

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental Research) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาส ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจันทบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage Random Sampling) ซึ่งดำเนินการ ดังนี้ ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียน ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ขั้นที่ 2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนใช้การสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากห้องเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานและแบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม.1/1 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ส่วนนักเรียนห้อง ม.1/2 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐาน ใกล้เคียงกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงาน เป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 2 รูปแบบ ดังนี้

1.1 แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน

1.2 แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทาง สะเต็มศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ โครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ

ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน ตัวซิวัด ช่วงชั้นที่ 2 (ม.1 - ม.3) มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงานความร้อน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ช่วงชั้นที่ 2 มาตรฐานรายวิชาคำอธิบายรายวิชา เนื้อหาและตัวชี้วัด ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยผู้วิจัยโดยผู้วิจัยได้กำหนด โครงสร้างของแผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 โครงสร้างแผนหน่วยงานการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้การจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ข้อหน่วย	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ว 2.3, ม.1/1 - ม.1/4	<p>ความร่อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสารระดับอุณหภูมิเป็นปริมาณที่บอกถึงระดับความร่อนของวัตถุระดับความร่อนในเนื้อวัตถุเรียกว่าอุณหภูมิสามารถวัดได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์</p>	<p>เมื่อสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ เปลี่ยนสถานะหรือเปลี่ยนรูปร่าง</p> <p>- ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ ขึ้นกับมวล ความร่อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป</p> <p>- ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับมวลและความร่อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่สารเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง</p>	<p>- ผลงานถึงประดิษฐ์จากการนำความรู้เรื่อง การหาค่าและขยายตัวของสารเนื่องจาก ความร่อน</p>	- แบบประเมินชิ้นงาน	<p>ความร่อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร</p>	9

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ ภาระงาน	เกณฑ์การ ประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ว 2.3, ม.1/1-ม.1/4	เมื่อวัตถุได้รับความร้อนทำให้สารขยายตัวเนื่องจากอนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น แต่เมื่อสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงทำให้เกิดการหดตัว	<p>- ความร้อนทำให้สารขยายตัวหรือหดตัวได้เนื่องจากเมื่อสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว และขยายตัวของสารเนื่องจากความร้อนแต่เมื่อสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงทำให้เกิดการหดตัว</p> <p>- ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสาร เนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำเทอร์โมมิเตอร์</p>		ประเมิน		

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ว 2.3, ม.1/5 - ม.1/7	<p>ความร้อนสามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้โดยการนำ การพา และการแผ่รังสี</p> <p>พลังงานความร้อนมีการถ่ายเทจาก อุณหภูมิสูงไป อุณหภูมิต่ำจนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน</p>	<p>- ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาวะที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน</p> <p>- เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกัน จนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน</p>	<p>- ทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อนหรือภาชนะเก็บรักษาความเย็น</p>	<p>- แบบประเมินชิ้นงาน</p>	<p>การถ่ายโอนพลังงานความร้อน</p>	11

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน
ว 2.3, ม.1/5 - ม.1/7	สาระสำคัญ	<p>สาระการเรียนรู้</p> <p>- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย</p> <p>ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง</p>				

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน
ว 2.3, ม.1/5 - ม.1/7	สาระสำคัญ	<p>สาระการเรียนรู้</p> <p>- ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อนหรือการออกแบบระบบระบายความร้อนในอาคาร</p>		ประเมิน		

3. สร้างแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็น ฐาน จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ เวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็น ฐาน 6 ขั้นตอน ชิ้นงาน สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจ พิจารณาความเหมาะสมของหน่วยจัดการเรียนรู้ ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้ เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert Scale) (วิเชียร เกตุสิงห์. 2538 : 8 - 11) ดังนี้

- | | | |
|---|---------|---|
| 5 | หมายถึง | มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย |
| 1 | หมายถึง | มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด |

วิเคราะห์ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน แล้วเทียบกับเกณฑ์ระดับ คุณภาพ ตามคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

- | | | |
|-----------------------|---------|----------------------------------|
| ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 | หมายถึง | แผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 | หมายถึง | แผนการสอนมีความเหมาะสมมาก |
| ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 | หมายถึง | แผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 | หมายถึง | แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย |
| ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 | หมายถึง | แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

โดยกำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์คุณภาพความเหมาะสมที่ยอมรับว่า แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจากผลการประเมินพบว่า แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็น ฐาน มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 มีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบโครงงานเป็นฐาน
ตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นตอน 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์

2. ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1 - 119) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน
ตัวชี้วัด ช่วงชั้นที่ 2 (ม.1 - ม.3) มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงานความร้อน
เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ช่วงชั้นที่ 2 มาตรฐานรายวิชาคำอธิบายรายวิชา เนื้อหา
และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างของแผนหน่วยการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 3

3. สร้างแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษา จำนวน 2 หน่วย เวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย
มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้
สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา
8 ขั้นตอน ชิ้นงาน สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจ
พิจารณาความเหมาะสมของหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้
เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert Scale)
(วิเชียร เกตุสิงห์. 2538 : 8 - 11) ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด

วิเคราะห์ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน แล้วเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพตามคะแนนเฉลี่ยดังนี้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์คุณภาพความเหมาะสมที่ยอมรับว่าแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจากผลการประเมินพบว่า แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.66 มีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบ

การหาคุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สารและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีจำนวน 2 ชุด ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบทั้งสองฉบับเป็นแบบวัดคู่ขนานมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อตามแนวคิดของทอแรนซ์ และการสร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของฮู และเอเดย์ (Hu and Adey, 2002 : 389 - 403) ที่ประกอบด้วยคำถาม 12 ข้อ ซึ่งเป็นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและกำหนดตัวชี้วัดพฤติกรรม ได้ตัวชี้วัดของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ตารางแสดงองค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรมของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ตัวชี้วัดพฤติกรรม
1. ความคิดคล่อง	ความสามารถในการคิดคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ จำนวนมากในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น	ความสามารถในการคิดคำตอบที่มีความหลากหลายของหมวดหมู่ หรือมีหลายแนวทางและสอดคล้องกับสถานการณ์
3. ความคิดริเริ่ม	ความสามารถในการคิดคำตอบที่แปลกใหม่ มีความโดดเด่น และสอดคล้องกับสถานการณ์

2. สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดพฤติกรรม โดยเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย มีข้อคำถามจำนวน 12 ข้อ ในเวลา 60 นาที ได้แก่ ใช้วัดความคิดคล่อง จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 1 - 4) วัดความคิดยืดหยุ่น จำนวน 3 ข้อ (ข้อ 5 - 8) และวัดความคิดริเริ่ม 3 ข้อ (ข้อ 9 - 12)

3. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รวมทั้งเกณฑ์การประเมิน ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความสอดคล้อง ความถูกต้อง ความเหมาะสม ของข้อคำถาม ตัวชี้วัดพฤติกรรมและการใช้ภาษา

4. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการตรวจคำตอบของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางของฮูและอเดย์ (Hu and Adey. 2002 : 389 - 403) และทอแรนซ์ (Torrance. 1992 : 10 - 14) ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับ
ความคิดคล่อง จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 1 - 4)	4 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 16 คะแนน	ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับ ข้อคำถามและเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน กำหนดเวลาข้อละ 3 นาที มีเกณฑ์การให้ คะแนนดังนี้	
		1. คำตอบ 5 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน	ดีมาก
		2. คำตอบ 3 - 4 คำตอบ ได้ 3 คะแนน	ดี

ตาราง 5 (ต่อ)

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับ
		3. คำตอบ 2 คำตอบ ได้ 2 คะแนน	พอใช้
		4. คำตอบ 1 คำตอบ ได้ 1 คะแนน	ควรปรับปรุง
ความคิด ยืดหยุ่น จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 5 - 8)	4 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 16 คะแนน	ให้คะแนนกลุ่มของคำตอบที่สอดคล้อง กับข้อคำถามและมีแนวทางเดียวกัน มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ 1. กลุ่มคำตอบ 6 กลุ่มขึ้นไป ได้ 4 คะแนน 2. กลุ่มคำตอบ 4 - 5 กลุ่มขึ้นไป ได้ 3 คะแนน 3. กลุ่มคำตอบ 2-3 กลุ่มขึ้นไป ได้ 2 คะแนน 4. กลุ่มคำตอบ 1 กลุ่ม ได้ 1 คะแนน	ดีมาก ดี พอใช้ ควรปรับปรุง
ความคิดริเริ่ม จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 9 - 12)	4 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 16 คะแนน	ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับ ข้อคำถามและมีความแตกต่างจาก คำตอบทั่วไปของนักเรียนในห้อง มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ 1. คำตอบที่มีผู้ตอบ 1 คน ได้ 4 คะแนน 2. คำตอบที่มีผู้ตอบ 2-3 คน ได้ 3 คะแนน 3. คำตอบที่มีผู้ตอบ 4-6 คน ได้ 2 คะแนน 4. คำตอบที่มีผู้ตอบตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป ได้ 1 คะแนน	ดีมาก ดี พอใช้ ควรปรับปรุง
รวมทั้งฉบับ	48		

5. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รวมทั้งเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาและทำการแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ศึกษานิเทศก์จำนวน 2 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิทยาศาสตร์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รองผู้อำนวยการโรงเรียนวิทญานะเชี่ยวชาญ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (รายนามปรากฏดังภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความตรง (IOC) ของข้อคำถามต่อความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

บันทึกผลการพิจารณาลงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วหาคะแนนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของบุญเชิด ภิญ โยธอนันตพงษ์ (2547 : 69) คัดเลือกข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้อง จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่า 0.83

6. จัดทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน

7. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (α - Coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 117) จากการวิเคราะห์พบว่า สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่า 0.90

8. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุณภาพแล้วไปใช้เพื่อเก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อไป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัว เลือก จากเอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลในวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบ จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของชวาล แพร์ตกุล (2540 : 16 - 19) การวัดและการประเมินผลของบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535 : 16 - 19) และศึกษาการวิเคราะห์ข้อสอบจากหนังสือวิเคราะห์ข้อสอบ ของวินัย รังสินันท์ (2544 : 47 - 73)

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยสร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ยึดตามตัวชี้วัดให้ครอบคลุมเนื้อหา จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำมาคัดเลือกโดยขั้นตอนการพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชาและความเหมาะสมจากดุลยพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขโดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและวัดผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลทางการศึกษา ได้พิจารณาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่โดยใช้วิธีของโรวินลดี

(Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (Hambleton) บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2547 : 69) กำหนดคะแนนความคิดเห็นดังนี้

- +1 = แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 = ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 = แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

5. บันทึกผลการพิจารณาถึงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อแล้วหาคะแนนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของบุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2547 : 69) คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้อง จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่า 0.90 แสดงว่า มีความเที่ยงตรงตามตัวชี้วัดสามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของข้อทดสอบเป็นรายข้อ โดยนำคะแนนมาจัดลำดับจากมากไปน้อย แล้ววิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก โดยพิจารณาข้อทดสอบที่มีความยากง่าย อยู่ในเกณฑ์ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ 0.20 ขึ้นไป เลือกข้อทดสอบ จำนวน 20 ข้อจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า ความยากง่าย อยู่ที่ 0.30 - 0.43 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 นำไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (r_c) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) (Kuder & Richardson) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 103) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ มีค่า 0.75

8. จัดพิมพ์และทำสำเนาข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้วเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest Posttest Design โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 เป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และกลุ่มทดลอง 2 เป็นกลุ่ม

ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบสองกลุ่มมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Two Group Pretest Posttest Design) ซึ่งมีรูปแบบดังภาพประกอบ 3 (มนตรี อนันต์รักษ์ และคณะ. 2546 : 127)

กลุ่มทดลอง	ก่อนทดลอง	ทดลอง	หลังทดลอง
Gr1	O1	T1	O2
Gr2	O1	T2	O2

ภาพประกอบ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest - Posttest Design

Gr1	แทน	กลุ่มทดลอง 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
Gr2	แทน	กลุ่มทดลอง 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา
O1	แทน	การวัดตัวแปรตามก่อนการทดลอง ได้แก่ ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
O2	แทน	การวัดตัวแปรตามหลังการทดลอง ได้แก่ ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
T1	แทน	การดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
T2	แทน	การดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองตามแผนหน่วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้น และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

1.1 ขั้นชี้แจงนักเรียนก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แนะนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์ การเก็บคะแนน และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 ทราบ

1.2 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 โดยการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเครื่องมือ 1 ชุด คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน โดยใช้เวลา 60 นาที และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

2. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และใช้แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทั้งสองกลุ่มทดลองใช้จำนวนแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากันคือ จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ และใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง ดังตาราง 6

ตาราง 6 ตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชั่วโมง	กลุ่มโครงงานเป็นฐาน		ชั่วโมง	กลุ่มโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	
	ว/ด/ป	เวลา		ว/ด/ป	เวลา
1	19 สิงหาคม 2562	08.30 - 09.30	1	19 สิงหาคม 2562	09.30 - 10.30
2 - 3	20 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30	2 - 3	21 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30
4	26 สิงหาคม 2562	09.30 - 10.30	4	26 สิงหาคม 2562	08.30 - 09.30
5 - 6	27 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30	5 - 6	28 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30
7	2 กันยายน 2562	08.30 - 09.30	7	2 กันยายน 2562	09.30 - 10.30
8 - 9	3 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	8-9	4 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
10	9 กันยายน 2562	09.30 - 10.30	10	9 กันยายน 2562	08.30 - 09.30
11 - 12	10 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	11-12	11 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
13	16 กันยายน 2562	08.30 - 09.30	13	16 กันยายน 2562	09.30 - 10.30
14 - 15	17 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	14 - 15	18 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
16	23 กันยายน 2562	09.30 - 10.30	16	23 กันยายน 2562	08.30 - 09.30
17 - 18	24 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	17 - 18	25 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
19	30 กันยายน 2562	08.30 - 09.30	19	30 กันยายน 2562	09.30 - 10.30
20	1 ตุลาคม 2562	09.30 - 10.30	20	2 ตุลาคม 2562	08.30 - 09.30

3. ขึ้นเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังสอน จากเครื่องมือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน อย่างละ 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละประเภทมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t - test for Dependent Samples)
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t - test for Dependent Samples)
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบค่าที แบบเป็นอิสระจากกัน (t - test for Independent Samples)
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบ ค่าที แบบเป็นอิสระจากกัน (t - test for Independent Samples)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน

- ค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (บุญเลี้ยง ทุมทอง. 2555 : 281)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
 n แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

- ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 X แทน ค่าของคะแนนที่นำมาคำนวณค่าเฉลี่ย
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

- หาค่าร้อยละ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 122)

$$P = \frac{f \times 100}{n}$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ
 f แทน ค่าความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ
 n แทน ค่าจำนวนความถี่ทั้งหมด

- หาค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการแจกแจง (T - distribution) โดยใช้สูตรของเฮ็ดควาร์ด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 132)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที
	\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มซึ่งเท่ากัน

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (α - Coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 117)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

สถิติตรวจสอบสมมติฐาน

1. โดยใช้สถิติคำนวณค่าที (Dependent Sample t - test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่อิสระต่อกัน สูตร นักเรียนกลุ่มเดียวกันแต่มีการทดสอบ ก่อนทดลอง ทดสอบหลังทดลอง t - test (Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 133)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\sum D$ แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้งหมด

2. โดยใช้สถิติคำนวณค่าที (Independent Sample t - test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่อิสระต่อกัน

สูตร t - test (Independent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560 : 137)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 n_2} \right)}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{X}_1, \bar{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี