

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยมีลำดับขั้น ดังนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของกลุ่มอโยธยารัตนโกสินทร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วยโรงเรียนสาธิตน้ำทิพย์ โรงเรียนทุ่งมหาเมฆ โรงเรียนคาราคคม โรงเรียนอนุบาลพิบูลฉศม์ โรงเรียนวัดค่าน โรงเรียนประถมนนทรี โรงเรียนพระยาประเสริฐ โรงเรียนบ้านหนองบอน (นันทานนท์อนุสรณ์) โรงเรียนวัดคหมาศ (พิทักษ์ถาวรคุณ) โรงเรียนวัดคูหทัย โรงเรียนพิบูลอุปถัมภ์ โรงเรียนบางบัว โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 75 รวม 13 โรงเรียน ซึ่งจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ถาวรคุณ) จำนวน 48 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มตัวอย่าง และจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง โดยกลุ่มควบคุมจำนวน 24 คน จัดการเรียนรู้แบบปกติ และกลุ่มทดลองจำนวน 24 คน จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไป

2. แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็น การวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi experimental design) ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยที่กลุ่มควบคุมไม่มีการสุ่ม แต่มีการสอบก่อนและหลัง (nonrandomized control group pretest posttest design) (วาโร เฟิงส์วัตต์, 2551, หน้า 136) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการศึกษาค้นคว้า nonrandomized control group pretest posttest design

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	~X	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (experimental group)

C หมายถึง กลุ่มควบคุม (control group)

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไป

~X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสง และการมองเห็น เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 15 แผน จัดการเรียนรู้สัปดาห์ละ 5 วัน รวม 15 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสงและการมองเห็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเป็นแบบทดสอบวัดปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ

วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 ชั่วโมง รวมเวลาเรียน 15 ชั่วโมง ได้แก่

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แหล่งกำเนิดแสง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แนวทางเดินของแสง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ตัวกลางของแสง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสงผ่านตัวกลาง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การสะท้อนของแสงของผิววัตถุ

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การสะท้อนของแสง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การหักเหของแสง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การหักเหของแสงผ่านตัวกลาง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง แสงที่ตกกระทบปริซึม

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง รุ้ง

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์นูนและเลนส์เว้า

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง เมื่อแสงผ่านเลนส์

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ส่วนประกอบของตาและการมองเห็น

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง ความผิดปกติของการมองเห็นและการแก้ไข

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไบ กลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 แผน มี
ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลาเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ถาวรคุณ)

1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้จากเอกสาร
ประกอบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 5 เรื่องพลังงาน ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4

1.3 ศึกษารายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไบที่ใช้ใน
แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 5 เรื่อง พลังงาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.4 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ที่จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไบ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น

1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไบ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหัวข้อดังนี้

1.5.1 ชื่อหน่วย/ชื่อเรื่อง

1.5.2 มาตรฐานการเรียนรู้

1.5.3 ตัวชี้วัด

1.5.4 สาระสำคัญ

1.5.5 สาระการเรียนรู้

1.5.6 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.7 ชิ้นงาน/ภาระงาน

1.5.8 การวัดผลประเมินผล

1.5.9 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดหวมกหกไบ

1.5.10 สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และภาษาที่เหมาะสมกับบทเรียน
เพื่อปรับปรุง แก้ไขให้สมบูรณ์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และภาษาที่เหมาะสมกับบทเรียน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง ได้ค่า Index of Item Objective Congruence (IOC) เท่ากับ 0.8 – 1.0

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบประสิทธิภาพ (try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.8.1 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านหนองบอน (นัยนานนทอนุสรณ์) เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร ที่มีผลการเรียนสูง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน รวมจำนวน 3 คน แล้วนำผลจากการทำชุดกิจกรรมและแบบทดสอบวัดมววิเคราะห์หาประสิทธิภาพเพื่อหาข้อบกพร่องในด้านเนื้อหา ภาษา เวลาที่ใช้ ตลอดจนการดำเนินกิจกรรมในการทดลองครั้งนี้ ได้ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น (E_1/E_2) เท่ากับ 76.00/79.33 ซึ่งยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยมีปัญหาคือ เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ เช่น ใบความรู้มีความไม่ชัดเจน คือมีแต่ตัวหนังสือ ทำให้ไม่น่าสนใจในการอ่านและการจดจำ จึงได้นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปหาประสิทธิภาพกลุ่มเล็ก

1.8.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มเล็ก โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ปรับปรุงจากการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย ไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านหนองบอน (นัยนานนทอนุสรณ์) เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร ที่มีผลการเรียนสูง ปานกลาง และอ่อน คือกลุ่มเก่ง 3 คน กลุ่มปานกลาง 4 คน และกลุ่มอ่อน 3 คน รวมจำนวน 10 คน แล้วนำผลจากการทำชุดกิจกรรมและแบบทดสอบวัดมววิเคราะห์หาประสิทธิภาพเพื่อหาข้อบกพร่องในด้านเนื้อหา ภาษา เวลาที่ใช้ ตลอดจนการดำเนินกิจกรรมในการทดลองครั้งนี้ ได้ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น (E_1/E_2) เท่ากับ 80.60/80.67 แต่ยังคงพบว่า การที่ภาพเป็นขาวดำ อาจทำให้ผู้ทำใบงาน/แบบฝึกเข้าใจความหมายของภาพผิดไป และอาจส่งผลต่อคำตอบของผู้ทำใบงาน/แบบฝึก รวมทั้งได้ปรับปรุงคำถามที่ใช้ในกระบวนการคิดแบบหวมกหกโบให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปหาประสิทธิภาพภาคสนาม

1.8.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
หมวดหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ปรับปรุงจากการหา
ประสิทธิภาพกลุ่มเล็ก ไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
โรงเรียนบ้านหนองบอน (นัยนานนท์อนุสรณ์) เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน
นักเรียน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหมวดหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำผลที่มาวิเคราะห์เพื่อเทียบเกณฑ์ 80/80 ซึ่งผล
การทดสอบหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหมวดหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่องแสงและการมองเห็น ในครั้งนี้ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.31/82.67 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

1.9 ได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหมวดหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่องแสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จึงนำแผนการจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดหมวดหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น จำนวน 15 แผน
ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสงและการมองเห็น กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4
ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัด ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสงและการมองเห็น
จากหนังสือหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา และเอกสารต่างๆ

2.2 วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของ Bloom ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(ตามตารางที่ 2.2)

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสงและการมองเห็น ตามแนวคิด
หมวดหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ใช้ในการทดลอง เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสงและการ
มองเห็น ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้หมวดหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสงและการมองเห็น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาความ
สอดคล้องระหว่างคำถามของแบบทดสอบกับตัวชี้วัด เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและคัดเลือก
ข้อสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) ได้ค่า IOC เท่ากับ
0.8 – 1.0

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของ Bloom ฉบับปรับปรุงตามผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เรื่อง แสงและการมองเห็น ด้วยการจัดการเรียนรู้หมวกหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชื่อหน่วย การเรียนรู้	พฤติกรรม ชื่อแผนจัดการเรียนรู้	พฤติกรรม					
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์
แสงและ การมองเห็น	1. แหล่งกำเนิดแสง	✓	-	-	-	-	-
	2. การเคลื่อนที่ของแสง	-	✓	-	-	-	-
	3. แนวทางเดินของแสง	-	✓	-	✓	-	-
	4. ตัวกลางของแสง	-	✓	-	-	-	-
	5. การเคลื่อนที่ของแสงผ่าน ตัวกลาง	✓	-	✓	✓	-	-
	6. การสะท้อนของแสงของผิว วัตถุ	✓	✓	-	-	-	-
	7. การสะท้อนของแสง	✓	-	-	-	-	-
	8. การหักเหของแสง	✓	✓	-	✓	-	-
	9. การหักเหของแสงผ่านตัวกลาง	-	✓	-	-	-	✓
	10. แสงที่ตกกระทบปริซึม	-	✓	-	-	-	✓
	11. รุ้ง	✓	✓	-	-	-	-
	12. การเกิดภาพจากเลนส์นูน และเลนส์เว้า	✓	-	-	✓	-	-
	13. เมื่อแสงผ่านเลนส์	-	-	-	✓	-	-
	14. ส่วนประกอบของตาและการ มองเห็น	✓	-	-	-	-	-
	15. ความผิดปกติของการมองเห็น และการแก้ไข	✓	-	-	✓	-	-

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องแสงและการมองเห็น ที่ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประถมศึกษาในกลุ่มมัธยมศึกษา รัตนโกสินทร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องแสงและการมองเห็น มาตรวจสอบคำตอบโดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้คะแนน 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

2.6 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ได้ค่า ความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.21 – 0.67 ค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.21 – 0.42 ไว้จำนวน 20 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องแสงและการมองเห็น ตามแนวคิด หมวกหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 197 - 199) ได้เท่ากับ 0.87

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องแสงและการมองเห็น ตามแนวคิดหมวกหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์และเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 13 ข้อ โดยวัดความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

3.3 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาว่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดกับลักษณะพฤติกรรม ได้ค่า Index of Item Objective Congruence (IOC) เท่ากับ 0.6–1.0

3.4 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ที่ไม่เป็นการให้คะแนนที่เป็น 1 กับ 0 ของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201) ได้ค่าความยากง่าย (P_E) เท่ากับ 0.36 – 0.54 และค่าอำนาจจำแนก (D) เท่ากับ 0.34 – 0.65 ซึ่งข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จัดทำขึ้นเป็นแบบสถานการณ์ปลายเปิด ประเภทเขียนตอบ 7 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที ดังนี้

การตรวจให้คะแนน

ในการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จัดแบ่งตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งในที่นี้จะตรวจให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดริเริ่ม (Originally) ความคิดยืดหยุ่น (Elaboration) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ความคิดคล่องแคล่ว

การตรวจให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วจะตรวจในกิจกรรมที่ 1 - 7 โดยคิดคะแนนที่ได้จากการคำนวณคำตอบทั้งหมดที่แตกต่างกันและเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับคำสั่งที่ให้นักเรียนทำ ให้คำตอบละ 1 คะแนน โดยไม่ต้องคำนึงว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่น

ความคิดยืดหยุ่น

การตรวจให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นจะตรวจในกิจกรรมที่ 1 – 5 และกิจกรรมที่ 7 โดยคิดคะแนนที่ได้จากการนับคำตอบที่ไม่อยู่ในทิศทางเดียวกัน หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน และไม่คำนึงว่าคำตอบเหล่านั้นจะไปซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่ ส่วนกิจกรรมที่ 6 จะไม่คิดคะแนนความคิดยืดหยุ่น โดยเริ่มจากการนำคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทุกคนไปเทียบเกณฑ์ของบรัคเคอร์ต (Bruckhert) ซึ่งใช้วัดความสามารถทางการคิดหลายทางเป็นเกณฑ์โดยละเอียด

ความคิดริเริ่ม

การตรวจให้คะแนนความคิดริเริ่มจะตรวจในกิจกรรมที่ 1 – 7 โดยให้คะแนนตามคู่มือการให้คะแนนของทอร์เรนซ์ ซึ่งตามคู่มือการให้คะแนนของทอร์เรนซ์จะให้คะแนนความคิดริเริ่มในแต่ละกิจกรรมแตกต่างกันออกไป กิจกรรมที่ 1 – 5 และกิจกรรมที่ 7 จะให้คะแนนความคิดริเริ่มตามคู่มือการให้คะแนนของทอร์เรนซ์ ดังนี้

คำตอบที่มีผู้ตอบ 5 % หรือมากกว่า	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่มีผู้ตอบ เท่ากับ 2 – 4.99 %	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่มีผู้ตอบน้อยกว่า 2 %	ให้	2	คะแนน

ส่วนกิจกรรมที่ 6 ทอร์เรนซ์จะให้คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงเกณฑ์ของบรัคฮอร์ท (Bruckhert)

ชนิดของคำถาม	คำถามเกี่ยวกับบุคคล เช่น ประสบการณ์ของบุคคล การรับรู้ ความคิดเห็น ทักษะ ทักษะ ความคิด	คำถามที่เกี่ยวกับความจริงและเป็นความจริงที่ได้จากความรู้ พจนานุกรม สารานุกรม งานวิจัย จะไม่รวมความเห็น การเดา หรือ สิ่งที่ไม่ใช่ความจริง
คำถามที่มีคำตอบธรรมดา 1. คำตอบที่ว่าใช่หรือไม่ใช่ 2. คำตอบที่มีเพียงคำตอบเดียว 3. คำตอบที่มีปริมาณหรือจำนวน	1 คะแนน	0 คะแนน
คำถามที่มีคำตอบค่อนข้างซับซ้อน 1. มีคำตอบ 2 คำตอบ หรือมากกว่า 2 คำตอบ	2 คะแนน	0 คะแนน
คำถามที่คิดได้หลายทาง 1. เป็นคำถามที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะหน้าที่ เพื่อที่จะสร้างสิ่งใหม่หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่น 2. คำถามนั้นจะเป็นคำถามที่เกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน การคาดคะเนหรือการใช้จินตนาการ	4 คะแนน	4 คะแนน

การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ TTCT (Torrance Test of Creative Thinking)

มีดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ตั้งคำถาม (Ask Question) ให้นักเรียนตั้งคำถามที่สามารถคิดได้จากรูปภาพที่กำหนดให้ โดยตั้งคำถามให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้เพื่อให้ทราบว่าจะอะไรจะเกิดขึ้นเมื่อดูรูปภาพ เป็นคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ส่วนคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน อาจซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ก็ได้ จะเป็นคะแนนความคิดยืดหยุ่น และคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม

กิจกรรมที่ 2 เดาหาสาเหตุ (Guess Causes) ให้นักเรียนเขียนสาเหตุให้มากที่สุดเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่แสดงในภาพที่กำหนดให้ เป็นคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ส่วนคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน อาจซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ก็ได้ จะเป็นคะแนนความคิดยืดหยุ่น และคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม

กิจกรรมที่ 3 เดาผลที่เกิดขึ้นตามมา (Guess Effects) ให้นักเรียนเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์ในรูปภาพที่กำหนดให้ เป็นคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ส่วนคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน อาจซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ก็ได้ จะเป็นคะแนนความคิดยืดหยุ่น และคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม

กิจกรรมที่ 4 ปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น (Product Improvement) จากรูปสเก็ตต์หรือของที่ทำได้ทั่วไป ให้นักเรียนเขียนรายการการปรับปรุงของที่ดัดแปลงให้ได้มากที่สุด เป็นคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ส่วนคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน อาจซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ก็ได้ จะเป็นคะแนนความคิดยืดหยุ่น และคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม

กิจกรรมที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ (Unusual Uses) ให้นักเรียนเขียนรายชื่อสิ่งที่น่าสนใจและแปลกที่ใช้ประโยชน์ “เรื่องแสงและการมองเห็น” ให้ได้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนจะคิดได้ เป็นคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ส่วนคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน อาจซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ก็ได้ จะเป็นคะแนนความคิดยืดหยุ่น และคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม

กิจกรรมที่ 6 ให้นักเรียนคิดคำถามเกี่ยวกับ“เรื่องแสงและการมองเห็น” ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ คำถามเหล่านี้จะให้คำตอบที่น่าสนใจ โดยให้นักเรียนพยายามคิดถึงคำถามที่

เกี่ยวข้องกับ“เรื่องแสงและการมองเห็น” ในแง่ที่ไม่มีใครคิดถึง เป็นคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ส่วนคะแนนความคิดยืดหยุ่นในการคิดไม่มี เพราะการให้คะแนนทอร์เรนซ์ให้ตามเกณฑ์ของบรัคซอร์ท ที่กำหนดไว้ในคู่มือการให้คะแนนของทอร์เรนซ์ซึ่งเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม และคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม

กิจกรรมที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นมาสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ แต่ให้นักเรียนสมมติว่ามันจะเกิดขึ้น สถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ ยกตัวอย่างเช่น สมมติว่า มนุษย์สามารถสร้างดวงอาทิตย์ได้จะเกิดอะไรขึ้น ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่คิดว่าหรือคาดเดาว่าจะเกิดขึ้นให้ได้คำตอบมากที่สุด เป็นคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ส่วนคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน อาจซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ก็ได้ จะเป็นคะแนนความคิดยืดหยุ่น และคำตอบที่ซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยจะเป็นคะแนนความคิดริเริ่ม

3.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนเพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้เท่ากับ 0.83

3.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง มีลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มทดลองเป็นเวลา 30 นาที
2. จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบหวมกหกไบ และจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นระยะเวลา 15 วัน วันละ 1 ชั่วโมง รวม 15 ชั่วโมง

3. เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

3.1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มทดลอง เฉพาะหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ เป็นเวลา 30 นาที

3.2 ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้เวลาในการทดสอบรวม 30 นาที

4. ตรวจให้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียน เรื่องแสงและการมองเห็นและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วบันทึกนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียน เรื่องแสงและการมองเห็น และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้ง 2 ด้าน ต่อไปนี้

4.1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ ก่อนเรียนและหลังเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์

4.2 ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

โดยเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกโบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร E_1/E_2

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
หมวกหกใบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติที (t-test dependent samples)

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
หมวกหกใบ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้ค่าสถิติที (t-test for one sample)

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดหมวกหกใบ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ค่าสถิติที (t-test independent samples)

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ และใช้สถิติในการ
วิเคราะห์ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,
2538, หน้า 73)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและ
 อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 73)

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สูตร (สุธรรม สอนเดือน,
 2548, หน้า 13)

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum Y}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการวัด ระหว่างเรียน
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์
	A	แทน	คะแนนเต็มจากการวัดระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

2.2 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 129 - 130)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อคำถามแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

$$r = \frac{R_u - R_e}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_u แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_e แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 หาค่าความยาก(P_E)และค่าอำนาจจำแนก(D)ของข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีของวิทนีส์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201) ดังนี้

ดัชนีความยากง่าย (P_E)

$$P_E = \frac{S_u + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D)

$$D = \frac{S_u - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.5 หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ใช้สูตร

KR – 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 197 - 198)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_u	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ คือ 1-p
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.6 หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 218)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
	K	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
	S_i^2	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหวมกหกไบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น โดยใช้ค่าสถิติที (t-test dependent samples) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 242)

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

$$df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t - distribution
	D	แทน	คะแนนความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่ของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหมวกหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร t-test for one sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, หน้า 134)

จากสูตร
$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	df	=	n - 1
เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	\bar{x}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

3.3 สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดหมวกหกใบ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ค่าสถิติที (t-test independent samples) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, หน้า 151)

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
	\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม
	\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มควบคุม
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มทดลอง
	n_1	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม
	n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)