เช่น การหาคำอธิบาย การตีความหมายจากข้อมูล การโต้เถียงเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

3) การทำงานกลุ่ม จะช่วยกระตุ้นกิจกรรมทางความคิดระดับสูงและได้มีโอกาสเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา

4) การประเมินผลระดับสูง เป็นการประเมินที่ใช้แบบทดสอบที่เน้นกิจกรรมการคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

คุณลักษณะแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

2) การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้นได้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของผู้เรียน

3) การเรียนรู้เกิดจากที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม

4) การเรียนรู้อย่างมีความหมายเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือปฏิบัติใกล้เคียงกับสภาพจริง

จากเอกสารดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสร้างกระบวนการเรียนรู้ เกิดแนวคิดและสร้างความหมายด้วยตนเอง ซึ่งการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ของผู้เรียนขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมและความเข้าใจในปัจจุบัน สิ่งแวดล้อมรอบข้างเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องจัดสิ่งแวดล้อม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถาม สร้างความขัดแย้งทางความคิดหรือเกิดภาวะไม่สมดุลซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการนำไปสู่การค้นพบแนวคิด

Ref. code: 25636119030044EVW

ด้วยตนเอง และจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทั้งนี้แนวการจัดการเรียนรู้ที่มีการประยุกต์ใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ วิธีหนึ่งซึ่งน่าจะช่วยพัฒนาผู้เรียน ทั้งมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และเมตาคอกนิชัน ได้แก่ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.4 การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

ในช่วงต้นปี 1960 Robert Karplus ได้เสนอรูปแบบการสอนซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือวัฏจักรการเรียนรู้ของคาร์ปรัซ (Karplus Learning Model) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นแนะนำแนวคิด และขั้นประยุกต์ใช้แนวคิด ซึ่งเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ที่ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายต่อมาได้มีการพัฒนาโดย Roger Bybee และคณะ ได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจ ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน (Singh and Yaduvanshi, 2015) นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกอื่น ๆ เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 5E และยังมีนักการศึกษาได้ขยายวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E ในการสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงในแนวคิด (Concept) หนึ่ง ๆ โดยผู้สอนควรจัดสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) ในการเรียนรู้ด้วยตนเองและหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540)

2.4.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

Inquiry ในทางการศึกษาคือการจัดการเรียนรู้ นักการศึกษาได้กำหนดชื่อเรียกที่ต่างกัน เช่น การสืบสอบ การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา และการสืบเสาะหาความรู้ การสืบเสาะหาความรู้มีบทบาทที่สำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในช่วง 1960 เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์และได้มีนักการศึกษาเสนอแนวคิดที่ว่าวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นองค์ประกอบของความรู้เท่านั้นแต่เป็นการศึกษากระบวนการที่มาซึ่งคำตอบทางวิทยาศาสตร์ ต่อมามีนักการศึกษาเสนอแนวคิดที่ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ (Teaching as inquiry) จากนั้นจึงได้มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry training model) ที่เป็นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของการสืบเสาะหาความรู้นั้นพบว่า สามารถแบ่งความหมายออกเป็น 2 กลุ่ม (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) โดยกลุ่มแรกอธิบายว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เลียนแบบนักวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการต่าง ๆ

Ref. code: 25636119030044EVW

ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกิจกรรมคือให้ผู้เรียนได้ฝึกการสังเกต ตั้งคำถามค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ อธิบาย และเผยแพร่สิ่งที่ศึกษาให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างชัดเจน (สสวท., 2560; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) กลุ่มที่สองได้อธิบายถึงการสืบเสาะหาความรู้ คือกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนปฏิบัติ แก้ปัญหาและฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้า ฝึกนำเสนอและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ชี้แนะ ช่วยเหลือ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมไปถึงมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความกระจ่างในบทเรียนยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็น กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้และฝึก รวบรวมข้อมูล ทักษะ อภิปรายผล เพื่อใช้ในการสร้างมโนทัศน์ของตนเอง และสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เผชิญได้ ซึ่งผู้สอนทำหน้าที่ในการสร้างปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ถามคำถามเพื่อให้ให้ผู้เรียนได้รู้แนวคิดนั้น ๆ รอบด้าน ชี้แนะและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติตามขั้นตอนให้แก่ผู้เรียน

2.4.2 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาพบว่าการจัดการประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ได้ใช้เกณฑ์ที่ต่างกัน ทำให้มีผู้จัดประเภทของการสืบเสาะแตกต่างกันทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเกณฑ์ที่พิจารณาจากระดับของบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้สอนและระดับของบทบาท ความท้าทายของกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียน (กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะเป็น 4 ประเภทดังนี้

1) การสืบเสาะหาความรู้ (Structured inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยให้ผู้สอนเป็นผู้แนะนำผู้เรียนตลอดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ และมีการให้ปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้แนวคิดและขั้นตอนในการสำรวจ ผู้เรียนจะทำหน้าที่ในการหาคำตอบ การสืบเสาะประเภทนี้เหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่หรือผู้เรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะในระดับเริ่มต้น

2) การสืบเสาะหาความรู้แบบมีผู้ชี้แนะ (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะความรู้ที่ลดระดับของผู้สอนลง ผู้เรียนจะมีบทบาทมากขึ้น โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

3) การสืบเสาะหาความรู้แบบร่วมมือ (Collaborative inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยผู้เรียนและผู้สอนมีบทบาทร่วมกัน วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะมากขึ้น

4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง และออกแบบวิธีการ สำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง

Ref. code: 25636119030044EVW

โดยผู้สอนมีบทบาทในการให้คำปรึกษา และจัดเตรียมอุปกรณ์เท่านั้น วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนในระดับสูง เช่น นักศึกษาปริญญาโทหรือเอก

จากการจัดประเภทของการสืบเสาะจะเห็นได้ว่าแต่ละประเภทของการสืบเสาะมีระดับของบทบาทของครูและนักเรียนที่ต่างกัน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การสืบเสาะแบบมีผู้ชี้แนะ (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สังเกต สำรวจ สร้างแนวคิดด้วยตนเองโดยมีครูถามคำถามเพื่อชี้แนะแนวทาง เพื่อให้ผู้เรียนสร้างแนวคิด (Concept) ขึ้นเองซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทั้งนี้ ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบสืบสอบแนะแนว (Guided inquiry) ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่าความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับสถิติ .05

2.4.3 คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ประการ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่งองค์ความรู้ของตนเอง ทั้งนี้สภาวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมอุตสาหกรรมแห่งชาติ (National Research Council, 2000) ได้กำหนดคุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ประการ

1) ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Learners are engaged by scientifically oriented questions) คำถามทางวิทยาศาสตร์เป็นคำถามเกี่ยวกับวัตถุ สิ่งมีชีวิต และสิ่งที่เกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งคำถามจะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนาการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกคำถามทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ลักษณะ คือ “ทำไม” ตัวอย่างเช่นทำไมเมื่อขว้างวัตถุแล้ววัตถุจึงตกลงสู่พื้นโลก แต่คำถามที่ขึ้นต้นด้วย “ทำไม” ไม่ใช่คำถามที่นักวิทยาศาสตร์มักใช้ แต่นักวิทยาศาสตร์มักตั้งคำถามโดยต้นคำถามว่า “อย่างไร” เช่น แสงแดดช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนมักถามคำถาม “ทำไม” เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ หากเปลี่ยนเป็น “อย่างไร” จะนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้คำถามในห้องเรียนมักเป็นคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ เกิดจากตัวผู้เรียน ครู วัตถุอื่น ๆ หรือข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม

2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์ของคำถามที่ตั้งขึ้น (Learners give priority to evidence) วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่นเนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ต้องใช้หลักฐานและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองมาอธิบายถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ในทางวิทยาศาสตร์จะเน้นข้อมูลที่ถูกต้องซึ่งได้รับหลักฐานหรือข้อมูลจากการสังเกต และการวัดสิ่งต่าง ๆ ในการวัดอาจใช้ประสาทสัมผัสโดยใช้เครื่องมือในการวัด เช่น กล้องจุลทรรศน์

Ref. code: 25636119030044EVW

แว่นขยาย เป็นต้น ในบางกรณีนักวิทยาศาสตร์สามารถควบคุมสภาวะสิ่งที่กำลังศึกษาได้ แต่ในบางกรณีไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จะต้องขยายเวลาในการเก็บข้อมูลให้มากขึ้นเพื่อที่จะสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาได้ ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์นักเรียนจะใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะสังเกตและอธิบายลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งที่สังเกตได้

3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี (Learners formulate explanations from evidence to address scientifically oriented questions) การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของเหตุผล การอธิบายจะแสดงให้ทราบถึงเหตุกับผล เพื่อสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผล การอธิบายจากหลักฐานจะมีความสอดคล้องกับการทดลองและการสังเกต ใช้กระบวนการคิดที่มีความสัมพันธ์กับทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจำแนก การวิเคราะห์ การลงความเห็น การทำนาย การอธิบายเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสิ่งที่ไม่คุยเคยจากการบอกหรือสังเกตสิ่งที่รู้อยู่แล้ว ดังนั้นการอธิบายนำไปสู่การสร้างความรู้และและความเข้าใจในรูปแบบใหม่ของนักเรียน

4) ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Learners evaluate their explanations scientific knowledge) การประเมินเกี่ยวกับการอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่แตกต่างจากศาสตร์อื่น ตัวอย่างของคำถามในการประเมิน เช่น หลักฐานสนับสนุนสิ่งที่อธิบายหรือไม่ การอธิบายเพียงพอต่อการตอบคำถามหรือไม่ มีข้อบกพร่องอื่นใดหรือไม่ที่ทำให้เหตุผลไม่สัมพันธ์กับหลักฐานและการอธิบาย การอธิบายจะส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนา ลักษณะที่สำคัญคือนักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลจากการทดลองเหมาะสมกับระดับของนักเรียน

5) ผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล (Learners communicate and justify their proposed explanations) ทางวิทยาศาสตร์สื่อสารเพื่ออธิบายผลที่ได้ศึกษามา โดยนักวิทยาศาสตร์ได้อ้างถึงคำถามที่ตนศึกษาอย่างชัดเจน การดำเนินการ หลักฐาน การอธิบายสิ่งต่างๆ ที่ได้ศึกษา นักเรียนควรจะแลกเปลี่ยนการอธิบายผลจากการศึกษาของตนกับผู้อื่น ตั้งคำถาม หาหลักฐาน เพื่อหาเหตุผลคัดค้าน ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการอธิบายที่เป็นไปได้

Ref. code: 25636119030044EVW

ตารางที่ 2.1

คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ประการของสถาบันมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (National Academy of Sciences. 2000)

คุณลักษณะสำคัญ	ระดับการสืบเสาะหาความรู้			
1. ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนคำถามด้วยตนเอง	ผู้เรียนเลือกคำถามและตั้งคำถามใหม่	ผู้เรียนปรับคำถามที่ครูถามหรือจากแหล่งอื่น	ผู้เรียนสนใจในคำถามที่ได้มาจากครูหรือจากแหล่งอื่น
2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์ของคำถามที่ตั้งขึ้น	ผู้เรียนเลือกเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการตอบคำถามและรวบรวมข้อมูล	ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น	ผู้เรียนได้รับข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยตนเอง	ผู้เรียนได้รับข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี	ผู้เรียนสร้างคำอธิบายหลังจากสรุปข้อมูลและหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้ในการสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อใช้สร้างคำอธิบาย
4. ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนตรวจสอบและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้	ผู้เรียนได้รับการชี้นำไปยังแหล่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมา	
5. ผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล	ผู้เรียนสร้างตรรกะที่มีเหตุผลเพื่อไปสู่การสื่อสารคำอธิบาย	ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนจากครูในการพัฒนาเพื่อไปสู่การสื่อสารคำอธิบาย	ผู้เรียนได้รับแนวทางอย่างกว้างๆเพื่อไปสู่การสื่อสารคำอธิบายได้อย่างชัดเจนขึ้น	ผู้เรียนได้รับขั้นตอนวิธีการเพื่อไปสู่การสื่อสารคำอธิบาย
	มาก----------ระดับการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน----------น้อย			
	น้อย----------บทการชี้นำของครูและสื่อการสอน----------มาก			

Ref. code: 25636119030044EVW

2.4.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่พัฒนามาจากวัฏจักรการเรียนรู้ของ Robert Karplus ซึ่งเดิมทีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ซึ่งต่อมา บายบี และคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) ได้นำเสนอการจัดการเรียนรู้ 5E เป็นการเพิ่มขั้นตอนอีก 2 ขั้นตอน และ สสวท. 2560 ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยอ้างอิงจากบายบีและคณะดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นแรกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและอยากรู้อยากเห็น ในวัตถุ สถานการณ์หรือเหตุการณ์ โดยให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ไข กิจกรรมในขั้นนี้ควรจะนำไปสู่การเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน บทบาทของผู้สอนคือสร้างสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ถามคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ

2) ขั้นสำรวจ (Exploration) เมื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจนสามารถตั้งประเด็นคำถามแล้ว ผู้เรียนจะได้สำรวจและค้นหาแนวคิดของตนเอง โดยผู้เรียนจะสร้างประสบการณ์แนวคิด กระบวนการหรือทักษะ รวบรวมข้อมูล บทบาทของผู้สอนคือเป็นผู้ชี้แนะ และควรสร้างสถานการณ์ที่มีความท้าทายเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการในการพัฒนาความคิด

3) ขั้นอธิบาย (Explanation) หมายถึงการกระทำหรือกระบวนการเพื่อนำเสนอแนวคิดให้กระจ่าง โดยให้ผู้เรียนอธิบายหรือนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสำรวจ แสดงเหตุผล หลักฐาน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจนและมีความตรงไปตรงมา ผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดและอธิบายเหตุผลของความคิดนั้น

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อผู้เรียนอธิบายการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนอาจมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และขยายแนวคิดให้กว้างขึ้นอาจทำได้โดยให้ผู้เรียนได้มีเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการอภิปรายกลุ่มเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น และลงข้อสรุปเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อเรื่องหนึ่ง ๆ ยิ่งขึ้น

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการและประเมินความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร ครูควรประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน ในการประเมินผลสามารถกระทำได้ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย ในการประเมินครั้งนี้เป็นการประเมินด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียน

Ref. code: 25636119030044EVW

2.4.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผู้สอนเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในทุกๆ กิจกรรมด้วยตนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวก เป็นผู้กระตุ้นและช่วยแนะนำแนวทางให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ต่างๆ บทบาทของผู้เรียนนั้นจะต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์กับสิ่งที่ผู้สอนจัดหามาให้เพื่อให้ได้แนวคิดในเรื่องนั้น ๆ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540)

ตารางที่ 2.2

บทบาทของผู้เรียน บายบีและคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สิ่งที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	สิ่งที่ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
ขั้นสร้างความสนใจ	- ถามคำถาม เช่น ทำไมจึงเกิดสิ่งนี้ขึ้น, ได้เรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนี้, สามารถสืบค้นเกี่ยวกับสิ่งนี้ได้ - แสดงความสนใจในหัวข้อนั้น	- ถามคำตอบที่ถูก - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูก
ขั้นสำรวจ	- คิดอย่างอิสระที่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม - ตรวจสอบสิ่งที่คาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานในรูปแบบใหม่ - พยายามหาทางเลือกเพื่อแก้ไขปัญหาและอธิบายสิ่งเหล่านั้น - บันทึกสิ่งที่สังเกต และให้ข้อคิดเห็น - ถามคำถามที่เกี่ยวข้อง - ไม่ตัดสินสิ่งนั้น ๆ	- ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ - ไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน

Ref. code: 25636119030044EVW

ตารางที่ 2.2

บทบาทของผู้เรียน บายบีและคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สิ่งที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	สิ่งที่ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
ขั้นอธิบาย	- อธิบายการแก้ไขปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน - ฟังและคิดวิเคราะห์คำอธิบายของผู้อื่น - อธิบายคำถามของผู้อื่นได้ - ฟังและพยายามทำความเข้าใจกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงถึงกิจกรรมที่ผ่านมาแล้วได้ - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและบันทึกเพื่ออธิบาย - ประเมินความเข้าใจของตนเอง	- อธิบายเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่เคยได้รับ - หยิบยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้อง - ยอมรับการอธิบายที่ไม่มีเหตุผล - ไม่รับฟังการอธิบายของผู้อื่นที่เป็นไปได้
ขั้นขยายความรู้	- นำการชี้นำจากส่วนประกอบต่าง ๆ คำจำกัดความ ทักษะคำอธิบาย ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการตอบคำถาม เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาและออกแบบการทดลอง - เขียนบทสรุปที่มีเหตุผลจากหลักฐานที่ได้	- ทำกิจกรรมอย่างไม่มีเป้าหมาย - ไม่สนใจข้อมูล และหลักฐานเดิม - เขียนข้อสรุปจากแหล่งข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ - เขียนคำอภิปรายโดยใช้สิ่งที่ครูกำหนดไว้ให้

Ref. code: 25636119030044EVW

ตารางที่ 2.2

บทบาทของผู้เรียน บายบีและคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สิ่งที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	สิ่งที่ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
ขั้นขยายความรู้ (ต่อ)	- บันทึกจากการสังเกตและการอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองจากกลุ่มเพื่อน	-
ขั้นประเมินผล	- ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบายที่ถูกยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ของแนวคิดหรือทักษะที่กำหนดให้ - ประเมินผลความก้าวหน้าและความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวโยงกับอนาคตเพื่อให้มีกระตุ้นและตรวจสอบหาความจริงต่อไป	- เขียนข้อสรุปโดยไม่ใช้หลักฐานหรือคำอธิบายที่ถูกยอมรับ - ตอบคำถามเพียงแค่ถูกหรือผิดและอธิบายแค่คำจำกัดความ - ไม่สามารถอธิบายความคิดเห็นเพื่อแสดงความเข้าใจด้วยคำพูดของตนเองได้

สรุปบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E นักเรียนเป็นผู้ค้นพบและหาคำตอบและสร้างแนวคิดด้วยตนเอง โดยมีกระบวนการเรียนรู้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน คือ ในขั้นแรกผู้เรียนแสดงความสนใจในบทเรียน ซึ่งผู้เรียนอาจตั้งคำถาม หรือสมมติฐานเพื่อนำไปสู่ทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน อธิบายผลจากการทดลองโดยใช้ข้อมูลที่ได้ทดลองมาแล้ว สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยภาษาของตนเองและตรวจสอบความเข้าใจของตนเองจากกลุ่มเพื่อน สามารถตอบคำถาม โดยเชื่อมโยงจากสิ่งที่ได้ศึกษามาแล้ว จะเห็นได้ว่าบทบาทของผู้เรียนในแต่ละขั้นสอดคล้องแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

Ref. code: 25636119030044EVW

ตารางที่ 2.3

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ5 ขั้นตอน โดยบายบีและคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 5E	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สิ่งที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	สิ่งที่ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
ขั้นสร้างความสนใจ	- สร้างสิ่งที่น่าสนใจ - กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น - กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้หรือแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ	- อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - บรรยายเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ
ขั้นสำรวจ	- ส่งเสริมนักเรียนในการทำงานโดยไม่มีการชี้นำจากครู - สังเกตและฟังนักเรียนในการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - จัดเวลาให้นักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา - ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน - สร้างในสิ่งที่นักเรียนต้องรู้	- จัดหาคำตอบให้นักเรียน - บอกและอธิบายการแก้ไขโจทย์ปัญหา - บอกนักเรียนทันทีเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงในการแก้ไขปัญหาของนักเรียน - ชี้นำนักเรียนให้แก้ปัญหาที่ละขั้น
ขั้นอธิบาย	- ส่งเสริมนักเรียนในการอธิบายแนวคิดและคำจำกัดความด้วยตัวเอง - ถามคำถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่างขึ้น - ให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นพื้นฐานการอธิบายแนวคิดต่าง ๆ	- ยอมรับคำอธิบายที่ไม่มีเหตุผลของนักเรียน - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะต่าง ๆ

Ref. code: 25636119030044EVW

ตารางที่ 2.3

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ5 ขั้นตอน โดยบายบีและคณะ (Bybee et al, 2006) คณะพัฒนาหลักสูตร Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 5E	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สิ่งที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	สิ่งที่ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
ขั้นขยายความรู้	- ประเมินนักเรียนให้มีความเข้าใจเพิ่มขึ้น - คาดหวังให้นักเรียนใช้คำจำกัดความ ประสบการณ์อธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะหรือแนวคิดที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่หลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงหลักฐานข้อมูลและคำถาม นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้างและมีความคิดเห็นอย่างไร (กลวิธีในการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)	- ให้คำตอบแก่นักเรียน - บอกนักเรียนทันทีเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - บรรยาย - ชี้นำนักเรียนให้แก้ปัญหาที่ละขั้น - อธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน
ขั้นประเมินผล	- สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน	- ทดสอบคำนิยามศัพท์ และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดในเรื่องนั้น ๆ - ให้สิ่งที่คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ

Ref. code: 25636119030044EVW

สรุปบทบาทของผู้สอน เป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาและค้นคว้าสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อหาคำจำกัดความหรือคำนิยามของสิ่งนั้น ๆ โดยให้ผู้เรียนอธิบายจากประสบการณ์ของตนเอง และให้ผู้เรียนได้ใช้แนวคิดที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ผู้สอนประเมินผู้เรียนหลังจากได้เรียนรู้ ผู้สอนอาจใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดพร้อมหลักฐานเกี่ยวกับแนวคิดนั้น ๆ พร้อมกับให้ผู้เรียนได้ประเมินแนวคิดของตนเองด้วย

อภิดลน์ เจริญอักษร, สุพัฒน์พงษ์ ดำรงรัตน์, และ จิตรา เกตุแก้ว (2560) ทำการพัฒนาการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องประจุและชนิดของประจุไฟฟ้าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้และจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายวิทย์-ศิลป์ และศิลป์-สังคม รูปแบบการจัดการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเพื่อหาคำตอบโดยอาศัยการทดลองและลงมือปฏิบัติ พบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่มาของประจุและชนิด ของประจุไฟฟ้า มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และยังมีนักเรียนบางส่วนสามารถเชื่อมโยงความรู้สู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

2.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยนำขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันโดยแทรกในขั้นตอนการเรียนรู้กลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าในขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือ การวางแผน (Planning) แทรกในขั้นการเรียนรู้ที่ 2 คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) การตรวจสอบ (Monitoring) แทรกในขั้นการเรียนรู้ที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมิน (Evaluating) แทรกในที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นแรกที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากรู้อยากเห็น ในวัตถุ สถานการณ์หรือเหตุการณ์ และสร้างความไม่สมดุลทางปัญญา ให้ผู้เรียนตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ไข ให้ผู้เรียนรู้จุดหมายขอบเขตของการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนคือสร้างสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ถามคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการค้นหาคำตอบ และนำไปสู่การเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ติดตามกระบวนการคิดของผู้เรียน

2) ขั้นสำรวจ (Exploration) เมื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจนสามารถตั้งประเด็นคำถามแล้ว ผู้เรียนจะพยายามสร้างความสมดุลทางปัญญา โดยการค้นหาคำตอบ สำรวจและค้นหาแนวคิดของตนเอง ทำการออกแบบแนวคิดของตนเองโดยเริ่มวางแผนและลำดับขั้นตอน

Ref. code: 25636119030044EVW

ในการทำกิจกรรม รวบรวมแนวคิด กระบวนการหรือทักษะ ข้อมูล มองเห็นถึงปัญหาและอุปสรรคของงาน และสามารถหากลวิธีในการแก้ไขปัญหาได้

3) ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และอธิบายผลที่เกิดขึ้น เชื่อมโยงกับความรู้ที่ตนเองมี และนำเสนอแนวคิดให้กระจ่าง โดยการอธิบายหรือนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสำรวจ แสดงเหตุผล หลักฐาน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจนและมีความตรงไปตรงมา ในขั้นนี้ผู้สอนควรกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความคิดในทุกด้าน

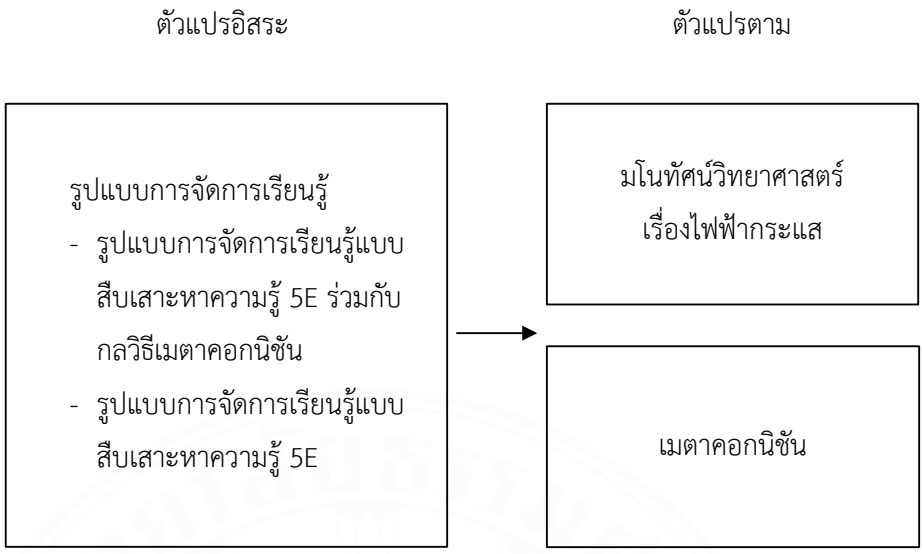
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อผู้เรียนอธิบายการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนอาจมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น ซึ่งทำได้โดยให้ผู้เรียนได้มีเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการอภิปรายกลุ่มเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น สร้างแนวคิด ประเมินแนวคิดและลงข้อสรุปเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อเรื่องหนึ่ง ๆ ยิ่งขึ้น ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบกลวิธีที่เลือกใช้และกำกับตนเองในการดำเนินงานในบรรลุเป้าหมาย

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการและประเมินความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร ครูควรประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน ในการประเมินผลสามารถกระทำได้ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย ในการประเมินครั้งนี้เป็นการประเมินด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียน ผู้เรียนจะได้พัฒนาความคิดโดยการเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาที่หลากหลาย และยังได้ไตร่ตรองความคิดของตนเองตั้งแต่เริ่มบทเรียนตลอดจนจบบทเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการประเมินการวางแผนของผู้เรียนที่ได้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และวิธีการดำเนินงานตั้งแต่ต้น สามารถคาดเดาได้ว่าผลที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับคำตอบหรือความเป็นจริงมากน้อยเพียงใด

2.6 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้เกิดจากการ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชันของผู้เรียน ซึ่งนำไปสู่การรับรู้กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง พบว่าการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตัคติวิสต์ (Constructivism) แนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันสูงขึ้นและนำไปสู่ความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส ซึ่งสรุปเป็นกรอบแนวคิดในงานวิจัยครั้งนี้ดังภาพที่ 2.1

Ref. code: 25636119030044EVW



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

Ref. code: 25636119030044EVW

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

งานวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบผสานวิธี (Mix Method) แบบ Explanatory sequential design โดยทำการวิจัยแบบกึ่งทดลองและจึงเก็บรวมรวมข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่ออธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง (Creswell and Clark, 2011) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

3.2 การออกแบบการวิจัย

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 58 คน ซึ่งได้จากการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive Sampling) ทั้งนี้เมื่อได้กลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยแล้ว จะมีการสุ่มให้ได้รับกระบวนการจัดการเรียนรู้ (Random assignment) แบบ Cluster random sampling กล่าวคือนักเรียนห้องแรกจะได้รับการสุ่มให้ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ส่วนอีกห้องจะได้รับการจัดการเรียนรู้อีกแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน จำนวน 5 คน ซึ่งมีความน่าสนใจจะถูกเชิญให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ในระว่างการเรียน

Ref. code: 25636119030044EVW

3.2 การออกแบบการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ นี้ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบ Explanatory sequential design โดยในส่วนของงานวิจัยเชิงปริมาณ ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบกึ่งทดลอง แบบ Pre-test Post-test Control group โดยมีตัวแปรที่ทำการศึกษาดังนี้

3.2.1 ตัวแปรจัดกระทำ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

รูปแบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E แบบปกติ

3.2.2 ตัวแปรตาม

- มโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส
- เมตาคอกนิชัน

ตารางที่ 3.1

แบบแผนการวัดและการจัดกระทำตัวแปร

Control Group	Y1	+5E	Y2
Experimental Group	Y1	+Meta +5E	Y2

จากตารางที่ 3.1 แบบแผนการวัดและการจัดกระทำตัวแปร

Control Group หมายถึง การได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ปกติ (เป็นกลุ่มควบคุม)

Experimental Group หมายถึง การได้รับการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

Y1 หมายถึง การวัดตัวแปรครั้งที่ 1 ประกอบด้วย

(1) มโนทัศน์วิทยาศาสตร์

(2) เมตาคอกนิชัน

Y2 หมายถึง การวัดตัวแปรครั้งที่ 2 ประกอบด้วย

(1) มโนทัศน์วิทยาศาสตร์

(2) เมตาคอกนิชัน

5E หมายถึง การได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

Meta หมายถึง กลวิธีเมตาคอกนิชัน

Ref. code: 25636119030044EVW

เมื่อดำเนินการวิจัยในเชิงปริมาณเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจัดให้มีการศึกษาเชิงคุณภาพโดยมีวัตถุประสงค์รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยเชิงปริมาณที่ได้ดำเนินไปก่อนหน้านี้แล้ว โดยการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ที่มีลักษณะน่าสนใจ

3.2.3 การจัดกระทำตัวแปร

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันสำหรับวิชาฟิสิกส์ ในเรื่องไฟฟ้ากระแสโดยจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 18 คาบ มีการจัดการเรียนรู้สองรูปแบบที่มีลักษณะดังนี้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ปกติเป็นการจัดการเรียนรู้ที่คณะพัฒนาหลักสูตรได้นำเสนอขึ้นมาโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
2) ขั้นสำรวจ (Exploration)
3) ขั้นอธิบาย (Explanation)
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยนำขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันโดยแทรกในขั้นตอนการเรียนรู้กลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าในขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะคือ การวางแผน (Planning) แทรกในขั้นการเรียนรู้ที่ 2 คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) การตรวจสอบ (Monitoring) แทรกในขั้นการเรียนรู้ที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ การประเมิน (Evaluating) แทรกในที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
2) ขั้นสำรวจ (Exploration) แทรกการวางแผน (Planning)
3) ขั้นอธิบาย (Explanation)
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) แทรกการตรวจสอบ (Monitoring)
5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) แทรกการประเมิน (Evaluating)

Ref. code: 25636119030044EVW

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส แบบวัดเมตอคอกนิชัน เครื่องมือรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.3.1 แผนการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแผนการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ และจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน กำหนดนิยามปฏิบัติการต่อการพัฒนากิจกรรมเพื่อเสริมสร้างเมตาคอกนิชัน

2. จัดลำดับแผนการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหา สามารถแบ่งออกเป็น 10 เรื่อง จำนวน 18 คาบ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

ลำดับแผนการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้	เรื่อง	ระยะเวลา (คาบ)
-	ปฐมนิเทศ ทดสอบก่อนเรียน	1
1	ไฟฟ้ากระแส	1
2	กฎของโอห์ม	2
3	สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	1
4	ตัวต้านทาน	2
5	พลังงานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	1
6	การทดลองหาความสัมพันธ์แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า	2
7	การต่อแบตเตอรี่	2
8	การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	1
9	พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	2
10	พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	2
-	ทดสอบหลังเรียน	1
	รวม	18

Ref. code: 25636119030044EVW

3. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยแผนในแต่ละแผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

3.1 ผลการเรียนรู้

3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

3.3 สาระสำคัญ ความคิดรวบยอด

3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

3.5 ใบงานหรือชิ้นงาน

3.6 วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

3.7 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

4. นำแผนการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามนิยามปฏิบัติการ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

5. นำแผนการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้ว พร้อมแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงและความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการใช้ภาษา ซึ่งมีประเด็นดังนี้

5.1 ความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

5.2 ความถูกต้องของแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสในแผนการเรียนรู้

5.3 ความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.6-1.0 และปรับปรุงแผนที่มีค่าต่ำกว่า 0.6 ให้มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ในการวิจัยครั้งนี้มีค่าความสอดคล้องตามจุดประสงค์ 1.0 ความถูกต้องของเนื้อหามีค่า 1.0 และความเหมาะสมมีค่า 0.8 ขึ้นไป ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมีดังนี้

(1) ตรวจสอบการพิมพ์คำให้ถูกต้อง

(2) ควรใช้คำศัพท์ของเนื้อหาให้เหมือนกันทุกแผน

6. นำแผนการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 29 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดกระทำการสอนด้วยตนเอง

Ref. code: 25636119030044EVW

3.3.2 แบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส

แบบทดสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบ แบบเลือกตอบ (Multiple choice question) 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เพื่อวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยครอบคลุมองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ แนวคิดเชิงทฤษฎี และแนวคิดเชิงความสัมพันธ์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาเนื้อหาในรายวิชาและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง โดยอ้างอิงจากหลักสูตรฟิสิกส์และผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมเรื่องไฟฟ้ากระแส เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหา และสร้างข้อคำถาม

2. วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแส เพื่อกำหนดความสำคัญของเนื้อหา และจำนวนข้อของแบบทดสอบ โดยศึกษาจากหลักสูตรฟิสิกส์เพิ่มเติมของโรงเรียน

3. สร้างแบบทดสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ ซึ่งคำถามที่สร้างขึ้นจะต้องมีความชัดเจนใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ตัวเลือกในคำตอบควรเป็นประเด็นเรื่องเดียวกัน และควรสร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการวัด จำนวน 20 ข้อ

4. นำแบบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแบบวัด และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะทั้งทางด้านเนื้อหาการใช้ภาษา และความชัดเจนในข้อคำถาม

5. นำแบบทดสอบมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดประเมินผล หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนฟิสิกส์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า 0.6

6. ปรับข้อคำถามและคำตอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้แล้วเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความสอดความสอดคล้องของเนื้อหาอีกครั้ง ได้ค่าความสอดคล้อง 0.96-1.0 ซึ่งสรุปข้อเสนอแนะตามผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ดังนี้

6.1 การใช้ภาษาสิ่งที่ควรปรับแก้คือ ควรเรียบเรียงคำถามให้เข้าใจง่าย

6.2 คำถามในบางข้อเหมาะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

6.3 ตรวจสอบคำที่สื่อความหมายผิดในประโยคคำถามและคำตอบ

7. นำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความเห็นจากผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ จำนวน 29 คน เพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 ถึง 0.75

Ref. code: 25636119030044EVW

8. นำแบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.81

9. เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบไปด้วยแนวคิดเชิงทฤษฎี และแนวคิดเชิงความสัมพันธ์ เพื่อนำไปใช้วัดผลกับกลุ่มตัวอย่างโดยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน

3.3.3 การพัฒนาเครื่องมือวัดเมตาคอกนิชัน

1. ศึกษาทฤษฎีเมตาคอกนิชันและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดนิยามปฏิบัติการของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเมตาคอกนิชัน

3. สร้างตารางการกำหนดลักษณะเฉพาะตามนิยามของเมตาคอกนิชันแล้วจึงดำเนินการสร้างข้อคำถาม

4. นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามนิยามปฏิบัติการ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

5. นำแบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบในเรื่องของการใช้ภาษาและความครอบคลุมนิยามของแบบสอบถามว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-objective congruence: IOC) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.83 สำหรับนำมาใช้ในแบบสอบถาม จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามก่อนนำไปทดลองใช้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 ควรเขียนคำถามให้ชัดเจนเข้าใจง่าย

5.2 บางข้อคำถามปรับให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

6. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (Try out) และทำการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 29 คน

6.1 หาค่าคุณภาพเครื่องมือรายข้อ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected item-total correlation: CITC) เลือกเฉพาะข้อที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนรวมสูงกว่า .20 ไว้ใช้ในแบบสอบถาม

6.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยการหาค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบสอบถามโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Reliability Coefficient) มีค่า 1.0

Ref. code: 25636119030044EVW

7. ปรับปรุงแก้ไขจนได้แบบสอบถามที่มีคุณภาพดีแล้วจึงนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ก่อนจะดำเนินการจัดพิมพ์เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.3.4 เครื่องมือการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การสนทนากลุ่มเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยมีแนวคำถามดังนี้

- ความรู้สึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน
- การใช้กระบวนการเมตาคอกนิชัน
- ผลที่ได้จากการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

3.4 การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชัน
2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้กับกลุ่มผู้ทดลอง และดำเนินการสอนกับกลุ่มควบคุมโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 คาบ
3. ดำเนินการหลังจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชันของผู้เรียน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อบรรยายลักษณะของข้อมูล
2. วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง (2-Way ANOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐาน
3. สรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

Ref. code: 25636119030044EVW

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อเมตาคอกนิชันและมโนทัศน์วิทยายาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อเมตาคอกนิชันของผู้เรียน

ตอนที่ 3 ผลการสนทนากลุ่ม (Focus group)

ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนนักเรียน 58 คนซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 29 คน และกลุ่มควบคุม 29 คน จำแนกร้อยละของนักเรียนที่เข้าร่วมวิจัยตามเพศและกลุ่มดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่เข้าร่วมการวิจัยจำแนกตามเพศ และกลุ่ม

กลุ่ม	เพศชาย		เพศหญิง		รวม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
กลุ่มทดลอง	11	38	18	62	29	100
กลุ่มควบคุม	13	45	16	55	29	100

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงจำนวนนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 62 และร้อยละ 55 ตามลำดับ

Ref. code: 25636119030044EVW

4.1 ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส

ผู้วิจัยวัดความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสของผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมี 2 องค์ประกอบ คือ มโนทัศน์เชิงทฤษฎีและมโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ และมีเนื้อหาดังนี้ กระแสไฟฟ้า ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น และพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นแบบทดสอบ 5 ตัวเลือก เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จำนวน 20 ข้อ โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสก่อนและหลังการทดลอง จำแนกตามกลุ่ม

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	M	SD	M	SD
กลุ่มทดลอง	5.14	1.98	11.72	3.80
กลุ่มควบคุม	4.83	1.67	9.97	3.63
Total	4.98	1.82	10.84	3.59

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส พบว่าค่าเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน แต่ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน

Ref. code: 25636119030044EVW

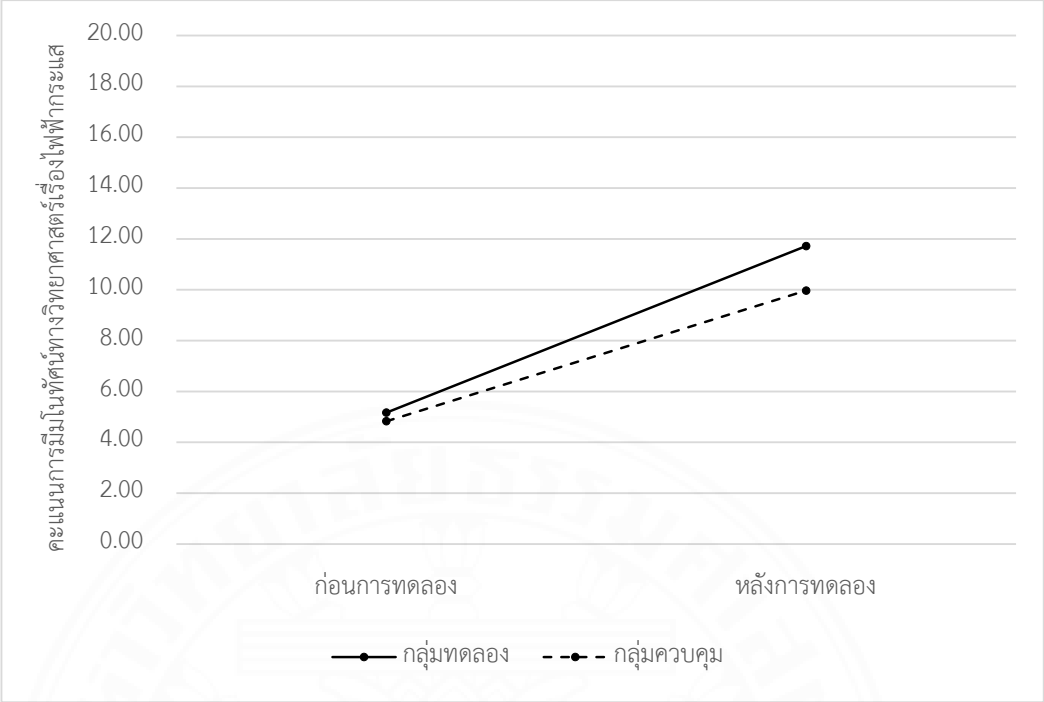
ตารางที่ 4.3

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบมีการวัดซ้ำของคะแนนการมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส ก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-Value	η^2
ความแปรปรวนภายในบุคคล						
ครั้งที่วัด (ก่อน-หลังการทดลอง)	996.55	1	996.55	147.93	<.001	.725
ครั้งที่วัด x กลุ่ม	15.21	1	15.21	2.26	.139	.039
ความคลาดเคลื่อนภายในบุคคล	377.24	56	6.74			
ความแปรปรวนระหว่างบุคคล						
กลุ่ม (กลุ่มทดลอง-ควบคุม)	31.03	1	31.03	3.48	.067	.059
ความคลาดเคลื่อนระหว่างบุคคล	499.10	56	8.91			

จากตารางที่ 4.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบมีการวัดซ้ำของคะแนนการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่วัดกับกลุ่มที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=2.26, p=.139) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันมีประสิทธิผลต่อการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสไม่แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ปกติ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาประสิทธิผลของการสอนทั้งสองแบบพบว่า ก่อนเรียนและหลังเรียนนักเรียนมีผลการเรียนที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=147.93, p < .001, η^2 = .725) และเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างกลุ่มนั้น ผู้วิจัยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=3.48, p=.067) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของคะแนนผู้วิจัยได้แสดงในภาพที่ 4.1

Ref. code: 25636119030044EVW



ภาพที่ 4.1 คะแนนการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดลอง

4.2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อเมตาคอกนิชันของผู้เรียน

ผู้วิจัยวัดเมตาคอกนิชันของผู้เรียน ซึ่งประกอบไปด้วยการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมิน โดยใช้แบบสอบถามมีจำนวน 12 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 1, 2, 3, 4 และ 5 และนำไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเมตาคอกนิชันมาเปรียบเทียบซึ่งแสดงให้เห็นดังตารางที่ 4.4

Ref. code: 25636119030044EVW

ตารางที่ 4.4

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	M	SD	M	SD
กลุ่มทดลอง	3.53	0.47	3.93	0.56
กลุ่มควบคุม	3.16	0.54	3.31	0.57
Total	3.35	0.53	3.62	0.64

จากตารางที่ 4.4 พบว่า คะแนนเมตาคอกนิชันเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 3.53 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 3.93 จะเห็นได้ว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนกลุ่มทดลองยังมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 3.93 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 3.31 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบมีการวัดซ้ำของคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังเรียนเพื่อทดสอบสมมติฐานซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบมีการวัดซ้ำของคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-Value	η^2
ความแปรปรวนภายในบุคคล						
ครั้งที่วัด (ก่อน-หลังการทดลอง)	2.16	1	2.16	25.40	<.001	.312
ครั้งที่วัด x กลุ่ม	0.43	1	0.43	5.21	.026	.085
ความคลาดเคลื่อนภายในบุคคล	4.76	56	0.09			
ความแปรปรวนระหว่างบุคคล						
กลุ่ม (กลุ่มทดลอง-ควบคุม)	7.25	1	7.25	14.86	<.001	.210
ความคลาดเคลื่อนระหว่างบุคคล	27.32	56	0.49			

Ref. code: 25636119030044EVW

จากตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบมีการวัดซ้ำของคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่วัดกับกลุ่มที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (F=5.21, p=.026, η^2 = .085) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม หรือกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนของสองกลุ่มนี้มีประสิทธิผลต่อเมตาคอกนิชันที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์อิทธิพลอย่างง่าย (Simple Main Effect) ในตารางที่ 4.6 และ 4.7 ต่อไป

ตารางที่ 4.6

เปรียบเทียบคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลองจำแนกตามกลุ่ม

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		F	p-value	η^2
	M	SD	M	SD			
กลุ่มทดลอง	3.53	0.47	3.93	0.56	26.80	<.001	.324
กลุ่มควบคุม	3.16	0.54	3.31	0.57	3.81	.056	.064

จากตารางที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคะแนนเมตาคอกนิชันก่อนและหลังการทดลอง โดยพบว่า คะแนนเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงจาก 3.53 เป็น 3.93 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (F = 26.80, p < .001, η^2 = .324) ในขณะที่คะแนนเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงจาก 3.16 เป็น 3.31 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=3.81, p = .056) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างเมตาคอกนิชันนั้นช่วยเสริมสร้างให้เกิดเมตาคอกนิชันได้จริง

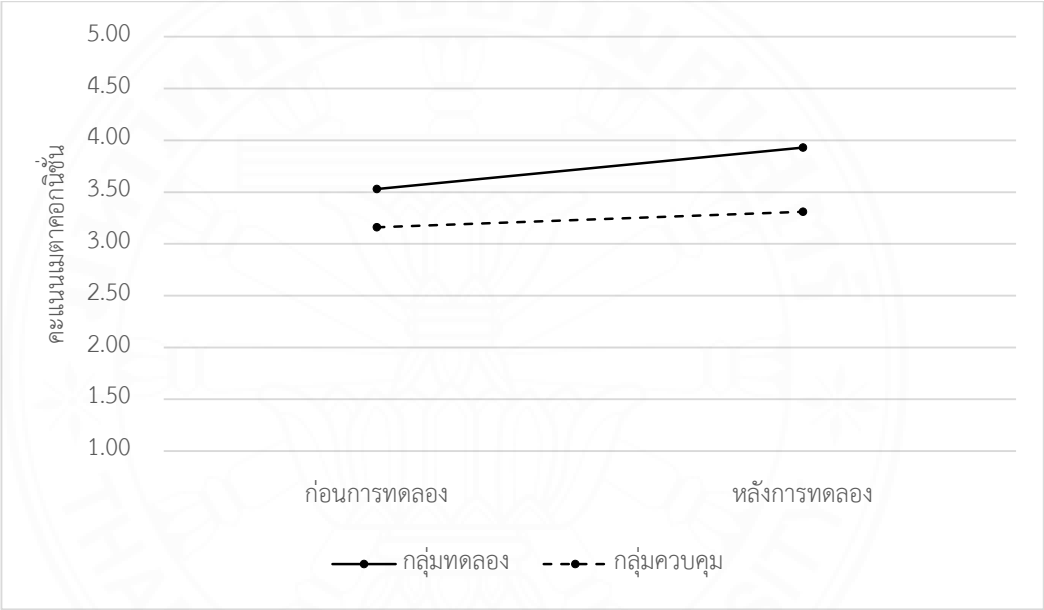
ตารางที่ 4.7

เปรียบเทียบคะแนนเมตาคอกนิชันระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในแต่ละช่วงของการวิจัย

ช่วงของการวิจัย	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		F	p-value	η^2
	M	SD	M	SD			
ก่อนการทดลอง	3.53	0.47	3.16	0.54	8.12	.006	.127
หลังการทดลอง	3.93	0.56	3.31	0.57	17.63	<.001	.239

Ref. code: 25636119030044EVW

จากตารางที่ 4.7 แสดงความแตกต่างของคะแนนเมตาคอกนิชันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยพบว่าในช่วงก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.37 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 8.12$, $p = .006$, $\eta^2 = .127$) และในช่วงหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.62 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 17.63$, $p < .001$, $\eta^2 = .239$) แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองความแตกต่างของคะแนนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีมากขึ้น สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันจริง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของคะแนนผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงคะแนนเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดลอง

4.3 ผลการสนทนากลุ่ม

ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนกลุ่มทดลองเพื่อสัมภาษณ์ ซึ่งมีแนวคำถาม 3 ประเด็น ได้แก่ ความรู้สึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน การใช้กระบวนการเมตาคอกนิชัน และผลที่ได้จากการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ทั้งนี้ผลการสัมภาษณ์มีดังนี้

Ref. code: 25636119030044EVW

4.3.1 ความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และถามถึงความรู้สึกของนักเรียนเมื่อได้เริ่มเข้าร่วมทดลองในกระบวนการเรียนรู้พบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยมีความรู้สึกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกนักเรียนรู้สึกดีต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวดังจะเห็นได้จากคำสัมภาษณ์ของนักเรียนที่ว่า “การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้มีการทบทวนกระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เข้าใจในเรื่องนั้น ๆ มากขึ้น และไม่ต้องมานั่งอ่านหนังสือหนักก่อนสอบ” กลุ่มที่สองนักเรียนรู้สึกเบื่อกับกระบวนการเรียนรู้ จากคำสัมภาษณ์ของนักเรียนที่ว่า “ต้องวางแผนกระบวนการเรียนรู้ก่อนเรียนทุกครั้ง ช่วงเวลาที่เรียนในบางครั้งสั้นเกินไปทำให้ไม่สามารถเขียนอะไรออกมาได้ ในขั้นตอนการเขียนสะท้อนคิดไม่รู้ว่าจะเขียนอะไร เมื่อลองนำกลับไปเขียนที่บ้านพบว่าจำกระบวนการเรียนรู้ที่โรงเรียนไม่ได้”

4.3.2 การใช้กระบวนการเมตาคอกนิชัน

จากการจัดกระบวนการเมตาคอกนิชันพฤติกรรมการเรียนในชั้นเรียนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น กล่าวคือนักเรียนพยายามเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มขึ้น สนใจในเนื้อหาการเรียนรู้และตระหนักรู้ในตนเองมากขึ้น กระบวนการเรียนรู้ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน การตรวจสอบและการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ขั้นตอนการวางแผนการเรียนรู้เป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนตั้งเป้าหมายการเรียนรู้และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ในห้องเรียนมากขึ้น จากคำสัมภาษณ์ที่ว่า “ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้โดยเขียนเป็นรายการและพยายามทำให้ได้ตามเป้าหมาย เพื่อให้รู้ขอบเขตในการเรียนแต่ละครั้ง ในการตั้งเป้าหมายจะทำให้รู้สึกว่ามีความหวังในชั่วโมงเรียนนั้น ๆ” นอกจากนี้ยังมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งรู้สึกไม่อยากวางแผนการเรียนรู้เนื่องจากการเรียนในชั่วโมงก่อนหน้ามีเนื้อหาที่ค่อนข้างยากทำให้เหนื่อยล้าต่อการวางแผนการเรียนรู้ ดังคำสัมภาษณ์ที่ว่า “น่าจะเขียนบันทึกการเรียนรู้สัปดาห์ละครั้งก็พอเพราะบางทีรู้สึกเหนื่อยกับคาบเรียนก่อนหน้า” ในขั้นการตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองนักเรียนมีบางครั้งไม่เป็นไปตามแผนการเรียนรู้ที่วางไว้ จึงมีแนวทางใหม่คือเริ่มวางแผนการเรียนรู้ใหม่และเข้มงวดกับกระบวนการเรียนรู้ยิ่งขึ้น ในขั้นตอนนี้นักเรียนรับรู้ได้ว่าตนเองไม่รู้อะไรในเรื่องที่เรียนตอนนั้น ดังคำสัมภาษณ์ที่ว่า “ในขั้นตอนการวางแผนเราไม่ได้กดดันตัวเองมาก หากตรวจสอบแล้วไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ก็เริ่มต้นใหม่อาจจะเป็นสัปดาห์หน้าแต่บางทีก็รีบหาคำตอบทันทีเลย อาจจะถามเพื่อหรือถามอาจารย์ในช่วงเวลานั้น” ในขั้นตอนการประเมินกระบวนการเรียนรู้ของตนเองส่วนใหญ่ดีนักเรียนเข้าใจและรับรู้กระบวนการเรียนรู้ของตนเองยิ่งขึ้น ดังคำสัมภาษณ์ที่ว่า “ประเมินโดยการให้คะแนนตนเองจาก 1-100 คะแนน แต่ส่วนใหญ่คะแนนประเมินตนเองจะอยู่ในช่วง 70-100 คะแนน”

Ref. code: 25636119030044EVW

4.3.3 ผลที่ได้จากการจัดกระบวนการเรียนรู้

จากการได้เข้าร่วมการทดลองดังกล่าวพบว่านักเรียนรับรู้ถึงกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนมีการนำกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวไปทดลองใช้กับวิชาอื่น โดยการตั้งเป้าหมายนี้ไม่ได้เขียนออกมาเป็นรายการแต่จะคิดไว้ในใจ จากคำสัมภาษณ์ที่ว่า “หนูก็ว่ากระบวนการเรียนรู้นี้ก็ดี ทำให้รู้ว่าต้องใช้วิธีใดเรียนรู้กับเรื่องใด บางทีวิธีการเรียนรู้เดียวไม่สามารถใช้ได้กับทุกเรื่อง” นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่คิดว่าเวลาเป็นสิ่งสำคัญต่อการจัดกระบวนการดังกล่าวดังคำสัมภาษณ์ที่ว่า “หากใช้เวลาในการจัดกระบวนการเรียนรู้นานกว่านี้ก็คงดี จะได้มีเวลาทบทวนตนเองมากขึ้น”

Ref. code: 25636119030044EVW

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสและเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสของนักเรียน 2) เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อเมตาคอกนิชันของนักเรียน ผู้เข้าร่วมการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 58 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันจำนวน 29 คนกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E แบบปกติ 29 คน ทั้งสองกลุ่มใช้ระยะเวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ 18 คาบ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลองด้วยแบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส และแบบวัดเมตาคอกนิชันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

5.1 สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมคอกนิชันทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสหลังการทดลองเพิ่มขึ้นก่อนการทดลอง เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมคอกนิชันทำให้นักเรียนมีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง ซึ่งแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E แบบปกติ

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อเมตาคอกนิชันและมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส ซึ่งมีประเด็นในการนำเสนอ 2 ประเด็นคือ 1) ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E

Ref. code: 25636119030044EVW

ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส 2) ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อเมตาคอกนิชัน

1) ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสสูงขึ้น และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E มีผลของมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสสูงขึ้นเช่นเดียวกัน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพบกับสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาส่งผลให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่พบได้ และให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลหรือหาหลักฐานโดยการรวบรวมข้อมูลดังกล่าวจะอยู่ในขั้นการเรียนรู้ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายเป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองโดยใช้แบบจำลองการทดลอง ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติ สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง นอกจากนี้ในขั้นการเรียนรู้ที่ 4 ขั้นขยายความรู้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้อภิปรายผลการทดลองร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยน มโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่ได้กับผู้อื่น ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระจ่างในบทเรียนยิ่งขึ้น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีผลไม่แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติเนื่องจากช่วงระยะเวลาในการทดลองน้อยไป หากมีระยะเวลาในการทดลองนานกว่าเดิมอาจส่งผลให้เห็นถึงความต่างของการมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแสด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับ Lena Duran and Emilio Duran (2004) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง ทั้งนี้หากนำกลวิธีเมตาคอกนิชันซึ่งเป็นกลวิธีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถรับรู้วิธีการเรียนรู้ของตนเองได้แทรกเข้าไปในกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E อาจส่งผลให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าเดิม สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์, (2544) ที่กล่าวว่า เมตาคอกนิชันช่วยให้ผู้เรียนที่มีระดับความรู้ต่ำ พัฒนาให้มีระดับการเรียนรู้สูงขึ้น

2) ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันต่อเมตาคอกนิชันของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่ามีเมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนการทดลองและมีเมตาคอกนิชันสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลของคะแนนเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเมตาคอกนิชันแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเมตาคอกนิชันสูงกว่า เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันสูงขึ้น

Ref. code: 25636119030044EVW

ในการจัดกิจกรรมมีขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนออกแบบการเรียนรู้ของตนเองส่งผลให้ผู้เรียนมีเป้าหมายในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ในขั้นการตรวจสอบผู้เรียนได้ตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ของตนเองในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะรับรู้ถึงความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้ของตนเอง และในขั้นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนจะได้ประเมินผลการจัดการบวนการเรียนรู้ของตนเอง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะรับรู้ได้ว่าในการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ ต้องใช้วิธีการเรียนรู้แบบใด

จะเห็นได้ว่าขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันส่งผลต่อการรับรู้กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้ผู้เรียนค้นพบวิธีการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องที่เรียน นักเรียนรู้ว่าควรรู้อะไรก่อนเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ อีกทั้งนักเรียนยังได้ทบทวนกระบวนการเรียนรู้ของตนเองในแต่ละครั้งด้วย สอดคล้องกับนัตพงษ์ อนงค์เวชและชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2561) ศึกษาผลการใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับประสบการณ์ทางเมตาคอกนิชันในรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์พบว่า ผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสิโรตม์ บุญเลิศ ทำการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสะท้อนเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนมติทางวิทยาศาสตร์และเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนมัธยมปลาย พบว่านักเรียนมีผลเมตาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ระดับร้อยละ 60

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันยังช่วยพัฒนาเมตาคอกนิชันของผู้เรียน เนื่องจากนักเรียนมีการวางแผน ตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองทุกครั้งที่เรียน อีกทั้งครูได้ฝึกให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนระบุสิ่งใดที่รู้แล้วและสิ่งใดยังไม่รู้ จากนั้นบันทึกวิธีคิดของตนเอง เพื่อสะท้อนถึงสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนได้ทบทวนกระบวนการเรียนรู้ของตนเองบ่อยขึ้น อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังส่งผลให้นักเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว เมื่อพบปัญหาในกระบวนการเรียนรู้นักเรียนจะสามารถรับแก้ไขปัญหาของตนเองได้ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนให้สูงขึ้น จะส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดบางอย่าง เนื่องจาก Covid-19 จึงทำให้กระทรวงศึกษาธิการออกคำสั่งให้โรงเรียนในกรุงเทพฯ และปริมณฑลเปิดเรียนได้แต่จำกัดจำนวนนักเรียนไม่เกิน 25 คนต่อชั้นเรียน จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เข้ากับปัญหาและสถานการณ์ในปัจจุบันดังนี้

Ref. code: 25636119030044EVW

- การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนของทางโรงเรียนที่ปฏิบัติตามข้อกำหนดของรัฐบาลจึงทำให้การเรียนรู้ในห้องเรียนมีนักเรียน 25 คน นักเรียนบางส่วนต้องเรียนออนไลน์ ในการเรียนออนไลน์นักเรียนอาจจะควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้ยาก ส่งผลให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้ของตนเองไม่เต็มที่

- การจัดการเรียนมีการปรับเปลี่ยนแผนการเรียนรู้เนื่องจากบางกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลองไม่สามารถทำได้โดยตรง แต่ต้องอาศัย simulation ในการทดลองซึ่งอาจทำให้นักเรียนเข้าใจในระดับหนึ่งแต่มิได้ทำให้เข้าใจในบทเรียนอย่างเต็มที่ ดังคำกล่าวของนักเรียนที่ว่า “simulation ก็ทำให้หนูเข้าใจแต่หนูอยากทำการทดลองมากกว่า หนูคิดว่าหนูน่าจะเข้าใจมากขึ้น”

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการนำการวิจัยไปใช้

1) งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาเมตาคอกนิชันของผู้เรียน ดังนั้นผู้สอนควรอธิบายรูปแบบการบันทึกผลในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและบันทึกการเรียนรู้ของตนเองในแต่ละขั้นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในการจัดการเรียนรู้จะต้องเน้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ของตัวเองในแต่ละคาบเรียน

2) ผู้สอนควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้และควรให้ผู้เรียนมีเวลาบันทึกผลการเรียนรู้ของตนเองอย่างเพียงพอ

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันกับรายวิชาอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลของเมตาคอกนิชันและมโนทัศน์ของเรื่องนั้น ๆ

2) ควรจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชันของผู้เรียน ซึ่งอาจใช้เวลาในการทดลองให้นานขึ้น เพื่อให้นักเรียนฝึกกระบวนการเมตาคอกนิชันมากขึ้น อาจจะส่งผลให้ผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายยิ่งขึ้น

Ref. code: 25636119030044EVW

รายการอ้างอิง

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). *5 คุณลักษณะสำคัญการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry)*. สืบค้นจาก http://sciedcenter.swu.ac.th/ Portals/25/ Documents /News/5 Essential features of inquiry_Kamonwan.pdf? times tamp =14344400 07462.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชันมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะวิทยาศาสตร์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2552). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 11*(1), 33-45.

ณัฏฏ์ฐนัฐ เฉลิมสุข. (2550). *การสร้างแบบวัดแบบเมต้า (Metacognition) ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4: กรณีศึกษาจังหวัดสระบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา.

ดำเนิน ยาท้วม. (2548) *ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา.

ทิศนา แขมณีและคณะ (2544). *วิทยาการด้านการคิด.* (1). กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

ธนธัญ ฝีมือสาร, ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ และวรากร เฮ้งปัญญา. (2560). ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED), 12*(1), 384-401.

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล, ณสรรค์ ผลโภค, และ มนัส บุญประกอบ. (2558). การพัฒนาแบบทดสอบอภิปัญญาวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปี่ที่ 3. *วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม, 11*(2), 293-305.

นิคม ทองบุญ. (2542). *มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดพัทลุง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, คณะวิทยาศาสตร์ศึกษา, ฟิสิกส์การศึกษา และการสอน.

เบญจวรรณ จุลดาลัย และ จารุณี ชามาตย์. (2558). การศึกษาความเข้าใจมโนมติเรื่องไฟฟ้ากระแสตรงด้วยมัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 9*(4), 83-91.

พัณนิดา มิ่งมิตร, สายรุ้ง ซาวสุภา} และ วรากร เฮ้งปัญญา. (2560). ผลของแนวทางการแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, *12*(1), 139-154.

พาสนา จุลรัตน์. (2556). เมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้. *วารสารวิชาการศึกษา*, *14*(1), 1-17.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ยุทธการ สืบแก้ว. (2551). *การพัฒนาแบบวัดอภิปัญญา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา.

ราม ติวารี. (2554). สอนฟิสิกส์อย่างไรให้ผู้เรียนเข้าใจจริง. *นิตยสาร สสวท*. *39*(172), 40-43.

ศศิธร เยื่อใย, ธิติยา บงกชเพชร และปราณี นางงาม. (2563) การพัฒนาอภิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัยพิชญทรรศน์. 15*(2). 149-158.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). *ประกาศผลสอบ O-NET*. สืบค้นจาก https://www.niets.or.th/th/catalog/view/2989.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สิโรตม์ บุญเลิศ. (2555). *ผลการใช้รูปแบบการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสะท้อนอภิปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนมติทางวิทยาศาสตร์ และอภิปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, คณะศึกษาศาสตร์, สาขาหลักสูตรและการสอน.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2559). *การออกแบบการสอน.* ขอนแก่น: เพ็ญพริ้นติ้ง.

สุระ วุฒิพรหม. (2547). ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์เพื่อให้ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 32*(130), 20-23.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิดลน์ เจริญอักษร, สุพัฒน์พงษ์ ดำรงรัตน์ และจิตรา เกตุแก้ว. (2560). การพัฒนาการเรียนรู้เรื่องประจุและชนิดของประจุไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนครสาขามนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์, 12*(2), 234-249.

Bybee, R., Taylor, J. et al. (2006). *The BSCS 5Einstructional model: Origins and effectives.* Colorado Sprinhg, CO: BSCS.

Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961,doi: 10.1080/ 09500690902890130.

Creswell, J. W. & Plano Clark, V.L (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. United States of America: SAGE Publications.

Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E Instructional Model: A Learning Cycle Approach for Inquiry-Based Science Teaching. *The Science Education Review. 3*(2), 49-58.

Gourgey, A. F. (1998). Metacognition in basic skills instruction. *Instructional Science*, *1-2*(26), 81–96.

Hogan, M. J. et al. (2015). *Metacognitive Skill Development and Applied Systems Science: A Framework of Metacognitive Skills, Self-regulatory Functions and Real-World Applications*. Springer International Publishing Switzerland. (Vol.4) doi 10.1007/978-3-319-11062-23_4.

Martinez, M. E. (2006). What is metacognition? *Phi Delta Kappan*, *9*(87), 696-699.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standard: Aguide for teaching and learning*. Washington, D.C.: national Academy Press.

Schaw G., & Moshman (1995). Metacognitive Theories. *Educational Psychology Review*, *7*(4) 351-371.

Schraw et al. (2012). *Metacognitive Knowledge and Field-based Science Learning in an Outdoor Environmental Education Program*.

Seraphin, K. D., Philippoff, J., Kaupp, L., & VallinScience, L. M. (2012). Metacognition as means to increase the effectiveness of inquiry-based. *Science Education International, 4*(23), 366-382.

Sunita Singh & Sangeeta Yaduvanshi. (2015). Constructivism in Science Classroom: Why and How. *International Journal of Scientific and Research Publications*, *5*(3), 1-5.

Ref. code: 25636119030044EVW

ภาคผนวก

Ref. code: 25636119030044EVW

ภาคผนวก ก
แผนการเรียนรู้
เอกสารประกอบการเรียนการสอน
แบบบันทึกการเรียนรู้

Ref. code: 25636119030044EVW

แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

****

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา ฟิสิกส์ 4 **รหัสวิชา** 32202 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 5

ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2563 **เวลา** 2 คาบ 100 นาที

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์

ผลการเรียนรู้

ทดลองและอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทาน เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

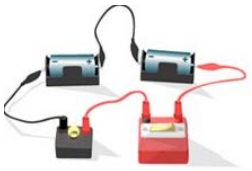
ทดลองเพื่ออภิปรายและสรุปกฎของโอห์มรวมทั้งนำความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของโอห์มไปคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

สาระสำคัญ

กฎของโอห์ม (Ohm's law) ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำ เขียนในรูปสมการได้เป็น เมื่อ $I = \frac{1}{R} \Delta V$ เมื่อ R เป็นค่าคงตัวซึ่งเป็นความต้านทานไฟฟ้า (หรือความต้านทาน) ของลวดตัวนำ ทั้งนี้ กฎของโอห์มเป็นจริงสำหรับตัวนำและอุปกรณ์บางชนิดเท่านั้น

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ



ครูสาธิตการต่อวงจร โดยต่อจำนวนแบตเตอรี่ที่ต่อกันแบบอนุกรม และต่อเข้ากับหลอดไฟ โดยใช้สายไฟต่อเข้าแบตเตอรี่และหลอดไฟดังรูป จากนั้นเปลี่ยนจำนวนแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมกันและต่อกับหลอดไฟ และสาธิตการเปลี่ยนสายไฟที่ต่อระหว่างแบตเตอรี่กับหลอดไฟเป็นตัวนำ โลหะชนิดอื่น เช่น ช้อนอะลูมิเนียม แผ่นทองแดง ลวดเหล็ก หรือ ลวดนิโครม แล้วตั้งคำ ถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ดังนี้

ครูถาม “สำหรับวงจรไฟฟ้าที่มีชุดแบตเตอรี่ต่อกับหลอดไฟ เมื่อเพิ่มหรือลดจำนวนแบตเตอรี่ หลอดไฟจะให้ ความสว่างแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด”

แนวคำตอบ จำนวนแบตเตอรี่มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ หากเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่จะทำให้ความสว่างของหลอดไฟเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีกระแสไหลมากขึ้น

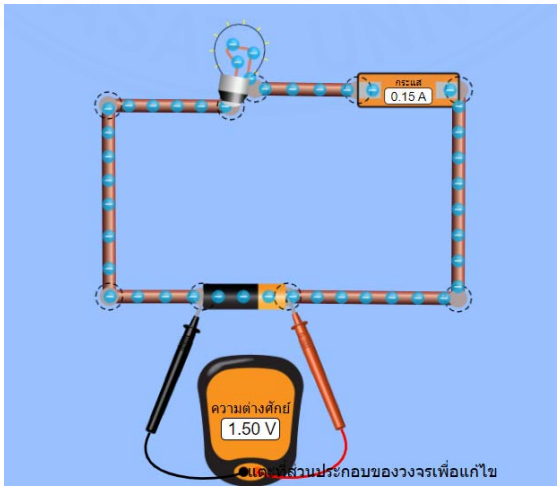
ครูถามต่อ “วงจรที่มีแบตเตอรี่เท่าเดิม หากเปลี่ยนสายไฟเป็นตัวนำโลหะชนิดอื่น กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใด”

จากนั้นครูถามต่อว่า “จำนวนแบตเตอรี่มีความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำอย่างไร และชนิดของวัสดุที่ใช้ทำลวดตัวนำส่งผลอย่างไรกับกระแสไฟฟ้าในวงจร”

ขั้นสำรวจ

ครูให้ผู้เรียนออกแบบการเรียนรู้ของตนเองโดยบันทึกลงในสมุดบันทึก โดยเริ่มจากการวางแผนและลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้ของตนเอง

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมทดลองเรื่องกฎของโอห์ม โดยต่อวงจรดังรูป



ขั้นอธิบาย

หลังจากทำกิจกรรมแล้วครูให้นักเรียนวิเคราะห์ผลที่ได้จากกราฟ ครูและนักเรียนร่วมกันดังนี้ กราฟที่ได้เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด แสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันในลักษณะแปรผันตามกัน

$$I \quad \alpha \quad V$$

ดังนั้น $I = kV$ (k เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน)

ในการทดลองนี้ ใช้ลวดนิโครมซึ่งเป็นตัวนำโลหะ ค่า k นี้ควรเกี่ยวข้องกับสมบัติทางไฟฟ้าของลวดนิโครมเส้นนี้ โดยถ้าค่า k มีค่ามาก แสดงว่ากระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำนั้นได้ดี หรือตัวนำนั้นมีความต้านทานน้อย และถ้าค่า k มีค่าน้อย แสดงว่ากระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำนั้นได้ไม่ดีนั่นคือตัวนำนั้นมีความต้านทานมาก

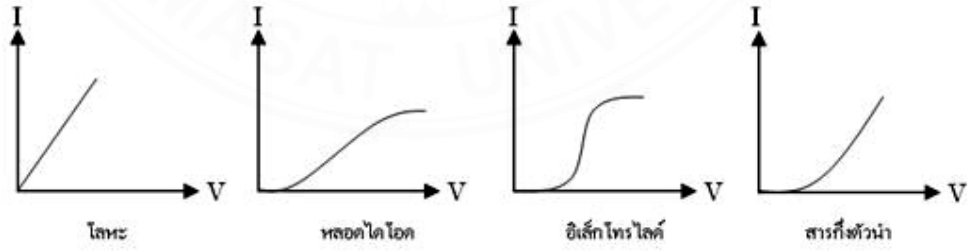
ถ้าให้ $K = \frac{1}{R}$ จะได้ $I = \frac{V}{R}$

หรือ $V = IR$

ค่าคงตัว R นี้เรียกว่า ความต้านทาน (resistance) ของลวดนิโครมที่ใช้ในการทำกิจกรรม

ขั้นขยายความรู้

ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในตัวนำ ไฟฟ้าชนิดอื่น ที่ไม่ใช่โลหะ เช่น อิเล็กโทรไลต์ สารกึ่งตัวนำ หลอดไดโอด และหลอดฟลูออเรสเซนต์ และสรุปได้ว่า ถึงแม้ว่าอุณหภูมิคงตัว กราฟความสัมพันธ์ ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ที่ได้ไม่เป็นเส้นตรง



ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่ากระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์เป็นไปตามกฎของโอห์มเฉพาะตัวนำและอุปกรณ์บางชนิดเท่านั้น

จากนั้นครูให้ผู้เรียนตรวจสอบวิธีการเรียนรู้ของตนเองว่าตรงตามแผนหรือไม่

ขั้นประเมินผล

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 2 เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง นอกจากนี้ครูให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเรียนรู้ของตนเองว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ พร้อมกับเขียนการสะท้อนคิดของตนเอง

วัสดุอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเข้าใช้เว็บไซต์

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

ใบความรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ใบงาน
แบบบันทึกการเรียนรู้
แบบบันทึก Reflection
ใบงานเรื่องกฎของโอห์ม

การวัดและประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ตรวจความถูกต้องของใบงาน	แบบฝึกทักษะความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ตรวจ	แบบบันทึก Reflection	-
ตรวจ	แบบบันทึกการเรียนรู้	-

Ref. code: 25636119030044EVW

แบบบันทึกหลังจากจัดการเรียนรู้

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นางสาวเพ็ญนภา หมีโต (ผู้วิจัย)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม. 5/.....เลขที่.....

กิจกรรมที่ 2 กฎของโอห์ม

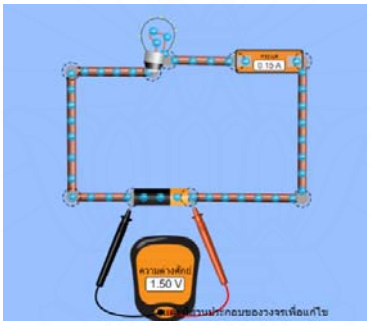
จุดประสงค์

ทดลองเพื่ออภิปรายและสรุปกฎของโอห์มรวมทั้งนำความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของโอห์มไปคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. เข้าเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_th.html ซึ่งเป็นแบบจำลองการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

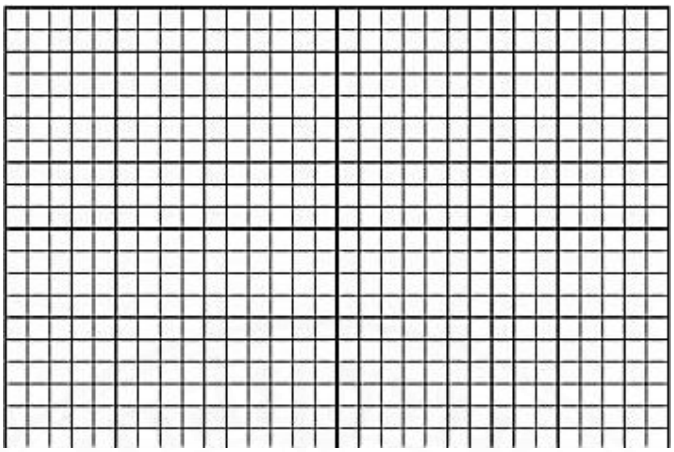
2. ให้นักเรียนปรับความต้านทาน 500 โอห์ม จากนั้นปรับถ่านไฟฉาย 1.5, 3, 4.5 และ 6 โวลต์แล้วบันทึกผลลงในตาราง



บันทึกผลการทดลอง

จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน)	ความต่างศักย์ (โวลต์)	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
1		
2		
3		
4		

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์



คำถามท้ายกิจกรรม

1. กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีลักษณะอย่างไร

.....

.....

2. จากกราฟที่ได้กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

3. จากกิจกรรมสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

เอกสารประกอบการเรียนรู้เรื่องกฎของโอห์ม

George Simon Ohm นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันพบว่า เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของลวดโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดโลหะนี้ ซึ่งจากการทดลองจะได้ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดโลหะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ระหว่างปลายทั้งสองของลวดโลหะ เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$I \quad \alpha \quad V$$

ดังนั้น $I = kV$

(k เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน)

ถ้าให้ $K = \frac{1}{R}$ จะได้ $I = \frac{V}{R}$

หรือ $\boxed{V = IR}$

กฎของโอห์มกล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิคงที่ ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านโลหะตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าย่อมมีค่าคงที่ เรียกว่า ความต้านทาน ความต้านทานไฟฟ้าเป็นค่าคงที่สำหรับลวดตัวนำตัวหนึ่ง ๆ เท่านั้น ความต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลต์ต่อแอมแปร์ หรือ โอห์ม (Ω)

นอกจากนี้ยังมีส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า ($\frac{1}{R}$) เรียกว่าค่าความนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็นต่อโอห์ม (Ω-1) หรือ ซีเมนส์ (S)

จากการทดลองยังพบว่าความต้านทานของลวดตัวนำตัวหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความยาวของลวดตัวนำพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำและชนิดของโลหะที่ใช้ทำตัวนำนั้น

Ref. code: 25636119030044EVW

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อ-สกุล.....ชั้นม. 5/.....เลขที่.....

บันทึกการเรียนรู้

1. วันนี้มีเป้าหมายการเรียนรู้อย่างไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีวิธีการเพื่อให้ไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ตรวจสอบตนเอง โดยดูว่าวิธีการที่นักเรียนเลือกไว้เป็นอย่างไร เป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามเป้าหมายนักเรียนมีวิธีการใหม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองโดยการให้คะแนน (0-100 คะแนน) การเรียนรู้ของตนเองในวันนี้

Ref. code: 25636119030044EVW

ชื่อ-สกุล.....ชั้นม. 5/.....เลขที่.....

บันทึกสะท้อนคิดของผู้เรียน

- ระหว่างเรียนนักเรียนรู้สึกอย่างไร และคิดเห็นอย่างไรกับตัวเองในช่วงเวลานั้น
- ในห้องเรียน เรียนเรื่องอะไรบ้าง สรุปได้ว่าอย่างไร
- สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้เป็นอย่างไรบ้าง สอดคล้อง หรือขัดแย้งกับความเชื่อเราอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส
- ตัวอย่างแบบวัดเมตาคอกนิชันของผู้เรียน

Ref. code: 25636119030044EVW

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม. 5/.....เลขที่.....

แบบทดสอบเมตาคอกนิชันก่อนเรียน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียน ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

รายการ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	เฉยๆ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. ฉันวางแผนก่อนที่ฉันจะเริ่มเรียนรู้เรื่องใหม่					
2. ฉันตรวจสอบระหว่างเรียนรู้ว่าฉันเข้าในเรื่องนั้นหรือไม่					
3. ฉันตัดสินใจก่อนเรียนได้ว่าฉันควรใช้วิธีใดในการเรียนรู้เรื่องหนึ่งๆ					
4. ฉันจะต้องรู้ภาพรวมของการเรียนรู้จากเวลาหนึ่งถึงเวลาหนึ่งว่าฉันจะได้เรียนรู้อะไรมากแค่ไหน					
5. หากการเรียนรู้นั้นไม่ประสบความสำเร็จฉันจะหาวิธีการอื่นที่จะทำให้เกิดประสิทธิผลเกิดขึ้น					
6. ฉันประเมินได้ว่ากลวิธีที่ฉันเลือกใช้เป็นอย่างไรและจะบรรลุผลหรือไม่					
7. ฉันรู้ถึงขอบเขตของปัญหาและรับรู้ได้ถึงระดับความยากง่ายของโจทย์ที่กำหนดให้					
8. ฉันสามารถควบคุมตนเองให้เรียนรู้ในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้					
9. ฉันรู้ว่าต้องใช้เวลาเท่าไรในการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง					
10. ฉันกำหนดเป้าหมายก่อนเรียนรู้เรื่องใหม่					
11. ฉันสามารถลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ของตนเองได้					
12. เมื่อจบบทเรียนถามตนเองว่าฉันเรียนรู้ได้ตามเป้าหมายหรือไม่					

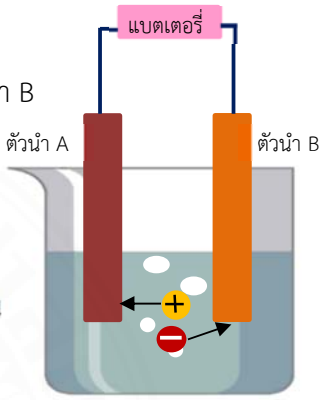
แบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้ากระแส

รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 นาที

คำชี้แจง : ข้อสอบปรนัย 20 ข้อ 5 ตัวเลือก

คำสั่ง : ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จากรูปที่กำหนดให้ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง



1. กระแสไฟฟ้าในสารละลายจะเคลื่อนจากตัวนำ A ไปยังตัวนำ B
2. กระแสอิเล็กตรอนจะเคลื่อนจากตัวนำ B ไปยังตัวนำ A
3. ตัวนำ A มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าตัวนำ B
4. ตัวนำ A คือสังกะสี ตัวนำ B คือตะกั่ว
5. กระแสไฟฟ้าจะหยุดไหลเมื่อตัวนำทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

2. “กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในลวดตัวนำ เมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในลวดตัวนำจำนวนของอิเล็กตรอนอิสระจะเท่าเดิมเสมอ” จากข้อความดังกล่าวเป็นจริงหรือไม่เพราะเหตุใด

1. จริง เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งใด ๆ ในวงจรจะมีอิเล็กตรอนที่อยู่ถัดไปเข้ามาแทนที่

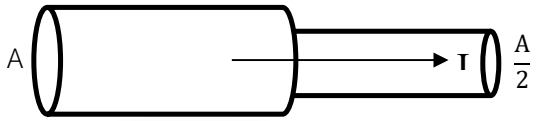
2. จริง อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในวงจร ทำให้มีอิเล็กตรอนเท่าเดิมเสมอ

3. จริง อิเล็กตรอนจากตัวนำอื่นที่ไม่ได้อยู่ในวงจรหลุดมาแทนที่อิเล็กตรอนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ในวงจร

4. ไม่จริง อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ในวงจรจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเพิ่มขึ้น

5. ไม่จริง อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งใด ๆ ในวงจรจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไป

3. “กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ” ถ้าลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีขนาดไม่สม่ำเสมอ โดยในส่วนแรกมีพื้นที่หน้าตัด A และส่วนที่สองมีพื้นที่หน้าตัดเป็นครึ่งนึงของส่วนแรก และมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำดังรูป



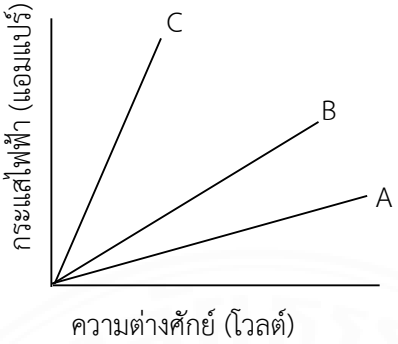
ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

1. กระแสไฟฟ้าในส่วนแรกจะมีค่ามากกว่าเนื่องจากส่วนแรกมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าส่วนที่ 2
2. ส่วนที่สองจะมีความเร็วลอยเลื่อนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของส่วนแรก
3. ทั้งสองส่วนมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน
4. ทั้งสองส่วนมีค่าความต้านทานเท่ากัน
5. ไม่มีข้อถูก

4. ลวดตัวนำ มีพื้นที่หน้าตัด 4 ตารางมิลลิเมตร ถ้าอิเล็กตรอนอิสระในลวดตัวนำ เคลื่อนที่จนกระทั่งทำให้มีประจุไฟฟ้าลัพธ์ขนาด 10x10-3 คูลอมบ์ ผ่านพื้นที่หน้าตัดในเวลา 20 วินาที กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำมีค่าเป็นเท่าใด

1. 10 แอมแปร์
2. 5 x 10-4 แอมแปร์
3. 2.5 x 10-4 แอมแปร์
4. 1.5 x 10-4 แอมแปร์
5. 1 x 10-5 แอมแปร์

5. ลวดตัวนำ A, B และ C แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ดังรูป



จากกราฟข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

1. ความต้านทานของลวด A B และ C มีค่าเท่ากัน
2. ความต้านทานของลวด B มีค่าความต้านทานมากกว่าลวด A
3. ความต้านทานของลวด B และ C มีค่าเท่ากัน
4. ความต้านทานของลวด A มีค่าสูงสุด
5. ลวดตัวนำ C ไม่มีความต้านทาน

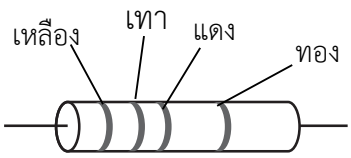
6. สายไฟ 2 เส้นซึ่งเป็นตัวนำชนิดเดียวกัน และมีความต้านทานเท่ากัน สายไฟเส้นที่ 1 มีพื้นที่หน้าตัดเป็น 3 เท่าของสายไฟเส้นที่สอง อัตราส่วนของความยาวของเส้นที่ 1 ต่อเส้นที่สองเป็นเท่าใด

1. 1:2
2. 1:3
3. 2:3
4. 3:1
5. 2:1

7. ลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 9 โอห์ม ถ้านำลวดเส้นนี้ถูกรีดให้เล็กลงจนมีความยาวเป็น 3 เท่าของความยาวเดิม ความต้านทานของลวดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นเท่าใด

1. ลดลง 3 เท่า
2. เพิ่มขึ้น 3 เท่า
3. ลดลง 9 เท่า
4. เพิ่มขึ้น 9 เท่า
5. เพิ่มขึ้น 12 เท่า

8.

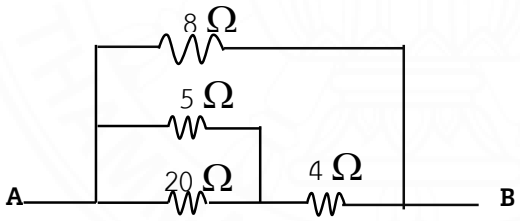


ตัวต้าทานดังกล่าวมีค่าเท่าใด

1. 4.8 kΩ
2. 48.2 kΩ
3. 482 kΩ
4. 48.2 $\pm$5 % kΩ
5. 4.56 ถึง 5.04 kΩ

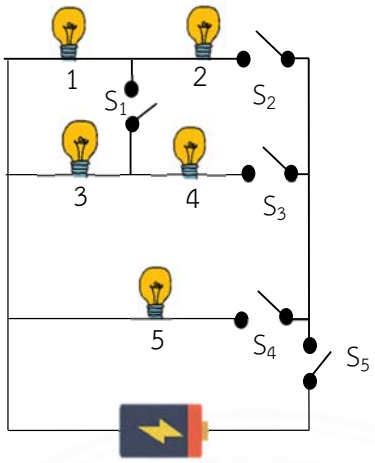
รหัสสี	ตำแหน่ง 1	ตำแหน่ง 2	ตัวคูณ	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
ดำ	0	0	1	20%
น้ำตาล	1	1	10	1%
แดง	2	2	100	2%
ส้ม	3	3	1,000	-
เหลือง	4	4	10,000	-
เขียว	5	5	100,000	0.5%
น้ำเงิน	6	6	1,000,000	0.25%
ม่วง	7	7	-	0.1%
เทา	8	8	-	0.05%
ขาว	9	9	-	-
ทอง	-	-	0.1	5%
เงิน	-	-	0.01	10%

9. ความต้านทานระหว่าง A – B มีค่าเท่าใด



1. 37 โอห์ม
2. 12 โอห์ม
3. 8 โอห์ม
4. 5.3 โอห์ม
5. 4 โอห์ม

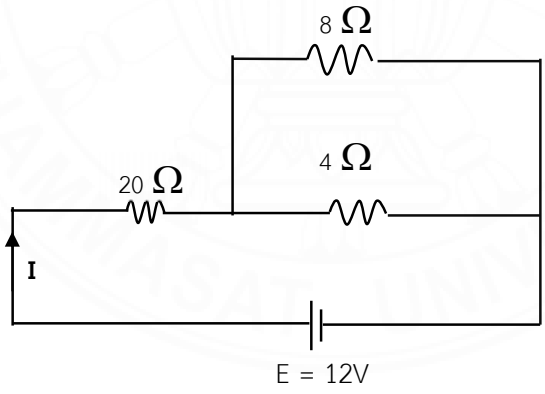
10.



จากวงจรดังรูปหากสับสวิตซ์ S1, S2 และ S5 หลอดไฟดวงใดสว่างที่สุด

1. หลอดไฟดวง 1, 2 และ 3
2. หลอดไฟดวงที่ 1 และ 2
3. หลอดไฟดวงที่ 1 และ 3
4. หลอดไฟดวงที่ 2
5. หลอดไฟดวงที่ 2 และ 3

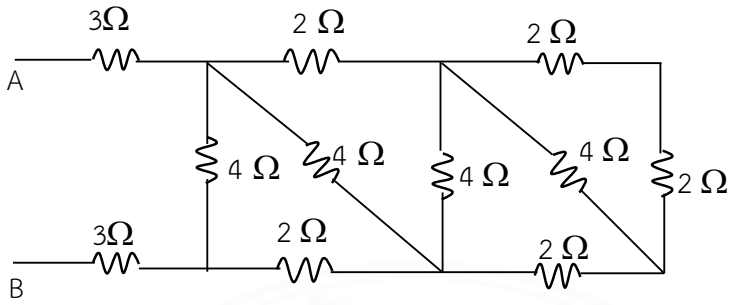
11.



กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R = 4 โอห์มมีค่าเป็นเท่าใด

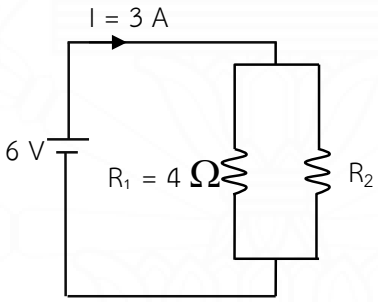
1. 1 แอมแปร์
2. 0.5 แอมแปร์
3. 0.35 แอมแปร์
4. 0.25 แอมแปร์
5. 10 แอมแปร์

12. จากวงจรดังรูปต้านทานจากจุด A-B มีค่าเป็นเท่าใด



1. 17.0 โอห์ม
2. 8 โอห์ม
3. 4 โอห์ม
4. 3 โอห์ม
5. 2โอห์ม

13.



กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R1 มีค่าเป็นกี่แอมแปร์

1. 0.5 แอมแปร์
2. 1 แอมแปร์
3. 1.5 แอมแปร์
4. 2 แอมแปร์
5. 2.5 แอมแปร์

18. ชายคนหนึ่งนำหลอดไฟขนาด 16 วัตต์ 16 โวลต์ มาต่ออนุกรมกับหลอดขนาด 6 วัตต์ 6 โวลต์ แล้วนำไปต่อกับแบตเตอรี่ 9 โวลต์ ซึ่งมีความต้านทานภายในน้อยมาก เมื่อเปิดหลอดไฟเป็นเวลา 10 นาทีหลอดไฟทั้งสองหลอดใช้พลังงานไปเท่าไร

1. 3.70 จูล
2. 60 จูล
3. 600 จูล
4. 1,200 จูล
5. 2,208 จูล

19. “พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน คือพลังงานที่นำมาใช้ทดแทนพลังงานหลัก” พลังงานทดแทนชนิดในที่ไม่สร้างมลพิษขณะใช้งาน

1. พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล
2. พลังงานนิวเคลียร์
3. พลังงานแสงอาทิตย์
4. พลังงานปิโตเลียม
5. พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลและพลังงานชีวมวล

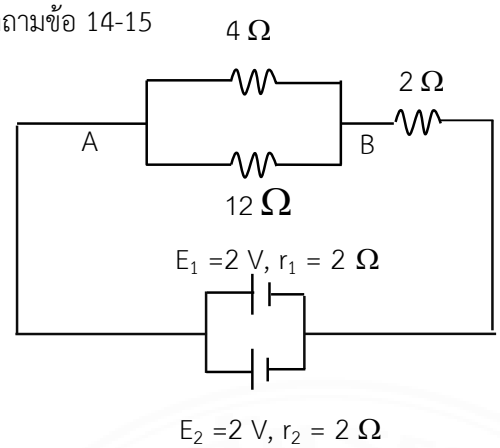
20. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

ก. แสงอาทิตย์ → แผงโซล่าเซลล์ → แบตเตอรี่ → อินเวอร์เตอร์ → เครื่องใช้ไฟฟ้า
ข. พลังงานลม → กังหันลม → เครื่องกำเนิดไฟฟ้า → เครื่องใช้ไฟฟ้า
ค. เผาชีวมวล → ต้มน้ำเดือด → กังหัน → เครื่องกำเนิดไฟฟ้า → เครื่องใช้ไฟฟ้า
ง. เครื่องปฏิกรณ์นิเคลียร์ → กังหัน → เครื่องกำเนิดไฟฟ้า → ถังหล่อเย็น

ข้อใดถูกต้อง

1. ก และ ข
2. ข และ ค
3. ค และ ง
4. ก, ข และ ง
5. ถูกทุกข้อ

ใช้รูปตอบคำถามข้อ 14-15



14. จากวงจรดังรูปกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเป็นเท่าใด

1. 0.15 แอมแปร์ 2. 0.33 แอมแปร์ 3. 0.45 แอมแปร์
4. 1.33 แอมแปร์ 5. 2.45 แอมแปร์

15. จากรูปจงหาความต่างศักย์ระหว่างจุด A และจุด B

1. 0.5 โวลต์ 2. 1 โวลต์ 3. 1.5 โวลต์
4. 2 โวลต์ 5. 2.5 โวลต์

16. เตารีดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 5 แอมแปร์ เมื่อนำเตารีดมาใช้เป็นเวลา 10 นาที เตารีดนี้จะใช้พลังงานเท่าไร (กำหนดให้ แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์)

1. 660 kJ 2. 550 kJ 3. 300 kJ
4. 100 kJ 5. 11 kJ

17. บ้านหลังหนึ่งมีหลอดไฟ 40 วัตต์ 10 หลอด เปิดเป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง พบว่าค่าไฟเพิ่มมากขึ้น หลังจากนั้นบ้านหลังนี้เปลี่ยนหลอดไฟเป็น LED ที่มีกำลังไฟฟ้า 18 วัตต์จำนวน 10 หลอด ถ้าเปิดไฟเวลาเท่าเดิมอยากทราบว่าบ้านหลังนี้ใช้พลังงานต่างจากเดิมกี่กิโลวัตต์-ชั่วโมง

1. 1,320 kWh 2 13.2 kWh 3. 1.32 kWh
4. 22 kWh 5. 2.2 kWh

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวเพ็ญนภา หมีโต
วันเดือนปีเกิด	19 พฤศจิกายน 2535
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2558: วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์
ประสบการณ์ทำงาน	2558-ปัจจุบัน: อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (ฝ่ายมัธยม)