

รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถาม ที่มีผลต่อมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางสาววรกมล แก้วเคนมา
ครูชำนาญการ

โรงเรียนทุ่งศรีอุดม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเจริญ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส กลุ่มตัวอย่างวิจัย 1 ห้องเรียน จำนวน 28 คน การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การหาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าความยาก (P) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.67 และค่าอำนาจจำแนก (R) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.39 และมีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.95 การหาคุณภาพของแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า ค่าความยาก (P) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.69 และค่าอำนาจจำแนก (R) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.36 และมีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.96 ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบ โสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(ข)
กิตติกรรมประกาศ.....(ง)
สารบัญ.....(จ)
สารบัญตาราง.....(5)
สารบัญภาพ.....(6)
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ภูมิหลัง.....1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....3
1.3 ความสำคัญของการวิจัย.....3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....4
1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย.....6
1.7 สมมติฐานการวิจัย.....6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....8
2.2 เอกสารที่เกี่ยวกับการใช้คำถามโสเครติส.....13
2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.....19
2.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....23
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....32
3.1 แบบแผนการวิจัย.....32
3.2 ประชากรและตัวอย่างการวิจัย.....32
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....33
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....38
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....39
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....42
4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลัง.....42
เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น.....43
บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วม
กับการใช้คำถามแบบโสเครติส
4.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนเปรียบเทียบพัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และ.....44
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....49

5.1 ความมุ่งหมายการวิจัย.....49
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....49
5.3 ขอบเขตของการวิจัย.....49
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....50
5.5 เก็บรวบรวมข้อมูล.....51
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....51
5.7 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....51
5.8 ข้อเสนอแนะ.....56

เอกสารอ้างอิง.....58

ภาคผนวก.....61

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design.....32
ตารางที่ 2 เกณฑ์คะแนนพัฒนาการเทียบระดับพัฒนาการ.....41
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที.....42
(t-test) ของคะแนน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัด
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสระหว่างก่อน
เรียนและหลังเรียน
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที.....43
(t-test) ของคะแนน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนัก
เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถาม
แบบโสเครติสระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
ตารางที่ 5 คะแนนพัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย.....44
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสระหว่าง
ก่อนเรียนและหลังเรียน
ตารางที่ 6 จำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการของมโนทัศน์ทาง.....46
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
หาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสแต่ละระดับพัฒนาการ
ตารางที่ 7 คะแนนพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น.....46
บูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
ตารางที่ 8 จำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการของทักษะ.....48
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสแต่ละระดับพัฒนาการ

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 1 แสดงคะแนนพัฒนาการของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน.....45
ภาพที่ 2 แสดงคะแนนพัฒนาการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.....48

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต ซึ่งเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ซึ่งการพัฒนามนุษย์ให้รู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้มนุษย์ ได้พัฒนาความคิด มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์จนสามารถนา ความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 75) แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้ได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสารวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 3)

อย่างไรก็ตามก็ยังพบว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็น ได้จากผลการประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (ordinary national educational test หรือ O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 32.28 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2568: online) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จมากนัก จึงเป็นปัญหาสำคัญที่ครูจะต้องพยายามค้นหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอดเวลากระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อเรื่องที่เรียนให้ผู้เรียนได้ฝึกถาม-ตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกวิเคราะห์และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ควบคุมกิจกรรมและให้คำปรึกษาช่วยแนะนำ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้จะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูใช้คำถามหรือกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือคำถามในเรื่องที่จะเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสืบค้น ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่อาจจะเป็นไปได้ของคำตอบ ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ค้นคว้า มาวิเคราะห์ผลแปลผล และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกทั้งการคิดวิเคราะห์และยังเกิดมโนทัศน์อีกด้วย ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำเก่าและความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นการประเมินความรู้ที่ได้รับมาด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทำแบบบันทึกกิจกรรมหรือการสร้างชิ้นงานในขั้นนี้จะทำให้ครูผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ได้สอดคล้องกับ งานวิจัย ของ สิโรฒน์ บุญเลิศ (2555) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียน

การสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสะท้อนอภิปัญญา พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นอีกด้วย จากขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จะเห็นว่า มีการใช้คำถามในขั้นตอนการเรียนการสอน แสดงให้เห็นว่า การใช้คำถามมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอน สอดคล้องกับ อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 182) ที่ว่า “การถามเป็นการกระตุ้นความคิดของผู้เรียนและการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดได้ดี”นอกจากการถามคำถามจะเป็นการกระตุ้น ความคิดของผู้เรียนและเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจแล้ว เราจะเห็นว่า คำถามเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดและพัฒนาการคิดในระดับสูงอีกด้วย

การใช้คำถามแบบโสเครติส เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนใช้เหตุผล ช่วยให้ผู้เรียนนิยาม และเข้าใจมโนทัศน์ที่ศึกษาและใช้ในชีวิตประจำวันชัดเจนมากขึ้น เป็นวิธีสอนที่สนับสนุนแนวคิดแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ สามารถแก้ไขปัญหาตลอดจนมีมโนทัศน์และทักษะทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย สอดคล้องกับ งานวิจัยของ ศศิวิมล สนิทบุญ (2559) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม หลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ 5E ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลางเฉลี่ยร้อยละ 40.37

จากสภาพปัญหา และแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส และพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่าข้อค้นพบจากการวิจัยจะเป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทราบถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

2. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

3. ทราบถึงพัฒนาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างวิจัย

ประชากรที่ใช้ในวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในอำเภอทุ่งศรีอุดม จำนวน 200 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม

จำนวน 85 คน

ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการสุ่ม ดังนี้

1. สุ่มโรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย(Simple random sampling) พบว่า ได้โรงเรียน A โรงเรียนทุ่งศรีอุดม

2. สุ่มห้องเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม(Cluster random sampling) พบว่าได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 28 คนเป็นกลุ่มทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจ โดยใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 บทที่ 2 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน โดยมีเนื้อหาย่อยจำนวน 6 เรื่อง ดังนี้ การถ่ายโอนความร้อนผ่านของแข็ง การถ่ายโอนความร้อนผ่านของของเหลว การถ่ายโอนความร้อนผ่านของแก๊ส การแผ่รังสีความร้อน สมดุลความร้อน สร้างกล่องเก็บความร้อน

ตัวแปรการศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

ตัวแปรตาม ได้แก่

มโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบสอบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล และนำเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส มาใช้ใน 3 ขั้นตอน ของการสอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นขยายความรู้ โดยใช้ลักษณะของคำถามแบบโสเครติส ดังนี้

1) เป็นคำถามที่ต้องการความชัดเจน (Clarification) เช่น

เธอสามารถอธิบายได้ไหมว่า ทำไม.....? (การอธิบาย)

ที่ว่า เด็กดี เธอหมายความว่าอย่างไร? (การให้ความหมาย)

ยกตัวอย่างเด็กดีได้ไหม? (การยกตัวอย่าง)

อันนั้นช่วย.....อย่างไร? (การสนับสนุน)

ใครมีคำถาม.....? (การค้นหา)

2) คำถามที่มุ่งหาเหตุผลและหลักฐาน (Reason and evidence) เช่น

เรารู้ได้อย่างไรว่า.....? (ความเชื่อ พื้นฐาน)

เธอมีเหตุผลอะไรบ้าง? (ให้เหตุผล)

เธอมีหลักฐานไหม? (หลักฐาน)

ยกตัวอย่างได้ไหม? (ตัวอย่าง)

3) คำถามที่ทดสอบนัย และผลที่ตามมา (Implication and consequence) เช่น

อันนี้สอดคล้องกับสิ่งที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ไหม? (ความคงเส้นคงวา)

อะไรเป็นผลที่เกิดขึ้นจาก.....? (ผลที่ตามมา)

4) คำถามเกี่ยวกับคำถาม/การ อภิปราย (Question/discussion) เช่น

เธอมีคำถามเกี่ยวกับ....หรือไม่? (การถาม)

เป็นคำถามประเภทไหน (การวิเคราะห์)

ใครสามารถสรุป.....ได้? (การสรุป)

เราเกือบตอบคำถามได้หรือยัง (หาข้อสรุป)

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริงข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์เดิม จนสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ซึ่งการวัดโดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน แล้วนำมาวิเคราะห์มโนทัศน์และให้คะแนนเป็นรายข้อตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1) มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

2) มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่ถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบาย มีบางส่วนที่ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้หตุผลไม่ถูกต้องหรือ ไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่เป็นข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน โดยคำถามส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และส่วนที่ 2 เป็นการบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบนั้น

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้และแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

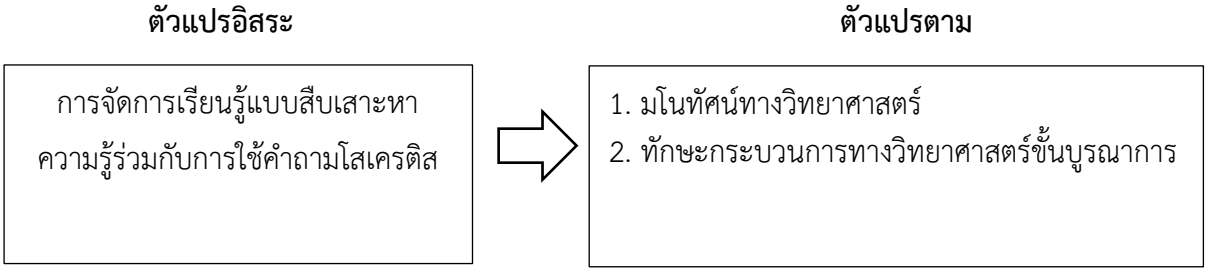
3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

4) ทักษะการทดลอง

5) ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ซึ่งวัดด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่เป็นปรนัยชนิด เลือกตอบ 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส มีคะแนนพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.3 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.4 บทบาทของครูและนักเรียนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. เอกสารที่เกี่ยวกับการใช้คำถามโสเครติส

2.1 ความหมายของการใช้คำถามโสเครติส

2.2 ลักษณะของคำถามโสเครติส

2.3 การใช้คำถามโสเครติส

2.4 รูปแบบของคำถามโสเครติส

2.5 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.1 ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.2 ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.3 แนวการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.4 การสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.2 รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4.3 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4.4 นำแบบวัดมโนทัศน์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถาม

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็นได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) หรือนักการศึกษาบางท่านเรียกว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนหรือการสอนแบบสืบเสาะ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกวิธีการเรียนรู้อย่างมีอิสระหรือประสบการณ์ตรงมีการทดลองและสรุปผลการทดลอง แก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

สาขาชีววิทยา สสวท. (2550) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆมาเผชิญหน้า

พิจิตรา คงพานิช (2561) การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งวางอยู่บนพื้นฐาน ของหลักฐานหรือเหตุผลต่างๆ และอีกความหมายคือเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการค้นคว้า หาคำตอบอย่างมีระบบเพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนสามารถเลือกจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่างๆ ในการสืบเสาะหาความรู้ตามบริบทของผู้สอน ผู้เรียน โรงเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ตามความเหมาะสมโดยครูเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ต่างๆและกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E Instructional Model) นี้เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและการลงมือทำโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญเพื่อการพัฒนาทักษะพร้อมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (ครูประถมดอทคอม, 2568: ออนไลน์)

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้รู้จักศึกษาค้นคว้า แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นกิจกรรมของผู้เรียน อาทิเช่น กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมการทดลอง เป็นต้น จึงทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด รวมทั้งฝึกปฏิบัติ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้เท่านั้น

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปราย

ภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอด้วยประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจรวมทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่นทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

จากการได้ศึกษากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ว่าเป็นกระบวนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นเพื่อสร้างองค์ความรู้ได้โดยมีการสอนเป็นขั้นตอนคือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ขั้นประเมิน เพื่อจะได้คำตอบและการจำแบบยั่งยืน

1.3 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการเรียนการสอน ในแต่ละขั้นตอนการของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขอบข่ายรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมารู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัด กิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วยุ หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่จะศึกษา ทำได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า อ่านเรื่อง อภิปราย พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

1.3.2 การสำรวจและค้นคว้า (Explore) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหาและรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

1.3.3 การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้สมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

1.3.4 การขยายความรู้ (Evaborate)

1) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

2) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

1.3.5 การประเมิน (Evaluate)

1) นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

2) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย

ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

3) นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลองการพัฒนารูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะและสืบสวนหาความรู้

1.4 บทบาทของครูและนักเรียนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.4.1 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1) ครูจะต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ซักถาม ครูต้องพยายามสร้างแรงจูงใจให้เกิดในตัวนักเรียนเมื่อเขาสามารถทำงานสำเร็จ ครูจะต้องคอยเสริมแรงให้เกิดตลอดเวลา

2) ครูจะต้องเป็นผู้กำกับและจดระเบียบต่างๆ ของการทำกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบและดำเนินกิจกรรมอย่างถูกขั้นตอน

3) ครูจะต้องคอยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากคิดหาคำตอบของปัญหา

4) ครูจะต้องให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลแก่นักเรียนเมื่อเกิดความสงสัยและช่วยแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา

5) ครูไม่ควรชี้แนะปัญหาให้กับนักเรียนโดยการบอกข้อเท็จจริง ควรใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น

6) ครูจะต้องไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเองควรเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามเพื่อจะได้เกิดแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป

7) ครูจะต้องพยายามหาวิธีสอนหลายๆ วิธีมาช่วยในการสอนด้วยจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

ดังนั้น บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้ถามคำถามต่างๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

1.4.2 บททบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1) พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2) ใช้หลักการต่างๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

3) แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

4) พูด ซักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อมจัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้ นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของ

ตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่ มีข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1.5.1 ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1) นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2) นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4) นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5) นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.5.2 ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1) ในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก

2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3) ในกรณีที่นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4) นักเรียนขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5) การใช้สอนแบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถสรุปได้ดังนี้

ข้อดี ของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งเสริมผู้เรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบโดยการสืบค้นข้อมูลและเสาะแสวงหาด้วยตนเองเพื่อสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ ทำให้เกิดเป็นการจำแบบยั่งยืน

ข้อจำกัด ของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนการสอนแบบนี้ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง อาจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อ โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ จะทำให้ขาดแรงจูงใจในการสืบค้นเนื้อหา ประกอบกับถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ไม่ชวนสงสัยยิ่งจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายบทเรียน จะทำให้การสอนแบบนี้ไม่ได้ผลเท่าที่ควร

2. เอกสารที่เกี่ยวกับการใช้คำถามโสเครติส

2.1 ความหมายของการใช้คำถามโสเครติส

ชัยวัฒน์ สุรวิชัย (2561) การถาม-ตอบ ซึ่งการถาม-ตอบเพื่อที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายคือการพัฒนาความรู้ได้นั้นก็ต้องอาศัยวิธีการตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพ ไม่ถามอย่างไร้เหตุผล ดังนั้นคำถามจึงเป็นส่วนที่สำคัญมากในวิธีการของโสคราตีส คำถามแบบโสคราตีส (Socratic Questioning) คือ ระเบียบวิธีการตั้งคำถามสำหรับใช้ในการค้นหาความคิดในหลายๆ ทิศทาง เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น เพื่อค้นหาความจริงสากล เพื่อค้นหาความคิดที่ซับซ้อน เพื่อเปิดประเด็นปัญหา เพื่อเปิดเผยสมมุติฐาน เพื่อวิเคราะห์แนวคิด เพื่อจำแนกสิ่งต่างๆ หรือเพื่อประยุกต์ความคิดอย่างมีตรรกะ ลักษณะของคำถามแบบโสคราตีสคือ เป็นคำถามที่เป็นระบบ มีระเบียบวิธีที่ชัดเจน มีความลึก และปกติจะพุ่งจุดศูนย์รวมไปที่แนวคิดพื้นฐาน หลักการ ทฤษฎี ประเด็นปัญหา หรือตัวปัญหาคำถามแบบโสคราตีสมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาความคิด ดังนั้นจึงมีประโยชน์ในการเรียนการสอน ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นสามารถใช้คำถามแบบโสคราตีส เพื่อวัตถุประสงค์อย่างน้อย 2 ประการ คือ

1) เพื่อเจาะลึกเข้าไปในความคิดของนิสิตนักศึกษา เพื่อช่วยให้นิสิตนักศึกษาสามารถแยกแยะสิ่งที่ตนรู้หรือเข้าใจออกจากสิ่งที่ตนไม่รู้หรือไม่เข้าใจ

2) เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการใช้คำถามแบบโสกราตีสให้แก่นิสิตนักศึกษา ให้นำมาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการถกเถียงแบบโสกราตีส (Socratic dialogue) ได้ ทั้งนี้เพื่อให้นิสิตนักศึกษาใช้เครื่องมือนี้ได้ในชีวิตประจำวัน (สำหรับการถามตนเองและถามผู้อื่น)

3) วิธีการของโสกราตัส ผ่าน บทสนทนา เมื่อโสกราตีส จะสนทนาเรื่องอะไร เขามักจะเริ่มต้นด้วย การชี้ให้เห็นว่า ความคิดเห็นนั้น ไม่มีเหตุผลเป็นหลักฐานสนับสนุนเพียงพอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแก้ไขความคิดเห็นให้ถูกต้อง โกราตีส ช่วยคู่สนทนาแก้ไขความคิดเห็นที่ไม่ถูกต้องของพวกเขา โดยแนะนำตัวอย่างที่เหมาะสม

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2549) การสอนโดยใช้ศิลปะการตั้งคำถามตามวิธีโสเครติสจึงเป็นการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ผู้เรียนสามารถนำไปปรับใช้กับชีวิตจริงได้ทุกสถานการณ์ ที่สำคัญกว่านั้นก็คือ ผู้เรียนได้แบบอย่างการเรียนรู้ที่ดีซึ่งนอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองแล้วยังสามารถนำไปใช้ในการช่วยเหลือผู้อื่นให้เกิดการเรียนรู้ในทำนองเดียวกับที่ตนได้เคยเรียนรู้มาแล้ว

ธีรพงศ แก่นอินทร์ (2554) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการสืบค้นร่วมกันโดยการสนทนา (Dialogical enquiry) และมีการใช้คำถามแบบต่อเนื่องเป็นเครื่องมือสำคัญเพื่อเข้าถึงความจริงนักการศึกษาได้วิเคราะห์วิธีการและเทคนิคการสอนที่โสเครติสใช้แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการสอน ดังนั้นวิธีการสอนแบบโสเครติสที่นักการศึกษาแต่ละคนแต่ละสำนักใช้จึงมีลักษณะในรายละเอียดทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน วิธีสอนแบบโสเครติสแบบยุโรปกับแบบอเมริกามีลักษณะทั้งที่เหมือนกันและต่างกัน ดังนี้

แบบอเมริกา

1) ใช้เรื่องราวเชิงปรัชญา (อาจจะเป็นนิทาน หรือเรื่องราวที่แต่งขึ้น) เป็นจุดเริ่มต้น (มีแผน การอภิปราย กิจกรรมและแบบฝึกหัด เขียน คำถามบนกระดานหรือในกระดาษ)

2) ไม่จำกัดเรื่องที่อภิปราย (ผู้รียนเสนอและมีการเลือก)

3) แสดงทัศนะที่ต่างออกไป

4) สืบค้นโดยการสนทนา

5) เขียนคำถามก่อนการอภิปราย

6) ทบทวนการอภิปรายโดยการพูด

7) มีกิจกรรมตอนท้ายและแบบฝึกหัด

แบบยุโรป

1) ใช้คำถามเชิงปรัชญาเป็นจุดเริ่มต้น (ไม่มีสื่อ ใดๆ)

2) เน้นคำถามหรือปัญหาเดียว (ผู้สอนเป็นผู้เลือก)

3) มุ่งให้ได้ความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน

4) ใช้การสนทนาและการทบทวนตอนท้าย

5) คำถาม/ข้อความเขียนระหว่างการอภิปราย

6) ทบทวนโดยการเขียน

7) การสนทนาต่อไป

จากแนวคิดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า คำถามแบบโสเครติส คือ ระเบียบวิธีการตั้งคำถามสำหรับใช้ในการค้นหาความคิดในหลายๆ ทิศทางเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น เพื่อค้นหาความจริงสากล เพื่อค้นหาความคิดที่ซับซ้อน เพื่อเปิดประเด็นปัญหา เพื่อเปิดเผยสมมุติฐาน เพื่อวิเคราะห์แนวคิด เพื่อจำแนกสิ่งต่างๆ หรือเพื่อประยุกต์ความคิดอย่างมีตรรกะ ลักษณะของคำถามแบบโสเครติสคือ เป็นคำถามที่เป็นระบบ มีระเบียบวิธีที่ชัดเจนมีความลึกและปกติจะพุ่งจุดศูนย์รวมไปที่แนวคิดพื้นฐาน หลักการ ทฤษฎี ประเด็นปัญหาหรือตัวปัญหา คำถามแบบโสเครติสมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาความคิด ดังนั้นจึงมีประโยชน์ในการเรียนการสอน ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นสามารถใช้คำถามแบบโสเครติสเพื่อวัตถุประสงค์อย่างน้อย 2 ประการ คือ

1) เพื่อเจาะลึกเข้าไปในความคิดของนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะสิ่งที่ตนรู้หรือเข้าใจออกจากสิ่งที่ตนไม่รู้หรือไม่เข้าใจ

2) เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการใช้คำถามแบบโสเครติสให้แก่นักเรียน ให้นำมาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการถกเถียงแบบโสเครติส (Socratic dialogue) ได้ ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนใช้เครื่องมือนี้ได้ในชีวิตประจำวัน (สำหรับการถามตนเองและถามผู้อื่น)

2.2 ลักษณะของคำถามโสเครติส

ลักษณะของคำถามโสเครติส มีดังนี้

1) เป็นการใช้คำถามแบบเปิด เป็นคำถามที่ผู้สอนไม่รู้คำตอบและต้องการถามผู้เรียน

2) เป็นคำถามที่กระตุ้นให้มีการแสวงหา คำตอบอย่างแท้จริง (Genuine invitation to enquiry) เช่น คุณคิดอะไร

3) เป็นการให้สิ่งเร้าสำหรับการคิดและการตอบสนอง

4) ต่างจากคำถามปลายเปิดอื่นๆ คือ เป็นคำถามที่เป็นไปอย่างมีแบบแผน เป็นคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดอย่างต่อเนื่อง เป็นการคิด หาเหตุผลและความเชื่อ (assumption)

5) ช่วยให้ผู้เรียนใส่ใจกับ แนวความคิด หรือมโนทัศน์ในฐานะที่เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของการคิด แนวความคิดทุกอย่างที่ถูกดึงออก มาจากคำถามถือว่าเป็นแหล่งของความจริง

6) คำถามแบบโสเครติส ช่วยให้ผู้เรียน คิดอย่างลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ใช้ในการคิดเกี่ยวกับโลก

7) เป็นคำถามที่ช่วยเพิ่มคุณค่าของการอภิปรายไม่ว่าจะเป็นบทเรียนในวิชาประวัติศาสตร์ ศิลปะ วิทยาศาสตร์ หรือวิชาใดๆ ไม่ว่าเป็นการศึกษาระดับใดจากอนุบาลถึงมหาวิทยาลัย ไม่ว่าในสถานที่ใด ที่โรงเรียน ที่บ้าน หรือที่ตลาด

8) ช่วยให้การอภิปรายมีจุดมุ่งหมาย และมีทิศทาง จุดหมายสุดท้ายคือให้ผู้เรียนสามารถถามตนเองได้

2.3 การใช้คำถามโสเครติส

การใช้คำถามโสเครติสในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) คำถามที่ต้องการความชัดเจน (Clarification) เช่น

เธอสามารถอธิบายได้ไหมว่า ทำไม.....? (การอธิบาย)
ที่ว่า เด็กดี เธอหมายความว่าอย่างไร? (การให้ความหมาย)
ยกตัวอย่างเด็กดีได้ไหม? (การยกตัวอย่าง)
อันนั้นช่วย.....อย่างไร? (การสนับสนุน)
ใครมีคำถาม.....? (การค้นหา)

2) คำถามที่มุ่งหาเหตุผลและหลักฐาน (Reason and evidence) เช่น

ทำไมเธอคิดว่า.....? (การสร้างประเด็น การโต้แย้ง)
เรารู้ได้อย่างไรว่า.....? (ความเชื่อพื้นฐาน)
เธอมีเหตุผลอะไรบ้าง? (ให้เหตุผล)
เธอมีหลักฐานไหม? (หลักฐาน)
ยกตัวอย่างได้ไหม? (ตัวอย่าง)

3) คำถามที่ทดสอบนัยและผลที่ตามมา (Implication and consequence) เช่น

อันนี้สอดคล้องกับสิ่งที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ไหม? (ความคงเส้นคงวา)

อะไรเป็นผลที่เกิดขึ้นจาก.....? (ผลที่ตามมา)

4) คำถามเกี่ยวกับคำถาม/การอภิปราย (Question/discussion) เช่น

เธอมีคำถามเกี่ยวกับ....หรือไม่? (การถาม)

เป็นคำถามประเภทไหน (การวิเคราะห์)

ใครสามารถสรุป.....ได้? (การสรุป)

เราเกือบตอบคำถามได้หรือยัง (หาข้อสรุป)

2.4 รูปแบบของการใช้คำถามโสเครติสในการจัดการเรียนรู้

การสอนแบบใช้คำถามโสเครติสท สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

2.4.1 การสืบค้นแบบโสเครติส เป็นการเรียนที่เป็นแบบแผนที่สืบค้นแบบโสเครติสการ สืบค้นแบบโสเครติสไม่ใช่การบอกแต่เป็นการ แสวงหาความจริงโดยการใช้คำถามแบบต่อเนื่อง ส่วนประกอบของวิธีการนี้ สรุปได้ดังนี้

1) ความไม่รู้

2) ใช้คำถาม

3) ค้นหาความหมายของความคิดคำ และมโนทัศน์

4) ใส่ใจในสิ่งที่เราคิดและสิ่งที่เราเชื่อ

2.4.2 การถามแบบโสเครติส เป็นการใช้การถามแบบโสเครติสในวิชาต่างๆได้ทั้งหลักสูตรการถามแบบโสเครติสเป็นการแสดง ความสนใจอย่างแท้จริงในสิ่งที่ผู้เรียนพูดและคิด ความหมายที่พูด และสิ่งที่พูดเป็นจริงในแง่ไหน หากเราสนใจในความหมายและความจริงของสิ่งที่ผู้เรียนพูด ความอยากรู้ของเราจะถูกแปล เป็นคำถามที่กระตุ้นการคิดของนักเรียน (Probing question) สิ่งสำคัญคือผู้สอนควรให้ ความสำคัญกับความคิดของผู้เรียนทุกคน

2.5 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้

วิธีสอนแบบโสเครติสเห็นว่า ผู้สอนเป็น ผู้ช่วยให้บุคคลเกิดความคิดเป็นของตนเอง ทักษะสำคัญของผู้สอนคือการมอบความรับผิดชอบ ให้แก่ผู้เรียน ไม่ให้คำตอบแต่เป็นผู้ถาม

2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามและคำตอบของผู้เรียน ผู้สอนจะเป็นผู้ถาม คำถามไม่ใช่ผู้ให้คำตอบ เช่น

1) อันนั้นเธอหมายความว่าอย่างไร เป็นคำถามที่พยายามนิยามความหมาย

2) เธอสามารถกล่าวซ้ำโดยใช้คำพูดของ เธอเองได้ไหม เป็นคำถามที่พยายามขจัดความเข้าใจผิด

3) เธอสามารถยกตัวอย่างได้ไหม เป็นคำถามที่ให้ได้ตัวอย่างสนับสนุน

4) คำตอบนี้เกี่ยวข้องกับคำถามอย่างไร เป็นคำถามที่ตรวจสอบความสอดคล้องของการ อภิปราย

5) ใครตามทันบ้าง เป็นคำถามที่ตรวจสอบ ความเข้าใจของผู้ร่วมอภิปราย

6) เธอรู้สิ่งที่เธอพูดมาสักครู่นี้ไหม คำถามที่ตรวจสอบความคงเส้นคงวา

7) เรากำลังพูดเรื่องอะไร เป็นคำถามที่ เน้นคำถามหรือประเด็นที่กำลังอภิปราย

2.5.2 จุดมุ่งหมายของการใช้คำถามโสเครติส

1) วิธีสอนแบบโสเครติสมีจุดมุ่งหมาย เพื่อค้นหาความเข้าใจและความรู้ส่วนบุคคล ให้ผู้เรียนได้พบความจริงของสิ่งที่กำลังอภิปราย

2) วิธีสอนแบบโสเครติสช่วยให้ผู้เรียน นิยาม และเข้าใจมโนทัศน์ที่ศึกษาและใช้ในชีวิตประจำวันชัดเจนมากขึ้น

3) การสอนแบบโสเครติสสามารถใช้ เป็นกลยุทธ์การสอนได้ในทุกรายวิชาในหลักสูตร

4) เป็นวิธีสอนที่สนับสนุนแนวคิดแบบ ผู้เรียนเป็นศูนย กลาง (Learner-centered หรือ Child-centered)

2.5.3 เทคนิคการใช้คำถามระหว่างการจัดการเรียนการสอน

1) ให้เวลาผู้เรียนได้คิด ครูไม่ควรเร่งเพื่อต้องการคำตอบในเวลาที่รวดเร็วเกินไป

2) ให้ผู้เรียนจับคู่ช่วยกันคิด และแลกเปลี่ยน กัน (Think-pair-share)

3) ถามคำถามเพื่อกระตุ้นหรือช่วยให้ ผู้เรียนกระจ่างในความคิดของตน (Ask follow-ups) ด้วยคำถามที่ท้าทายความคิดของ ผู้เรียน เช่น ทำไม? เธอเห็นด้วยหรือไม่? เธอกล่าวเพิ่มเติมอีกได้ไหม? ยกตัวอย่างได้ไหม? จงอธิบายว่าเธอได้คำตอบมาอย่างไร? (คิดดังๆ)

4) ไม่ใช่การตัดสิน (Judgment) ตอบสนอง ต่อคำตอบของผู้เรียนโดยการไม่ พูดว่าเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย แต่ให้ตอบสนองในทางบวก และเป็นกลาง เช่น ขอบคุณ โอเค น่าสนใจ ดีครับ อื้ออือ ผมเข้าใจ

5) กระตุ้นให้ทั้งกลุ่มตอบ เช่น มีคน เห็นด้วยกี่คน ไม่เห็นด้วยกี่คนโปรดยกมือ

6) กระตุ้นให้สรุปส่งเสริมการฟังอย่างกระตือรือร้นโดยการกระตุ้นให้สรุป เช่น ช่วยสรุปประเด็นที่กล่าวมา เธอสามารถอธิบายสิ่งที่สุดาพูดได้ไหม ประเด็นที่กำลังอภิปรายกันคืออะไร

7) ให้ผู้เรียนเสนอชื่อคนที่จะพูดต่อไป เช่น สุดาจงเลือกใครสักคนตอบคำถาม

8) กระตุ้นให้คิดโต้แย้ง เช่น ใครสามารถ คิดประเด็นที่ต่างออกไปได้บ้าง ใครสามารถ โต้แย้งความคิดนั้นได้บ้าง

9) กระตุ้นการตอบสนองที่หลากหลาย เช่น คำถามนี้ไม่ได้มีคำตอบถูกเพียงคำตอบ เดียวขอให้พวกเราพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ เรียกให้ผู้เรียนตอบโดยวิธีการสุ่ม

10) กระตุ้นให้ผู้เรียนถามคำถามก่อน ระหว่างและหลังการอภิปราย เช่น นักเรียน ต้องการถามคำถามใดบ้าง ใครจะถามอะไรบ้าง

11) หยุดรอ ถามกระตุ้น ชมเชย (Pauseprobe-praise) หยุดรอการคิด ถามกระตุ้นการ ถาม และชมเชยความพยายามของการมีส่วนร่วม ในการอภิปรายโดยการพูด ฟัง และการตอบ สนองที่ใช้ความคิด การเรียนรู้การร่วมอภิปราย แบบโสเครติสให้ประสบความสำเร็จ บุคคลต้อง เรียนรู้การฟังอย่างตั้งใจในสิ่งที่คนอื่นพูด ต้องค้นหาเหตุผลและความเชื่อพื้นฐานของสิ่งที่ฟัง ต้องคิดเกี่ยวกับนัยและผลที่ตามมา

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.1 ความหมายและความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การเรียนวิทยาศาสตร์จำต้องมีทักษะที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง การกาหนดนิยามเชิงปฏิบัติ เป็นต้น โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เหล่าน้ำ เป็นแหล่งกำเนิดความรู้ใหม่ ประดิษฐกรรมใหม่ การค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ทางวิศวกรรม ทางแพทยศาสตร์ และอื่น ๆ ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในการนำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ อย่างมากมาย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2558) กล่าวถึง ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหา โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (INTELLECTUAL SKILLS) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (PSYCHOMOTOR SKILLS / HAND ON SKILLS) เพราะเป็นการทำงานของสมองและเป็นการคิดทั้งในระดับพื้นฐานและการคิดในระดับสูง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการคิดเพื่อค้นหาความรู้และการแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลการลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนดตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล การสรุปผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วถูกต้องและแม่นยำ

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการคิดและลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้และแก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการสืบสอบหาความรู้อย่างเป็นระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3.2 ประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อแสวงหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นพื้นฐานในการพัฒนา ประกอบด้วย

1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) หมายถึง การตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรโดยสมมติฐานสร้างขึ้นจะอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้ ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ ได้แก่ สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองได้ สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆได้

2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง การกำหนดและอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และการทดลองได้

3) ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การบ่งชี้ และกำหนดลักษณะตัวแปรใดๆให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และตัวแปรใดๆให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดๆให้เป็นตัวแปรควบคุม ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลองเพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง ตัวแปรควบคุม คือ ปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจมีผลมีต่อการทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่ขณะการทดลอง ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถกำหนด และอธิบายตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองได้

4) ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ และทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริงๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลองเพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ สามารถออกแบบการทดลอง และกำหนดวิธี ขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมได้ สามารถระบุและเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองอย่างเหมาะสม สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง สามารถบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

5) ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อมูล (Interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปรความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ การลงข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ และการสรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปประเด็นสำคัญของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษา

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถในการวิเคราะห์ และสรุปประเด็นสำคัญ รวมถึงการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล สามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

3.3 แนวการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดทักษะการคิดประเภทหนึ่ง โดยนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้อธิบายถึงแนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ ดังนี้

หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2558) กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

1) การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

2) การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายอยู่ที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะต้องทราบต่อไปอีกว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

3) การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรถือหลักว่าควรใช้การสอบแบบใดจึงจะสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้นๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็กประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

การวัดและการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 รูปแบบ คือ

1) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper and pencil)

2) การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) ได้เสนอว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปนิยมใช้การทดสอบด้วยข้อเขียน เพราะเป็นวิธีการวัดและประเมินผลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีการประเมินในรูปแบบต่างๆ

จากข้อความข้างต้น สามารถสรุปแนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้ว่า การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ สามารถกระทำได้หลากหลายวิธี เช่น การวัดโดยใช้ข้อสอบ การสังเกตพฤติกรรมขณะทำการทดลอง และการตอบคำถามสั้น ๆ เป็นต้น ทั้งนี้ ควรพิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ต้องการวัดและประเมินเป็นสำคัญ

3.4 การสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมี 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ทักษะการทดลองและทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

2) สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกให้สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละทักษะ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

3) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบพฤติกรรมบ่งชี้ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง ความถูกต้องเหมาะสมของการใช้ภาษาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

5) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

6) นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อ เพื่อหาความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบเป็นรายข้อ

7) วิเคราะห์คุณภาพแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยปรับข้อคำถาม ตัวเลือก และตัวลวงให้เหมาะสม โดยพิจารณาความยากง่าย (P) ที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (R) ที่มีค่า ระหว่าง 0.20 – 1.00

8) จากนั้นนำแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่เลือกและปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์มาจากภาษาอังกฤษว่า concept ซึ่งคำๆนี้ยังมีผู้ใช้คำอื่นๆ ในความหมายเดียวกันหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนมติ มโนภาพ ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันอาจจะเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น นำมาประมวลเข้าด้วยกัน ให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การที่บุคคลใดจะเกิดมโนทัศน์ได้ บุคคลนั้นจะต้องมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง การสรุปรวม (Generalization) หรือหลักการเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน และยังจะต้องสามารถละลึกได้ว่าสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมีลักษณะเฉพาะอย่างไรบ้าง คือสามารถแยกแยะลักษณะของสิ่งนั้นออกมาจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจน ซึ่งคุณลักษณะต่างๆ ดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความสามารถในด้านการใช้การสังเกตเป็นอย่างมาก มโนทัศน์นั้นอาจเกิดจากการนำความรู้ต่างๆที่สะสมไว้ เช่นความรู้ต่างๆ ที่เกิดจากการสังเกต ประสบการณ์ และข้อเท็จจริง มาจัดระบบเสียใหม่ให้เป็นแบบแผน อย่างไรก็ตาม มโนทัศน์เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล คนหลายคนอาจมีมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน แคบกว้าง อันเป็นขอบเขตไม่เท่ากัน หรือต่างกันมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความรู้ของแต่ละคนนั่นเอง เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับสัตว์ บางคนอาจจะสรุปว่าเป็นสิ่งมีชีวิต สามารถเจริญเติบโต มีการสืบพันธ์ ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยอาหารน้ำ และอากาศ แต่ในขณะเดียวกันบางคนอาจจำแนกให้ลึกซึ้งลงไปอีกว่า สัตว์นั้นอยู่ในประเภทสัตว์มีกระดูกสันหลัง หรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มโนทัศน์เกี่ยวกับแมว แมวของเด็กเล็กอาจจะหมายถึงสัตว์ที่มีขนอ่อนนุ่ม มีขา 4 ขาร้องเสียงเหมียวๆ แต่เมื่อเด็กเติบโตขึ้น มโนทัศน์เกี่ยวกับแมวอาจจะเปลี่ยนไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบกาณณ์ และความรู้ที่สะสมไว้นั่นเอง ดังนั้นแมวของเด็กคนเดิมอาจหมายถึงสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมอยู่ในตระกูลเดียวกับเสือ

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2557, หน้า10) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่าความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริงข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เดิมจนสร้างเป็นความเข้าใจของตนเองตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยได้กำหนดเกณฑ์ ดังนี้

มโนทัศน์สมบูรณ์ คือ ให้คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญ

มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ คือ ให้คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ให้คำตอบถูกต้องแต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

ความเข้าใจผิด คือ คำตอบถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลผิด

จากความหมายไว้พอสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด

ประเภท คุณสมบัติคุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกัน เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้นๆ

4.2 รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จอยส์และวีล (Joyce & Weil, 1996: 161-178) พัฒนารูปแบบนี้ขึ้นโดยใช้แนวคิดของบรุน เนอร์ กู๊ดนาว และออสติน (Bruner, Goodnow, และ Austin) การเรียนรู้มโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น สามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สาคัญของสิ่งนั้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจาแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่ สิ่งนั้นออกจากกันได้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ อย่างเข้าใจและสามารถให้คำนิยามของมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง

4.2.1 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนฝึกหัดจำแนกผู้สอนเตรียมข้อมูล 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนในการเลือกตัวอย่างข้อมูล 2 ชุดข้างต้น ผู้สอนจะต้องเลือกหาตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะ ครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ที่ต้องการนั้น ถ้ามโนทัศน์ที่ต้องการสอนเป็นเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม อาจใช้วิธีการยกเป็นตัวอย่างเรื่องสั้น ๆ ที่ผู้สอนแต่งขึ้นเองนำเสนอแก่ผู้เรียน ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสมจะใช้นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจตรงกัน ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรมโดยอาจสาธิตวิธีการและให้ผู้เรียนลองทำตามที่ผู้สอนบอกจนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน การนำเสนอข้อมูลตัวอย่าง ดังนี้

1) นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนหมดทั้งชุด โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าเป็น ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนแล้วตามด้วยข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนครบหมดทั้งชุดเช่นกัน โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าข้อมูลชุดหลังนี้ไม่ใช่สิ่งที่จะสอน ผู้เรียนจะต้องสังเกตตัวอย่างทั้ง 2 ชุด และคิดหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เทคนิควิธีนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ได้เร็วแต่ใช้กระบวนการคิดน้อย

2) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนสลับกันไปจนครบ เทคนิควิธีนี้ช่วยสร้างมโนทัศน์ได้ช้ากว่าเทคนิคแรก แต่ได้ใช้กระบวนการคิดมากกว่า

3) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วเสนอข้อมูลที่เหลือทั้งหมดทีละข้อมูลโดยให้ผู้เรียนตอบว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลที่เหลือนั้นใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่างที่จะสอน เมื่อผู้เรียนตอบ ผู้สอนจะเฉลยว่าถูกหรือผิด วิธีนี้ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดในการทดสอบสมมติฐานของตนไปทีละขั้นตอน

4) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูล ที่ผู้เรียนคิดว่าใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ วิธีนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสคิดมากขึ้นอีก

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน จากกิจกรรมที่ผ่านมาในขั้นต้น ๆ ผู้เรียนจะต้องพยามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่สิ่งที่ผู้เรียนต้องการสอนและทดสอบคำตอบของตน หากคำตอบของตนผิดผู้เรียนก็จะต้องหาคำตอบใหม่ซึ่งก็หมายความว่าต้องเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นฐานของคำตอบเดิม ด้วยวิธีนี้ผู้เรียนจะค่อย ๆ สร้างความคิดรวบยอด ของสิ่งนั้นขึ้นมา ซึ่งก็จะมาจากคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน เมื่อผู้เรียนได้รายการของคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันเรียบเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ

ขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

4.2.2 ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนรู้ตามรูปแบบ

เนื่องจากผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ จากการคิดวิเคราะห์และตัวอย่างที่หลากหลาย ดังนั้น ผลที่ผู้เรียนจะได้รับโดยตรงคือ จะเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นและได้เรียนรู้ทักษะการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการทาความเข้าใจมโนทัศน์อื่น ๆ ต่อไปได้ รวมทั้งช่วยพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลโดยการอุปนัย (inductive reasoning) อีกด้วย (ทิศนา แขมมณี, 2568: ออนไลน์)

4.3 การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4.3.1 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย

2) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยตอนเดียว (One-tier multiple choice format) โดยกำหนดสถานการณ์ (Distracter) ให้เพื่อนำไปสู่ข้อคำถาม

3) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบสองตอน

3.1) แบบมโนทัศน์แบบปรนัย 2 ตอน (Two-tier multiple choice format) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) และตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก ในตอนที่หนึ่ง

3.2) แบบมโนทัศน์แบบ 2 ตอน โดยตอนที่หนึ่ง เป็นแบบปรนัยของข้อคำถาม เชิงเนื้อหา (content question) และตอนที่สองเป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง

3.3) ใช้วิธีสอบปากเปล่า (Oral test)

4.3.2 ระดับการวัดผลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดผลการเรียนรู้มโนทัศน์มีหลาย ระดับ ตั้งแต่ระดับที่มีความซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมาก โดยการวัดผลมี 4 ระดับ ดังนี้

1) ความสามารถในการระบุลักษณะสำคัญและไม่ใช่ลักษณะสำคัญ

2) ความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

3) ความสามารถในการระบุกฎของมโนทัศน์

4) ความสามารถในการใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์อื่น

4.3.3 ลำดับขั้นในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

1) ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบวัด มโนทัศน์แบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

2) สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (Two-tier multiple-choice format) คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (Content question) ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัว ตอนที่ 2 เป็นส่วนที่เกี่ยวกับเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เหตุผลสนับสนุนตอบ 3 เหตุผลแรก สร้างขึ้นจากการศึกษา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เหตุผลสนับสนุนคำตอบเหตุผลที่ 4 มีลักษณะเป็นปลายเปิด

4.4 นำแบบวัดมโนทัศน์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบวัดมโนทัศน์ที่แบ่งเป็น 2 ส่วน โดย ส่วนที่1จะมีลักษณะเป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่องนั้น ๆ ส่วนที่ 2 จะมีลักษณะเป็นอัตนัย ซึ่งเป็นการบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น เช่น

คำถามส่วนที่ 1 ข้อใดเป็นการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (มโนทัศน์เชิงทฤษฎี)

ก. apis dorsata

ข. apis Dorsata

ค. Apis dorsata

ง. Apis Dordata

คำถามส่วนที่ 2 เพราะเหตุใด.....

.....

.....

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (2546, หน้า 28-29) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1) มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลประกอบครบองค์ประกอบที่ สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

2) มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบ บางส่วนสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วน ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิดแต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ คำถาม ให้ 0 คะแนน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถาม

ราวรรณ แสงอยู่ และวัชราภรณ์ แก้วดี (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 2) นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 70.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศรัณย์ อัมระนันท์ (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลประสัมฤทธิ์ทางเรื่องการเรียน พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 3) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใชคำถามระดับสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิวิมล สนิทบุญ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม พบว่า 1) นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง เฉลี่ยร้อยละ 40.37 2) นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง เฉลี่ยร้อยละ 49.09

Hedgepeth (1996) ได้เปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบปกติของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยเลือกครูสอนธรณีวิทยามาจำนวน 3 คน และนักเรียนจำนวน 125 คน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ห้องเรียนการเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ

ใช้แบบวัดระดับพัฒนาการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ขั้นการคิดแบบรูปธรรม ขั้นต่อเนื่อง และขั้นปฏิบัติการคิดนามธรรม ผลการศึกษา พบว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านความเข้าใจมโนมติมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและ นักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนโดยครูที่มีประสบการณ์มากกว่าได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนโดยครูที่มีประสบการณ์น้อยกว่า

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

มาเรียม วัทนาด (2559) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววี และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ของนักเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า ($p < .05$) ยกเว้นด้านความรู้ความจำที่ไม่แตกต่างกัน ($p > .05$) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) เมื่อพิจารณารายทักษะ พบว่า มี 4 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) ยกเว้นทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปที่ต่ำกว่า แสดงให้เห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้

ภัทราปวีณ์ ศรีสมพันธ์ (2568) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา พบว่า ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษามีจำนวน 2 องค์ประกอบ ได้แก่ พื้นฐานกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการคิดขั้นสูง โดยองค์ประกอบพื้นฐานกระบวนการเรียนรู้ มีจำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การสังเกต การวัด การใช้ตัวเลขการจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ การลงความเห็นจากข้อมูลสำหรับองค์ประกอบกระบวนการคิดขั้นสูง มีจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความและลงข้อสรุป มีจำนวนแบบวัดทั้งหมด 30 ข้อ ทั้ง 2 องค์ประกอบมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน ระหว่าง 0.451 ถึง 0.871 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สรุปได้ว่า องค์ประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ธวัชชัย คงนุ่ม (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง เรื่อง พลังงาน ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนมติเรื่องพลังงาน ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2559) ได้ศึกษาการเกิดมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

อุไรวรรณ ปานีสงค์ (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาชีววิทยา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .0.5 3) จากการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปทุกหัวข้อ

Cepni, Sahin and Ipek (2010) ได้ทำการศึกษาผลของมโนทัศน์ เรื่อง แรงพยุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับเทคนิคทำนายสังเกตอธิบาย การเปลี่ยนกรอบมโนทัศน์และการใช้เนื้อหาสั้น ๆ เพื่อสอนเกี่ยวกับแนวคิด พบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ถูกต้องหลังได้รับการสอนด้วยรูปแบบดังกล่าวสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

Nasseri (1986) ได้วิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการสอนปฏิบัติการเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในรัฐแคนซัส โดยใช้วงจรการเรียนรู้โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ พัฒนาความเข้าใจของมนุษย์ธาตุพื้นฐานที่สำคัญในวิชาเคมีและศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ การสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ได้รับการตรวจทั้งด้านเนื้อหารูปแบบและเรื่องที่เกี่ยวข้องแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา Oberlin และ Hay ใน Kansas ของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์พื้นฐานได้เร็วและดีขึ้นกว่าการสอนปกติหรือแบบบรรยายทั่วๆไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. ประชากรและตัวอย่างการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (มาเรียม นิลพันธุ์, 2551: 144) ซึ่งมีรูปแบบวิจัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

ก่อนเรียน	ตัวแปรต้น	หลังเรียน
O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน การทดลองการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

2. ประชากรและตัวอย่างการวิจัย

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในอำเภอทุ่งศรีอุดม จำนวน 200 คน

2.2 ตัวอย่างการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเขต 2 จำนวน 34 คน ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการสุ่ม ดังนี้

1. สุ่มโรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) พบว่า ได้โรงเรียนทุ่งศรีอุดม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเขต 2

2. สุ่มห้องเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) พบว่า ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 28 คน เป็นกลุ่มทดลอง

2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 บทที่ 2 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน โดยมีเนื้อหาย่อยจำนวน 6 เรื่อง ดังนี้

1) การถ่ายโอนความร้อนผ่านของแข็ง
2) การถ่ายโอนความร้อนผ่านของของเหลว
3) การถ่ายโอนความร้อนผ่านของแก๊ส
4) การแผ่รังสีความร้อน
5) สมดุลความร้อน
6) สร้างกล่องเก็บความร้อน

2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเขต 29 โดยใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ รวม 6 ชั่วโมง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส

1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2) ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้รายปีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระการเรียนรู้ตัวชี้วัดและตัวบ่งชี้สำหรับ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 บทที่ 2 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

3) ศึกษาเอกสารงานวิจัยแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และเทคนิคการใช้คำถามโสเครติส เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามโสเครติส

4) จัดทำแผนการเรียนรู้ และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามโสเครติสให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส ประกอบด้วย

4.1) มาตรฐานการเรียนรู้

4.2) ตัวชี้วัด

4.3) จุดประสงค์การเรียนรู้

4.4) สาระสำคัญ

4.5) สาระการเรียนรู้

4.6) กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส

4.7) สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

4.8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามโสเครติส

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมระหว่างรูปแบบการสอนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาค่าความเหมาะสมดังนี้

ค่าความเหมาะสม	4.51 – 5.00	ดีมาก
ค่าความเหมาะสม	3.51 – 4.50	ดี
ค่าความเหมาะสม	2.51 – 3.50	ปานกลาง
ค่าความเหมาะสม	1.51 – 2.50	พอใช้
ค่าความเหมาะสม	1.00 - 1.50	ปรับปรุง

นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยรวมต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ค่าความเหมาะสมในระดับดี (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 102) พบว่า ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.55 มีค่าความเหมาะสมระดับดีมาก

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

3.2.1 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

2) ศึกษาหลักสูตร คู่มือการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนาแบบวัดมโนทัศนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อนตามวิธีการของ Haslam และ Tregust (1987: 203-211) ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดเลือกตอบพร้อมเหตุผล แบบวัดมโนทัศนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน จึงมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนในตอนที่ 1

3) สร้างแบบวัดมโนทัศนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน โดยสร้างแบบวัดแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แล้วนำมาวิเคราะห์มโนทัศน์และให้คะแนนเป็นรายข้อตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

3.1) มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

3.2) มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3.3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่ถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบาย มีบางส่วนที่ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

3.4) ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้หตุผลไม่ถูกต้องหรือ ไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

(00) ถ้าวางวัตถุที่ร้อนให้สัมผัสกับวัตถุที่เย็น จากนั้นวัตถุที่ร้อนเย็นตัวลงและวัตถุที่เย็นร้อนขึ้น จนในที่สุดความร้อนไม่มีการถ่ายเทระหว่างวัตถุทั้งสอง ข้อใดคือสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น

ก. การนำความร้อนของวัตถุ ข. การแผ่รังสีความร้อนของวัตถุ

ค. การพาความร้อนของวัตถุ ง. การเกิดสมดุลความร้อนของวัตถุ

(เหตุผล.....)

(01) ถ้านำมือไปไว้เหนือเปลวไฟของเทียนไข ความร้อนจากเปลวไฟจะมาถึงมือได้ด้วยวิธีใด





ก. การนำความร้อน ข. การพาความร้อน

ค. การแผ่รังสีความร้อน ง. การกระจายความร้อน

(เหตุผล.....)

4) หาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item objective congruence; IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

5) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้

6) นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อ เพื่อหาความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบเป็นรายข้อ

7) วิเคราะห์คุณภาพแบบวัดมโนทัศน์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน โดยปรับข้อคำถาม ตัวเลือก และตัวลวงให้เหมาะสม โดยพิจารณาความยากง่าย (P) ที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (R) ที่มีค่า ระหว่าง 0.20 – 1.00

8) จากนั้นนำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ที่เลือกและปรับปรุงแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

จากการหาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อนพบว่า ค่าความยาก (P) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.67 และค่าอำนาจจำแนก (R) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.39 และมีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.95

3.2.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมี 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ทักษะการทดลองและทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

2) สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกให้สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละทักษะ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนน

3) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบพฤติกรรมบ่งชี้ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง ความถูกต้องเหมาะสมของการใช้ภาษาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาเพื่อหา

คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

5) นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

6) นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อ เพื่อหาความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบเป็นรายข้อ

7) วิเคราะห์คุณภาพแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน โดยปรับข้อคำถาม ตัวเลือก และตัวลวงให้เหมาะสม โดยพิจารณาความยากง่าย (P) ที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (R) ที่มีค่า ระหว่าง 0.20 – 1.00

8) จากนั้นนำแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ที่เลือกและปรับปรุงแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

จากการหาคุณภาพของแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่อง การถ่ายโอนความร้อนพบว่า ค่าความยาก (P) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.69 และค่าอำนาจจำแนก (R) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.36 และมีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.96

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเขต 2 จำนวน 27 คน ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการสุ่ม ดังนี้

1.1 สุ่มโรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) พบว่า ได้โรงเรียน A สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเขต 2

1.2 สุ่มห้องเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) พบว่า ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มทดลอง

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลาสอน 6 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดเดิม

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ

5. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t–test dependent และคะแนนพัฒนาการ โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการและแปลคะแนนตามเกณฑ์ระดับพัฒนาการ โดยใช้เกณฑ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 266-267) ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 สถิติพื้นฐาน

1.1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

$$\overline{\mathrm{X}} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\overline{\mathrm{X}}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2-(\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถ้าต่ำกว่า 0.5 ถือว่าคำถามข้อนั้นจะต้องถูกตัดออกไป หรือต้องปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

2.2 ค่าความยากง่าย (P) ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบคำถามข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

เกณฑ์ความยากง่ายที่ยอมรับได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 มีค่าเกิน 0.80 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นมีความง่ายมากเกินไป ต้องตัดออกหรือปรับปรุงใหม่ แต่ถ้าข้อสอบข้อนั้นมีค่าต่ำกว่า 0.2 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นมีความยากมากเกินไปต้องตัดออกหรือปรับปรุง เช่นเดียวกัน

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (R) ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร

$$R = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ R แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

L แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

เกณฑ์อำนาจจำแนกที่ยอมรับได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 ถ้าค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.20 จะต้องปรับปรุงแบบทดสอบข้อนั้นหรือตัดข้อนั้นทิ้งไป

3. การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการ

3.1 คะแนนพัฒนาการของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรคะแนนพัฒนาการและแปลคะแนนตามเกณฑ์ระดับพัฒนาการ โดยใช้เกณฑ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 266-267) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์คะแนนพัฒนาการเทียบระดับพัฒนาการ

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	**ระดับพัฒนาการ**
76 - 100	พัฒนาการระดับสูงมาก
51 - 75	พัฒนาการระดับสูง
26 - 50	พัฒนาการระดับกลาง
0 - 25	พัฒนาการระดับต้น

สูตรคะแนนพัฒนาการ

$$\text{คะแนนพัฒนาการ} = \frac{\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}} \times 100$$

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสที่มีผลต่อมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและพัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งนำเสนอออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

แบบวัดมโนทัศน์	จำนวนนักเรียน	ผลรวม ∑X	ค่าเฉลี่ย X	ร้อยละ	พัฒนาการ
ก่อนเรียน	๒๗	๑๒๓	๔.๕๖	๒๒.๗๘	ปรับปรุง
หลังเรียน	๒๗	๓๘๐	๑๔.๐๗	๗๐.๓๗	ดีมาก

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ภายหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์**สูงกว่า**ก่อนเรียน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	จำนวนนักเรียน	ผลรวม ∑X	ค่าเฉลี่ย X	ร้อยละ	พัฒนาการ
ก่อนเรียน	27	116	4.30	21.48	ปรับปรุง
หลังเรียน	27	388	14.37	71.85	ดีมาก

จากเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส พบว่า ภายหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์**สูงกว่า**ก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และพัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

ความมุ่งหมายการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างวิจัย

ประชากรที่ใช้ในวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในอำเภอทุ่งศรีอุดม จำนวน 200 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม จำนวน 28 คน ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการสุ่ม ดังนี้

1. สุ่มโรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) พบว่า ได้โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ในอำเภอทุ่งศรีอุดม
2. สุ่มห้องเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก พบว่า ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ผู้วิจัยสร้างโดยใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง

จากการหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.55 มีค่าความเหมาะสมระดับดีมาก

2. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนในตอนที่ 1 จำนวน 20 ข้อ โดยพิจารณาความยากง่าย (P) ที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (R) ที่มีค่าระหว่าง 0.20 – 1.00

จากการหาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าความยาก (P) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.67 และค่าอำนาจจำแนก (R) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.39 และมีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.95

3. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละทักษะ จำนวน 20 ข้อ โดยพิจารณาความยากง่าย (P) ที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (R) ที่มีค่าระหว่าง 0.20 – 1.00

จากการหาคุณภาพของแบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า ค่าความยาก (P) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.69 และค่าอำนาจจำแนก (R) ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.36 และมีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 0.96

เก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจ จำนวน 28 คน ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการสุ่มดังนี้

1.1 สุ่มโรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) พบว่า ได้โรงเรียน A สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเขต 29

1.2 สุ่มห้องเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก พบว่า ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 28 คน เป็นกลุ่มทดลอง

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดเดิม

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test dependent Sample และเปรียบเทียบพัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยคำนวณจากสูตรคะแนนพัฒนาการและแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 266-267)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และพัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนพัฒนาการระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

3.1 คะแนนพัฒนาการมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า พัฒนาการระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 10.71 พัฒนาการระดับกลาง คิดเป็นร้อยละ 35.71 และพัฒนาการระดับต้น คิดเป็นร้อยละ 53.58

3.2 คะแนนพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ พบว่า พัฒนาการระดับสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 3.57 พัฒนาการระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 21.42 พัฒนาการระดับกลาง คิดเป็นร้อยละ 42.85 และพัฒนาการระดับต้น คิดเป็นร้อยละ 32.14

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ ซึ่งอภิปรายตามลำดับ ดังนี้

1. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ผลการวิจัยดังกล่าวตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากธรรมชาติของการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ ในขั้นนี้ครูจะนำเข้าสู่บทเรียนใช้คำถาม โดยคำถามที่ใช้เป็นเทคนิคการใช้คำถามโสเครติส เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือคำถามในเรื่องที่จะเรียน เช่น นักเรียนสามารถอธิบายได้หรือไม่ว่า เมื่อให้ความร้อนแล้วน้ำในหม้อจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร (อธิบาย) แนวคำตอบคือ น้ำในหม้อจะร้อน นักเรียนมีเหตุผลอะไรบางที่แสดงถึงการถ่ายโอนความร้อนของของแข็ง (ให้เหตุผล) แนวคำตอบคือ หม้อเป็นตัวกลางในการนำความร้อนเกิดการถ่ายโอนความร้อนมาสู่น้ำในหม้อ เป็นต้น 2) ขั้นสำรวจและค้นหา ครูจะวางแผนกำหนดและแนวทางในการให้นักเรียนสืบค้น ทดลอง โดยการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต่างๆ ในการทดลอง รวมทั้งสอดแทรกคำถามโสเครติสในแบบบันทึกกิจกรรม เช่น ข้อที่ 00. นักเรียนสามารถอธิบายได้หรือไม่ว่าเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ ความร้อนถ่ายโอนจากบริเวณใดไปสู่บริเวณใด (อธิบาย) ข้อที่ 01. นักเรียนมีเหตุผลอะไรบ้างที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของน้ำ (ให้เหตุผล) เป็นต้น 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนจะนำข้อมูลที่ค้นคว้ามาวิเคราะห์ผลแปลผล และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ฝึกทั้งการคิดวิเคราะห์และยังเกิดมโนทัศน์อีกด้วย 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้เก่าและความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน โดยครูขยายความรู้ให้กับนักเรียนและใช้คำถามโสเครติส เพื่อเน้นย้ำความรู้และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เช่น อันนี้สอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนทำกิจกรรมมาก่อนหน้านี้หรือไม่ (ความคงเส้นคงวา) อะไรเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนของของเหลว (ผลที่ตามมา) เป็นต้น 5) ขั้นประเมินผล ครูประเมินความรู้ที่นักเรียนได้รับมาด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทำแบบบันทึกกิจกรรมหรือการสร้างชิ้นงานในครูผู้สอนจะประเมินผู้เรียนว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นนักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระตามความสนใจ อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม จนท้ายที่สุดนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งองค์ความรู้ในการวิจัยนี้หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศศิวิมล สนิทบุญ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมี

พัฒนาการอยู่ในระดับกลางเฉลี่ยร้อยละ 40.37 ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถาม ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษา

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการใช้คำถามโสเครติสมาร่วมในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากบทบาทของผู้สอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเน้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม ข้อสงสัย เพื่อนำไปสู่กระบวนการค้นหาคำตอบหรือการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำการใช้คำถามโสเครติสในลักษณะต่างๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นความสนใจและให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ เช่น คำถามที่ต้องการความชัดเจน ได้แก่ การอธิบาย การยกตัวอย่าง คำถามที่มุ่งหาเหตุผลและหลักฐาน ได้แก่ ความเชื่อพื้นฐาน ให้เหตุผล คำถามที่ทดสอบนัยและผลที่ตามมา เช่น ความคงเส้นคงวา ผลที่ตามมา เป็นต้น ซึ่งคำถามเล่านี้ล้วนแต่เป็นคำถามที่เป็นแรงผลักดันให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดที่แตกต่างกันไปซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาปรับปรุงความคิดของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการค้นคว้าหาความรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติสจึงช่วยในการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติสที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม การออกแบบสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์และสรุปผล การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการสื่อสารคำอธิบาย เป็นการเรียนการสอนที่ครูมุ่งให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีกิจกรรมการอภิปรายระหว่างครูและนักเรียนโดยครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบและข้อสรุปของบทเรียนด้วยตัวของนักเรียนเอง ในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส ครูใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นต่างๆ ดังนี้ 1) ขั้นสำรวจและค้นหา ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการคาดคะเนคำตอบจากปัญหาที่ต้องการศึกษากำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา วางแผนและออกแบบการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยทำการทดลองสำรวจหรือการสืบค้นข้อมูล มีการสื่อสารภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม กิจกรรมดังกล่าวนี้สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการกำหนดปัญหา เช่น การกำหนดปัญหา โดยครูให้นักเรียนกำหนดปัญหาก่อนทำการทดลอง ตัวอย่างของปัญหาการทดลองที่นักเรียนกำหนด เช่น น้ำอุณหภูมิต่างกันผสมกันจะเป็นอย่างไร การถ่ายโอนความร้อนผ่านของแข็งเป็นอย่างไร เป็นต้น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาจากวิธีการทดลองแล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและช่วยกันตั้งสมมติฐานการทดลอง ตัวอย่างการตั้งสมมติฐานการทดลองของนักเรียนที่ตั้งได้ เช่น ถ้าผสมน้ำร้อนและน้ำเย็นเข้าด้วยกัน ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันจะเกิดสมดุลความร้อน ถ้ามีการถ่ายโอนความร้อนผ่านแผ่นอะลูมิเนียม ดังนั้น ชิ้นเทียนไขที่อยู่ใกล้เปลวเทียนไขจะหลอมเหลวก่อนชิ้นเทียนไขที่วาง

ในต่ำแหน่งห่างออกไป เป็นต้น นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนยังสามารถใช้ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ในการกำหนดตัวแปรต่างๆของการทดลอง เช่น ตัวแปรต้น คือ น้ำร้อน น้ำเย็น ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิของน้ำที่ผสมกัน และตัวแปรควบคุมคือ ขนาดบีกเกอร์ เวลา เป็นต้น ในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ได้จากการทำกิจกรรม เช่น สมดุลความร้อน หมายถึง การที่อุณหภูมิของน้ำที่ผสมคงที่แสดงว่าเกิดสมดุลความร้อน เป็นต้น และทักษะการทดลอง จากการปฏิบัติการทดลองจะทำให้นักเรียนได้มีทักษะในการทดลอง เช่น สามารถทำการทดลองได้ถูกต้อง รวมถึงใช้อุปกรณ์ทดลองได้อย่างเหมาะสมและบันทึกผลการทดลองที่ถูกต้อง เป็นต้น

นอกจากนี้ครูยังมีการใช้คำถามแบบโสเครติสร่วมด้วยขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และทักษะการทดลอง โดยใช้ลักษณะคำถาม ดังนี้ คำถามที่มุ่งหาเหตุผลและหลักฐาน เช่น จากการทดลอง เรารู้ได้อย่างไรว่าเกิดการถ่ายโอนความร้อนของแผ่นอะลูมิเนียม (หลักฐาน) นักเรียนมีเหตุผลอะไรบ้างที่แสดงถึงการถ่ายโอนความร้อนของแผ่นอะลูมิเนียม (ให้เหตุผล) คำถามที่ต้องการความชัดเจน เช่น นักเรียนสามารถอธิบายได้อย่างไรว่า การทำอาหารโดยวิธีนึ่งทำให้อาหารสุก (อธิบาย) คำถามเกี่ยวกับคำถาม/การ อภิปราย เช่น นักเรียนสามารถสรุปแบบจำลองการถ่ายโอนความร้อนของของเหลวได้อย่างไร (การสรุป) เป็นต้น 2) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนได้อภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจค้นหาร่วมกัน โดยครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมด้วยวิธีการที่หลากหลาย อาทิเช่น ออกมาสรุปผลกิจกรรมบนกระดาน เขียนสรุปลงในกระดาษบูร๊ฟแล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนแล้วนำข้อสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาสรุปร่วมกันอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ความถูกต้องของผลการศึกษา ตลอดจนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งนำมาสู่ข้อสรุปและนำเสนอผลการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในส่วนของทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ที่กล่าวมาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติสที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาเรียม วัทนาด (2559) พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) เมื่อพิจารณารายทักษะ พบว่า มี 4 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติสนั้น สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น และทำการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองได้โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนได้นั้น ครูจะต้องลดบทบาทของตนเองลง แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนมากขึ้น มิฉะนั้นแล้วนักเรียนจะม่สามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้ด้วยตนเอง

1.2 ครูผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้ดี รวมทั้งการใช้คำถามแบบโสเครติส ครูควรกระจายคำถาม เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมและฝึกกระบวนการคิดให้ทั่วถึง โดยอาจสุ่มถามนักเรียนเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคล

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการวิจัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติสในระดับชั้นประถมศึกษา พร้อมทั้งศึกษาเนื้อหาวิจัยให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส

2.2 ควรทำการศึกษาวิจัยตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะพัฒนาได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามโสเครติส เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสังเคราะห์ ทักษะการสืบค้น ทักษะการสืบสอบ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ครูประถมดอทคอม. (2568). **การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** 11 มกราคม 2563. https://www.krupatom.com

ชัยชนม์ หลักทอง. (2556). **รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E**. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชัยวัฒน์ สุรวิชัย (2561). **วิธีการสอนของโสกราตีส.** 12 มกราคม 2563. https://siamrath.co.th/n/28840

ทิศนา แขมมณี. (2568). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** 12 มกราคม 2563. https://www.spu.ac.th/tlc/files

ธีรพงศ แกนอินทร. (2554). **วารสารศึกษาศาสตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร วิทยาเขตปตตานี, วิธีสอนแบบโสเครติส.** คณะศึกษาศาสตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร วิทยาเขตปตตานี

ธวัชชัย คงนุ่ม. (2550). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตาแนววงจรการเรียนรู้.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2557). **การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์การคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

พิจิตรา คงพานิช. (2561). **การสอนแบบเน้นกระบวนการคิดด้วยเทคนิค 5E และ 7E.** 11 มกราคม 2563. http://sukanyasansupo.blogspot.com/2018/03/5e-7e.html

พิมพันธ์ เดชะคุปต์., 2558. **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภัทราปวีณ์ ศรีสมพันธ์ (2568**). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่21สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา**. หลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินเพื่อพัฒนาการศึกษา, มหาวิทยาราชภัฏอุตรดิตถ์

มาเรียม วัทนาด (2559). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.** ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์และภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2549). **ครูจันทรสาร มุมมองใหม่แห่งการเรียนรู้ศิลปะการตั้งคำถามโดยวิธีโสเครติส.** คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ราวรรณ แสงอยู่ และวัชราภรณ์ แก้วดี. (2556). **ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศรัณย์ อัมระนันท์. (2558). **ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถาม**

ระดับสูง เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

ศศิวิมล สนิทบุญ. (2559). **ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม**. สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2550). **รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

สุดารัตน์ เกียรติจรุงพันธ์ (2559). **การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.** สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2568**). สถิติ O-NET ย้อนหลัง.** 11 มกราคม 2563. https://www.niets.or.th/th/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560).**

สิโรฒม์ บุญเลิศ. (2555). **ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสะท้อนอภิปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนมติทางวิทยาศาสตร์และอภิปัญญาของนักเรียน.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,คณศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2558**). รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: หน่วยทดสอบและประเมินผล,

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). **พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.** กรุงเทพฯ

อุไรวรรณ ปานีสงค์. (2560). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Cepni, Sahin & Ipek, (2010). **Teaching floating and sinking concepts with different methods andtechniques based on the 5E instructional model**. Asia-Pacific Forum on ScienceLearning and Teaching. 11(2), 1-39

Hedgepeth, D. J. (1996). **A comparison study of the learning cycle and a traditional instructional sequence in eaching an Eighth-Grade science topic.** Dissertation abstracts international, 57(2), 628-A.

Nasseri, A. S. (1986). **An introductory chemistry laboratory model incorporating learningcycle strategies for Iranian High School**. Dissertation Abstracts International. 51(46), 1894-A.

ภาคผนวก

ภาพประกอบการจัดกิจกรรมตามแผนรูปแบบการสอนแบบ5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส





ภาพประกอบการจัดกิจกรรมตามแผนรูปแบบการสอนแบบ5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส





ภาพประกอบการจัดกิจกรรมตามแผนรูปแบบการสอนแบบ5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส





ภาพประกอบการจัดกิจกรรมตามแผนรูปแบบการสอนแบบ5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามแบบโสเครติส





ผลคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบไฮเดรดิส

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ก่อนเรียน O_1	หลังเรียน O_2	ผลต่าง O_1 - O_2	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
1	เด็กชายอนุวาริป์ บรรโล	5	12	7	60	พอใช้
2	เด็กชายจิรายุ แสงสว่าง	3	14	11	70	
3	เด็กชายชิชินธร ชมื่นแก้ว	4	12	8	60	พอใช้
4	เด็กชายณัฐกรณ์ ประทุม	5	14	9	70	
5	เด็กชายธนกฤติ แก้วศรีเคณ	3	15	12	75	
6	เด็กชายปุรเชษฐ์ จันทร์หงส์	5	12	7	60	พอใช้
7	เด็กชายพีรภัทร คำโสภา	5	12	7	60	พอใช้
8	เด็กชายสรรพสิทธิ์ ไพรบึง	6	12	6	60	พอใช้
9	เด็กชายพีรวัฒน์ คำไส	4	12	8	60	พอใช้
10	เด็กชายยศพล โพธิลา	6	12	6	60	พอใช้
11	เด็กชายณัฐพัชณ์ สิริษา	8	12	4	60	พอใช้
12	เด็กหญิงชาลิสา ศรีชาลู	5	13	8	65	พอใช้
13	เด็กหญิงโชติมา คุหา	5	17	12	85	ดีมาก
14	เด็กหญิงณัฐวรรณ พรมสุข	4	14	10	70	ดี
15	เด็กหญิงนรินทิพย์ ทองสมุทร	2	14	12	70	ดี
16	เด็กหญิงพรชนก ดวงเนตร	6	15	15	75	ดี
17	เด็กหญิงลลดาวัลย์ ขอสุข	6	14	8	70	ดี
18	เด็กหญิงวรกานต์ เตียงกุล	2	14	12	70	ดี
19	เด็กหญิงศิริญาภรณ์ แสงสีงาม	5	15	10	75	ดี
20	เด็กหญิงศิริริมล กัญญาสาย	5	15	10	75	ดี
21	เด็กหญิงสโรชา เพียพงษ์	3	16	13	80	ดีมาก
22	เด็กหญิงสุธาสินี วงบุตดี	4	13	9	65	พอใช้
23	เด็กหญิงอรทัย พรมมิภักดิ์	6	16	10	80	ดี
24	เด็กหญิงอัครกมล สาบันท์	7	17	10	85	ดี
25	เด็กหญิงอัญรดา แซ่ว้า	6	18	12	90	ดีมาก
26	เด็กหญิงทิมพกา ไอชื่อ	1	12	11	60	พอใช้
27	เด็กหญิงปัญญา มีตำนิล	2	18	16	90	ดีมาก
รวม					70.37	ดี

ผลคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบไตรศิส

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ก่อนเรียน O_1	หลังเรียน O_2	ผลต่าง $O_1 - O_2$	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
1	เด็กชายกฤตเสิป บรรโล	5	12	7	60	พอใช้
2	เด็กชายจิรายุ แสงสว่าง	3	14	11	70	ดี
3	เด็กชายชิชินธร ขมิ้นแก้ว	2	12	10	60	พอใช้
4	เด็กชายณัฐกรณ์ ประทุม	2	12	10	60	พอใช้
5	เด็กชายธนกฤติ แก้วศรีคณ	3	12	9	60	พอใช้
6	เด็กชายปุรเชษฐ์ จันทร์หอล์	5	12	7	60	พอใช้
7	เด็กชายพีรภัทร คำโสภา	5	12	7	60	พอใช้
8	เด็กชายภรรพสิทธิ์ ไพรบึง	6	12	6	60	พอใช้
9	เด็กชายพีรวัฒน์ คำโส	2	12	10	60	พอใช้
10	เด็กชายยศพล โพธิลา	6	12	6	60	พอใช้
11	เด็กชายณัฐพัชณ์ สิริษา	8	14	6	70	ดี
12	เด็กหญิงชาลิสา ศรีชาลู	5	12	7	60	พอใช้
13	เด็กหญิงโชติมา คูหา	5	15	10	75	ดี
14	เด็กหญิงณัฐวรรณ พรมสุข	4	13	9	65	พอใช้
15	เด็กหญิงนริษฟิพย์ ทองสมุทร	2	15	13	75	ดี
16	เด็กหญิงพรชนก ดวงเนตร	6	17	11	85	ดีมาก
17	เด็กหญิงพลดาวัลย์ ขอสุข	6	16	10	80	ดีมาก
18	เด็กหญิงวรกานต์ เสียงกุล	2	18	16	90	ดีมาก
19	เด็กหญิงศิริญาภรณ์ แสงสีงาม	5	18	13	90	ดีมาก
20	เด็กหญิงศิริวิมล กัญญาสาย	5	17	12	85	ดีมาก
21	เด็กหญิงสโรชา เพิญพงษ์	3	15	12	75	ดีมาก
22	เด็กหญิงสุธาสินี วงบุตดี	4	17	13	85	ดีมาก
23	เด็กหญิงอรทัย พรมมิภักดิ์	6	17	11	85	ดีมาก
24	เด็กหญิงอัครกมล สานันท์	7	15	8	75	ดีมาก
25	เด็กหญิงอัญรดา แซ่ว้า	6	18	12	90	ดีมาก
26	เด็กหญิงทิมพกา ไชชื่อ	1	12	11	60	ดีมาก
27	เด็กหญิงปิยฉัตร มีคำนิล	2	17	15	85	ดีมาก
รวม					71.85	ดี

ผลคะแนนประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามแบบโสเครติส

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการทำงาน	คะแนนรวม(12)	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
1	เด็กชายคุณาธิป บรรโล	3	3	3	9	75.00	ดี
2	เด็กชายจิรายุ แสงสว่าง	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
3	เด็กชายชิชินธร ขยิ้นแก้ว	3	3	3	9	75.00	ดี
4	เด็กชายณัฐกรณ์ ประทุม	3	3	3	9	75.00	ดี
5	เด็กชายธนกฤติ แก้วศรีภคณ	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
6	เด็กชายปุรเชษฐ์ จันทร์หงส์	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
7	เด็กชายพีรภัทร คำโสภา	3	3	3	9	75.00	ดี
8	เด็กชายภรรพสิทธิ์ ไทรปิง	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
9	เด็กชายพีรวัฒน์ คำโส	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
10	เด็กชายยศพล โพธิลา	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
11	เด็กชายณัฐพัชณ์ สิริษา	3	3	3	9	75.00	ดี
12	เด็กหญิงชาลิสา ศรีชาลู	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
13	เด็กหญิงโชติมา ศูหา	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
14	เด็กหญิงณัฐวรรณ ทรมสุข	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
15	เด็กหญิงนริษศิพย์ ทองสมุทร	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
16	เด็กหญิงพรชนก ควงเนตร	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
17	เด็กหญิงละอาวัล ขอสุข	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
18	เด็กหญิงวรกานต์ เสียงกูล	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
19	เด็กหญิงสิริญาภรณ์ แดงสีงาม	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
20	เด็กหญิงสิริวิมล กัญญาสาย	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
21	เด็กหญิงสโรชา เที่ยงพงษ์	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
22	เด็กหญิงสุธาสินี วงบุตดี	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
23	เด็กหญิงอรทัย พรมมิภักดิ์	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
24	เด็กหญิงอัครกมล ลานันท์	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
25	เด็กหญิงธัญรดา แซ่ว้า	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
26	เด็กหญิงพิมพกา ใจซื่อ	3	3	3	9	75.00	ดี
27	เด็กหญิงพีชญา มีคำนิล	4	4	4	12	100.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย						94.44	ดีมาก

เอกสารอ้างอิง

ครูประถมดอทคอม. (2562). **การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** 11 มกราคม 2563. https://www.krupatom.com

ชัยชนม์ หลักทอง. (2556). **รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E**. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชัยวัฒน์ สุรวิชัย (2561). **วิธีการสอนของโสกราตีส.** 12 มกราคม 2563. https://siamrath.co.th/n/34840

ทิศนา แขมมณี. (2562). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** 12 มกราคม 2563. https://www.spu.ac.th/tlc/files

ธีรพงศ แกนอินทร. (2554). **วารสารศึกษาศาสตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร วิทยาเขตปตตานี, วิธีสอนแบบโสเครติส.** คณะศึกษาศาสตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร วิทยาเขตปตตานี

ธวัชชัย คงนุ่ม. (2550). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตาแนววงจรการเรียนรู้.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2557). **การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์การคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

พิจิตรา คงพานิช. (2561). **การสอนแบบเน้นกระบวนการคิดด้วยเทคนิค 5E และ 7E.** 11 มกราคม 2563. http://sukanyasansupo.blogspot.com/2018/03/5e-7e.html

พิมพันธ์ เดชะคุปต์., 2558. **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภัทราปวีณ์ ศรีสมพันธ์ (2562**). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่21สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา**. หลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินเพื่อพัฒนาการศึกษา, มหาวิทยาราชภัฏอุตรดิตถ์

มาเรียม วัทนาด (2559). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.** ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์และภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2549). **ครูจันทรสาร มุมมองใหม่แห่งการเรียนรู้ศิลปะการตั้งคำถามโดยวิธีโสเครติส.** คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม