

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. รูปแบบของการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียนที่เรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 64 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดราชาธิวาส เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่เรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.3 รูปแบบการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research design) โดยไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ ใช้การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 80 ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใช้การเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์แบบเสริมกระบวนการคิด ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังต่อไปนี้

2.1.1 ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์แบบเสริมกระบวนการคิดมีขั้นตอนการทำแผนการสอนดังนี้

1) ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานจากหนังสือเรียนสนุกกับโครงงานวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ 11 ขั้นตอน (นวลจิตต์ เชาวกิตพิงศ์ และประจวบจิตร คำจตุรัส, 2557) ศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาเขียนผลการเรียนรู้วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์

2) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และข้อมูลเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา จากงานวิจัยหลายๆ ท่าน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้วิชาโครงงานวิทยาศาสตร์แบบเสริมกระบวนการคิด

3) เขียนเค้าโครงแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครอบคลุมขั้นตอนการศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 11 ขั้นตอน โดยกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลในแต่ละขั้นตอน แล้วเสนอเค้าโครงแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเวลาและการวัดผลประเมินผลในแต่ละขั้นตอน ปรับปรุงข้อมูลตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4) เขียนกรอบแนวคิดในการทำแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการทำโครงงาน โดยกำหนดบทบาทของครูผู้สอน พฤติกรรมและกระบวนการคิดที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะเสนอกรอบแนวคิดในการทำแผนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขจนกรอบแนวคิดมีความสมบูรณ์

ตารางที่ 3.1 การเขียนกรอบแนวคิดในการเขียนแผนการเรียนรู้รายวิชา วิศวกรรมวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	พฤติกรรมของนักเรียน	กระบวนการคิด
1. ศึกษาความหมายและประเภทของโครงงาน	- ผู้สอนให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายและประเภทของโครงงาน พร้อมนำเสนอตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์	- ให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายและประเภทของโครงงาน พร้อมนำเสนอตัวอย่างโครงงานแต่ละประเภทโดยใช้ฟาวเวอร์พอยด์นำเสนอ	- บอก/อธิบายความหมายและลักษณะเฉพาะของโครงงานแต่ละประเภท - แสดงการแยกแยะโครงงานแต่ละประเภทได้	คิดวิเคราะห์
2. สำรวจเรื่องที่จะทำโครงงาน	- ผู้สอนให้แนวคิดในการสำรวจหัวข้อเรื่องในขอบเขตที่เป็นเรื่องทางวิทยาศาสตร์ - ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างและหัวข้อที่ทำโครงงานในขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ - ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกคิดชื่อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์	- ผู้สอนให้ผู้เรียนสำรวจหัวข้อเรื่องโครงงานจากปัญหาใกล้ตัว - ให้ตั้งชื่อเรื่องโครงงานให้สอดคล้องกัน - ให้ผู้เรียนนำเสนอชื่อโครงงาน - ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนสรุปแนวคิดในการเลือกหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ - ให้ผู้เรียนศึกษาบทคัดย่อของโครงงานประเภทต่างๆ	- วิเคราะห์ปัญหาใกล้ตัวและเขียนลงในใบงาน - ตั้งชื่อโครงงานให้สอดคล้องกับปัญหาที่ - นำเสนอผลการวิเคราะห์ปัญหาและนำเสนอชื่อโครงงานที่สอดคล้องกับปัญหา - ผู้เรียนช่วยกันสรุปแนวคิดในการเลือกหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ - บอกข้อมูลที่ได้จากการศึกษาบทคัดย่อโครงงาน	- คิดวิเคราะห์ - คิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	พฤติกรรมของนักเรียน	กระบวนการคิด
	- ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอชื่อโครงการและร่วมกันวิพากษ์ชื่อโครงการของตนกับผู้เรียนคนอื่นๆ - ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาบทคัดย่อของโครงการประเภทต่างๆ ที่มีขอบข่ายเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์			
3. วิเคราะห์โครงการ	- ผู้สอนเสนอแบบวิเคราะห์ และอธิบายวิธีใช้แบบวิเคราะห์โครงการ - ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างการวิเคราะห์โครงการวิทยาศาสตร์ - ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์โครงการประเภทต่าง	- ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มศึกษาตัวอย่างโครงการ - ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ตัวอย่างโครงการตามแบบวิเคราะห์โครงการที่ครูให้ - ให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์ตัวอย่างโครงการ - ให้ผู้เรียนวิเคราะห์โครงการประเภทต่างๆเพิ่มเติม	- ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มช่วยกันศึกษาตัวอย่างโครงการ - ผู้เรียนบอกรายการส่วนประกอบและความสัมพันธ์เชื่อมโยงภายในโครงการตามรูปแบบวิเคราะห์โครงการ - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์ตัวอย่างโครงการ	- คิดวิเคราะห์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	พฤติกรรมของนักเรียน	กระบวนการคิด
4. ระบุปัญหาหรือ เรื่องที่จะทำโครงการ	- ผู้สอนให้ความรู้ หลักพิจารณาหัวข้อ โครงการวิทยาศาสตร์ - ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า บทความ/วารสาร/ข้อมูลจากแหล่ง เรียนรู้ใกล้ตัว - ผู้สอนให้ผู้เรียนระบุปัญหา/เรื่องที่ จะทำโครงการ ตามความสนใจของ ผู้เรียน	- ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มเพื่อศึกษาเรื่องที่ นักเรียนสนใจ - ให้ผู้เรียนช่วยกันตั้งปัญหาเกี่ยวกับ เรื่องที่สนใจ - ให้ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาให้ สอดคล้องกับโครงการประเภทต่างๆ - ให้นักเรียนนำเสนอปัญหา/เรื่องที่จะ ทำโครงการ	- ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความสนใจของ ตนเอง - สมาชิกในกลุ่มช่วยกันระบุปัญหา เกี่ยวกับเรื่องที่จะทำโครงการตาม ความสนใจ - สมาชิกช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาให้ สอดคล้องกับโครงการประเภทต่างๆ - สมาชิกในกลุ่มช่วยกันเลือกปัญหา และชื่อเรื่องที่เหมาะสมที่จะทำ โครงการ - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอปัญหาและชื่อ เรื่อง	- คิดวิเคราะห์ - คิดสร้างสรรค์
5. ศึกษาเอกสารหรือ แหล่งข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับโครงการ	- ผู้สอนให้ความรู้ การศึกษาและการ เขียนเอกสารที่เกี่ยวข้อง และ เอกสารอ้างอิง	- ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มศึกษา ตัวอย่างโครงการ - ให้ผู้เรียนวิเคราะห์เนื้อหาใน เอกสารอ้างอิงว่ามีการเขียนอย่างไร และสัมพันธ์กับชื่อเรื่องอย่างไร	- ผู้เรียนแบ่งกลุ่มศึกษาการเขียน เอกสารอ้างอิงในตัวอย่างโครงการ - ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์เนื้อหาใน เอกสารอ้างอิงว่ามีการเขียนอย่างไร และสัมพันธ์กับชื่อเรื่องอย่างไร	- คิดวิเคราะห์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	พฤติกรรมของนักเรียน	กระบวนการคิด
		- ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนสรุปเกี่ยวกับหลักการเขียนเอกสารที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง - ให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะทำโครงงานและเขียนเอกสารอ้างอิงให้ถูกต้อง	- ผู้เรียนสรุปเกี่ยวกับหลักการเขียนเอกสารที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง - ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะทำโครงงานและการเขียนเอกสารอ้างอิงให้ถูกต้อง - นำเสนอข้อมูล	
6. ออกแบบการทดลองหรือวางแผนการดำเนินการทำโครงงาน	- ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบการทดลองและวางแผนดำเนินการทำโครงงาน	- ผู้สอนกำหนดขอบเขตและระยะเวลาในการทำโครงงานให้ผู้เรียนทราบ - ให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบการทดลอง และวางแผนการทำโครงงาน	- ผู้เรียนวางแผนการดำเนินโครงงานตามระยะเวลาที่กำหนด - นำเสนอแผนการดำเนินงาน	- คิดสังเคราะห์
7. เขียนเค้าโครงของโครงงาน	- ผู้สอนให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนเค้าโครงของโครงงาน - ผู้สอนอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการเขียนเค้าโครงของโครงงาน - ผู้สอนให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการเขียนเค้าโครงของโครงงาน	- ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนเค้าโครงของโครงงานโดยการนำเสนอหัวข้อในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน - อธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการเขียนเค้าโครงของโครงงานโดยใช้โครงงานที่นักเรียนศึกษาประกอบการอธิบาย	- ผู้เรียนรู้หัวข้อในการเขียนเค้าโครงของโครงงานได้ - ผู้เรียนช่วยกันอภิปรายและทำความเข้าใจในแต่ละขั้นตอนของการเขียนเค้าโครงของโครงงาน - ผู้เรียนช่วยกันเขียนเค้าโครงของโครงงานที่ตนเองทำได้	- คิดวิเคราะห์ - คิดสังเคราะห์ - คิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	พฤติกรรมของนักเรียน	กระบวนการคิด
		- ให้ผู้เรียนอภิปรายและทำความเข้าใจในแต่ขั้นตอน - ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการเขียนเค้าโครงของโครงงาน		
8. ลงมือทำโครงงาน	- ผู้สอนให้ผู้เรียนลงมือทำโครงงานตามแผนที่เสนอไว้และให้ผู้เรียนบันทึกผลการทำงานของตนเอง - ผู้สอนรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการทำงานของผู้เรียนโดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเท่านั้น	- ให้ผู้เรียนลงมือทำโครงงานตามแผนที่เสนอไว้และให้ผู้เรียนบันทึกผลการทำงานของตนเอง - รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตการทำงานของผู้เรียน	- แสดงการปฏิบัติการตามแผนของโครงงานที่เสนอไว้	- คิดวิเคราะห์ - คิดสังเคราะห์ - คิดสร้างสรรค์
9. เขียนรายงานโครงงาน	- ผู้สอนให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงงาน - ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนรายงาน	- ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มศึกษาตัวอย่างการเขียนรายงานโครงงาน - ให้ผู้เรียนวิเคราะห์เนื้อหาในรายงานว่ามีกับท อะไรบ้าง และแต่บทสัมพันธ์กันอย่างไร	- ผู้เรียนแบ่งกลุ่มศึกษาตัวอย่างการเขียนรายงานโครงงาน - ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์เนื้อหาในรายงานว่ามีกับท อะไรบ้าง และแต่บทสัมพันธ์กันอย่างไร	- คิดวิเคราะห์ - คิดสังเคราะห์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	พฤติกรรมของนักเรียน	กระบวนการคิด
		- ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนสรุปเกี่ยวกับหลักการเขียนรายงานโครงการที่ถูกต้อง - ให้ผู้เรียนเขียนรายงานโครงการให้สอดคล้องกับข้อมูลและเรื่องที่ทำ	- ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับหลักการเขียนรายงานโครงการที่ถูกต้อง - ผู้เรียนเขียนรายงานโครงการได้สอดคล้องกับข้อมูลและเรื่องที่ทำ	
10. นำเสนอผลงานและจัดแสดงผลงานโครงการ	- ผู้สอนให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการแสดงผลงานโครงการ - ผู้สอนให้ผู้เรียนออกแบบการจัดแสดงผลงานโครงการ โดยกำหนดการวางหัวข้อต่างๆ รวมทั้งข้อความที่ใช้ในการนำเสนอผลงาน	- ให้ผู้เรียนศึกษารูปแบบการนำเสนอโครงการจากเอกสารที่ผู้สอนให้ - ผู้สอนช่วยผู้เรียนในการสรุปเกี่ยวกับการนำเสนอโครงการว่ามีรูปแบบอย่างไรและมีส่วนประกอบใดบ้างที่ต้องนำเสนอ - ให้ผู้เรียนออกแบบการจัดแสดงผลงานโครงการ โดยกำหนดการวางหัวข้อต่างๆ รวมทั้งข้อความที่ใช้ในการนำเสนอผลงาน	- ศึกษารูปแบบการนำเสนอโครงการจากเอกสารที่ผู้สอนแจกให้ - ผู้เรียนสรุปเกี่ยวกับการนำเสนอโครงการว่ามีรูปแบบอย่างไรและมีส่วนประกอบใดบ้างที่ต้องนำเสนอ - ผู้เรียนออกแบบการจัดแสดงผลงานโครงการ - นำเสนอโครงการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	- คิดวิเคราะห์ - คิดสังเคราะห์ - คิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	กิจกรรม	บทบาทครู	พฤติกรรมของนักเรียน	กระบวนการคิด
11. อภิปรายผลการเรียนรู้	- ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และประโยชน์จากการทำโครงการ - ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความรู้สึกของตนเองเกี่ยวกับคุณค่าของการทำโครงการ	- ให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และประโยชน์จากการทำโครงการ - ให้ผู้เรียนบอกความรู้สึกของตนเองเกี่ยวกับคุณค่าของการทำโครงการ	- สรุปความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตรงประเด็น - บอกคุณค่าที่ได้จากการทำโครงการ	- คิดวิเคราะห์ - คิดสังเคราะห์

5) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามเค้าโครงและกรอบแนวคิดที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยตรวจสอบแล้ว จำนวน 11 แผนการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งเรียนรู้ นำแผนการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแผนกับเค้าโครงและกรอบแนวคิด นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

2.1.2 วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องขององค์ประกอบแผนและกิจกรรมการเรียนรู้กับกรอบกิจกรรมและการวัดผลในแต่ละ โดยแบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ เร็นซิส เอ. ลิเคิร์ต(Rensis A. Likert, 1961) อ้างอิงในชัชวาล เรื่องประพันธ์ (2539) เพื่อหาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาความสอดคล้องตั้งแต่ 3.41 ขึ้นไป พบว่าค่าความสอดคล้องในแต่ละข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 3.54-5.00

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ภาคปฏิบัติกิจกรรมการทำโครงงานตามผลการเรียนรู้ 8 ข้อ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 11 แผนการเรียนรู้ และส่วนที่ 2 เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาผลการเรียนรู้ของโครงงานวิทยาศาสตร์และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการเรียนรู้ เพื่อแบ่งการเก็บคะแนนการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ จากคะแนนระหว่างเรียน 70 คะแนน และคะแนนหลังเรียน 30 คะแนน

ตารางที่ 3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กำหนดคะแนนดังนี้

ที่	เนื้อหาที่ต้องการวัด	คะแนนที่เก็บ (คะแนน)	
		ระหว่างเรียน	วัดหลังเรียน
1.	ความหมายและประเภทของโครงงาน	-	5
2.	สำรวจเรื่องที่จะทำโครงงาน	5	-
3.	วิเคราะห์โครงงาน	5	5
4.	ระบุปัญหาหรือเรื่องที่จะทำโครงงาน	5	3
5.	เอกสารหรือแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน	5	5
6.	วางแผนการดำเนินการทำโครงงาน	5	2

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ที่	เนื้อหาที่ต้องการวัด	คะแนนที่เก็บ (คะแนน)	
		ระหว่างเรียน	วัดหลังเรียน
7.	เขียนเค้าโครงของโครงการ	5	-
8.	ลงมือทำโครงการ	10	-
9.	การเขียนรายงานโครงการ	10	5
10.	การจัดแสดงผลโครงการ	10	2
11.	อภิปรายผลการเรียนรู้	10	3
รวมทั้งหมด		70	30

ตารางที่ 3.3 ตารางวิเคราะห์คะแนนภาคปฏิบัติ จำนวน 70 คะแนน

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	คะแนนเก็บ
1.	ความหมายและประเภทของโครงการ		-
2.	สำรวจเรื่องที่จะทำโครงการ	- การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาบทคัดย่อโครงการ	5
3.	วิเคราะห์โครงการ	- ประเมินจากแบบวิเคราะห์ตัวอย่างโครงการ	5
4.	ระบุปัญหาหรือเรื่องที่จะทำโครงการ	- ประเมินจากชื่อโครงการและประเด็นปัญหา	5
5.	เอกสารหรือแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ	- ประเมินจากรายงานเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง	5
6.	วางแผนการดำเนินการทำโครงการ	- แผนการดำเนินโครงการ	5
7.	เขียนเค้าโครงของโครงการ	- การเขียนเค้าโครงของโครงการ	5
8.	ลงมือทำโครงการ	- แบบรายงานความก้าวหน้าโครงการ	5
9.	การเขียนรายงานโครงการ	- การเขียนรายงานโครงการ	10

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	คะแนนเก็บ
10.	การจัดแสดงผลโครงการ	- การนำเสนอโครงการ	15
11.	อภิปรายผลการเรียนรู้	- การสะท้อนความรู้สึกรู้สึกในการทำ โครงการ	10
รวมทั้งสิ้น			70

ตารางที่ 3.4 ตารางวิเคราะห์คะแนนภาคทฤษฎี จำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน)

ผลการ เรียนรู้	ระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย						ปรนัย จำนวนข้อ
	ความจำ	เข้าใจ	ประยุกต์	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
ข้อ 1	1	2		2			5
ข้อ 2		1	1	2	1		5
ข้อ 3	1	1		3			5
ข้อ 4-5	1			3	2	1	5
ข้อ 7		1	2	2			5
ข้อ 8	1			3	1		5
รวม	4	5	3	15	4	1	30

2) เลือกวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้คะแนนหลังเรียน รูปแบบการวัดจะใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก และทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อดูความเหมาะสมและนำผลการเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาตามผลการเรียนรู้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเพิ่มเติมโครงการวิทยาศาสตร์
ผลการเรียนรู้ ข้อที่ (0) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและแยกแยะลักษณะเฉพาะ
ของโครงการแต่ละประเภทได้

ด้านความจำ

- (0) ข้อใดต่อไปนี้เป็นโครงการประเภทโครงการทดลอง
- ก. การสำรวจชนิดของพืชในสวนดอกไม้ของโรงเรียน
 - ข. การทดสอบกำจัดศัตรูพืชของสารสกัดจากสะเดา
 - ค. การทำน้ำยาหม่องน้ำตามสูตรที่คิดขึ้นเอง
 - ง. การสกัดสารจากสะเดา

ด้านความเข้าใจ

- (00) ข้อใดคือ ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์
- ก. การทำบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
 - ข. การทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - ค. การทดลองที่มีการบันทึกข้อมูล
 - ง. การสร้างเค้าโครงเพื่อทำการทดลอง

ด้านการวิเคราะห์

- (000) ข้อใด ไม่จัด เป็นโครงการวิทยาศาสตร์
- ก. การทดลองเรื่องการสกัดสารกำจัดศัตรูพืชจากสะเดาซึ่งซ้ำกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์
 - ข. การประกอบอาหารแปลกๆ ตามสูตรอาหารที่คิดขึ้น
 - ค. การสำรวจชนิดและปริมาณของผีเสื้อในสวนดอกไม้ของโรงเรียน
 - ง. การทำสบู่เหลวจากสูตรที่คิดขึ้นเอง

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญ
ทางการสอนโครงการ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมชัดเจน
ของคำถาม แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณา
ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ มีค่าระหว่าง 0.67-1.00

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดราชาธิวาส ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อหาความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อโดยพิจารณาความยาก (p) ที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่า 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ พบว่า ความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์มีค่าระหว่าง 0.50-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่า 0.30-0.90

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ ไปหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีวิวิศุเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ใช้สูตร KR-20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.93

2.2.2 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1) ตารางวิเคราะห์แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างข้อคำถามตามกรอบแนวคิดที่กำหนดขึ้นให้ครอบคลุมข้อมูลความมีเหตุผล ความใจกว้าง และการพิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ จำนวน 5 สถานการณ์

ตารางที่ 3.5 วิเคราะห์แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้วัด	สถานการณ์ ที่ 1	สถานการณ์ ที่ 2	สถานการณ์ ที่ 3	สถานการณ์ ที่ 4	สถานการณ์ ที่ 5
1. ความมีเหตุผล	2	2	2	2	2
2. ความใจกว้าง	2	2	2	2	2
3. การพิจารณา รอบคอบก่อนตัดสินใจ	2	2	2	2	2
รวมทั้งหมด	6	6	6	6	6

2) นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา ความเหมาะสมของปริมาณข้อคำถาม ความชัดเจนของภาษา และนำคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับปรุงแบบทดสอบ

3) นำแบบทดสอบที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความมุ่งหมายของการวัด ความครอบคลุมของข้อคำถาม และความชัดเจนของภาษา การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้ดัชนี IOC ซึ่งมีลักษณะคะแนน คือ -1) หมายถึง ไม่สอดคล้อง 0) หมายถึง ไม่แน่ใจ 1) หมายถึง สอดคล้อง

4) เลือกข้อคำถามที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ส่วนข้อความที่มีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.67 ทำการปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

5) นำข้อคำถามของแต่ละสถานการณ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดราชาธิวาส ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ โดยดูจากการตอบคำถามของนักเรียนว่าข้อคำถามอ่านเข้าใจตรงกันหรือไม่และเวลาที่ให้เหมาะสมกับข้อคำถามหรือไม่ ซึ่งพบว่า ข้อคำถามทุกข้อผู้ตอบเข้าใจตรงกันแต่เวลาที่ใช้มากเกินไป

6) นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2.2.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และความละเอียดลออ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยหลายๆ ท่าน เพื่อสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์มากที่สุด และวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น การสังเกตพฤติกรรม การตรวจผลงาน หรือการตอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2) เลือกรูปแบบการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การตอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย

3) เลือกสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาสร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับความหมายและครอบคลุมองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่มและการคิดละเอียดลออ เพื่อให้ผู้ตอบสามารถแสดงพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของตัวเองออกมา จำนวน 4 ข้อ เพื่อวัดการคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่มและการคิดละเอียดลออ จำนวน 3 สถานการณ์

4) กำหนดแนวทางการให้คะแนน เพื่อเป็นเกณฑ์การตัดสินคะแนนให้กับผู้ตอบคำถาม นำเสนอข้อคำถามและแนวทางการให้คะแนนกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางการให้คะแนน

5) นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยมาปรับปรุงแก้ไขและเลือกให้เหลือ 1 สถานการณ์ นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนพิจารณาเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับความหมายขององค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อมีค่าระหว่าง 0.67-1.00

6) แก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดราชาธิวาส ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค และผลการวิเคราะห์ความเที่ยงด้วยค่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค มีค่าเท่ากับ 0.69 โดยดูจากการตอบคำถามของนักเรียนว่าข้อคำถามอ่านเข้าใจตรงกันหรือไม่และเวลาที่ให้เหมาะสมกับข้อคำถามหรือไม่ ซึ่งพบว่าข้อคำถามทุกข้อผู้ตอบเข้าใจตรงกันแต่เวลาที่ใช้มากเกินไป จึงปรับเวลาในการทำแบบทดสอบจาก 50 นาที เหลือ 20 นาที

7) นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 จัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เสริมกระบวนการคิด จำนวน 9 ครั้ง จำนวน 18 คาบ (ครั้งละ 2 คาบ) ทำการเก็บคะแนนระหว่างเรียนตามเกณฑ์การประเมินตามแผนการจัดการเรียนรู้

3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ วัดหลังจากจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เสริมกระบวนการคิดครบทุกขั้นตอน 11 ขั้นตอน จำนวน 18 คาบ โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 40 นาที แล้วนำคะแนนไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80

3.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำพร้อมกันครั้งที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน ให้ทำในคาบปฐมนิเทศวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 20 นาที และครั้งที่ 2 ทดสอบหลังเรียน ให้ทำหลังจากจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์แบบเสริมกระบวนการคิดครบทุกขั้นตอน 11 ขั้นตอน จำนวน 18 คาบ หลังทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อเสร็จแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที แล้วนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน

3.4 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ วัดโดยใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำพร้อมกันครั้งที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน ให้ทำในคาบปฐมนิเทศวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 40 นาที หลังที่ทำการทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ เสร็จเรียบร้อยแล้วและครั้งที่ 2 ทดสอบหลังเรียน ทำหลังจากจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์แบบเสริมกระบวนการคิด แล้วนำคะแนนที่ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มีการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 80 และเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 80 โดยการทดสอบค่าที (One sample t-test)

4.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (dependent t-test)

4.3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (dependent t-test)

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

5.1 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนโครงการวิทยาศาสตร์เสริมกระบวนการคิด โดยการหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน แสดงระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องขององค์ประกอบแผนและกิจกรรมการเรียนรู้กับกรอบกิจกรรมและการวัดผลในแต่ละแผน โดยแบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ เร็นซิส เอ. ลิเคิร์ต (Rensis A. Likert, 1961) อ้างอิงใน กัญจนา ลิขิตตันศิริกุล (2555) หาค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น มีดังต่อไปนี้

1.00-1.80	มีระดับความคิดเห็นด้วยน้อยที่สุด
1.81-2.60	มีระดับความคิดเห็นด้วยน้อย
2.61-3.40	มีระดับความคิดเห็นด้วยปานกลาง
3.41-4.20	มีระดับความคิดเห็นด้วยมาก
4.21-5.00	มีระดับความเห็นด้วยมากที่สุด

5.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

5.2.1 การหาค่าความเที่ยง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาความสอดคล้องของผลการเรียนรู้กับข้อสอบหรือระดับการเรียนรู้กับข้อสอบจากดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index Of Item Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีของผลการเรียนรู้กับข้อสอบหรือ
ระดับการเรียนรู้กับข้อสอบ
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5.2.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเพิ่มเติม
โครงการวิทยาศาสตร์ จากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรต้นศิริกุล, 2555)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ
R แทน จำนวนคนตอบถูก
N แทน จำนวนคนทั้งหมด

5.2.3 หาค่าความเที่ยง ($Reliability$) โดยใช้วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)
ใช้สูตร KR-20 (กัญจนา ลินทรต้นศิริกุล, 2555, น. 9-65)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามแต่ละข้อ
N แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ ($1-p$)
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

5.2.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์กับเกณฑ์มาตรฐาน โดยใช้ค่าที (One sample t-test) ใช้สูตร (กาญจนา ถินทรต้นศิริกุล, 2555, น. 9-65)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n - 1$$

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

5.3 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าความเที่ยง (Validity) พิจารณาพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับข้อคำถามในแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index Of Item Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีของพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับข้อคำถามในแบบวัด
$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5.4 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าความเที่ยง (Validity) พิจารณาพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับข้อคำถามในแบบทดสอบจากดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index Of Item Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีของพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับข้อคำถาม ในแบบทดสอบ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของระดับความเห็นด้วยเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าที (Dependent sample t-test) ใช้สูตร (กัญจนา ลินทรต้นศิริกุล, 2555, น. 9-65)

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)