

การดำเนินงานและการรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่อง "ความร้อนและแสง" แบบสืบสอบ
กับแบบบรรยายในชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด ผู้วิจัยได้ดำเนินงานไปตามลำดับดังนี้

1. สํารวจโรงเรียน
2. เลือกกลุ่มตัวอย่างประชากร
3. กำหนดเนื้อหาที่จะสอน
4. สร้างบทเรียนสำหรับใช้ในการสอน
 - 4.1 บทเรียนสำหรับสอนแบบสืบสอบ
 - 4.2 บทเรียนสำหรับสอนแบบบรรยาย
5. จัดทำและสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในการสอน
6. สร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้ เป็นเครื่องมือในการวิจัย
7. กำหนดการสอน และทดสอบ
8. วิเคราะห์ข้อมูล

การสำรวจโรงเรียน

ผู้วิจัยได้สำรวจโรงเรียนที่มีการสอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 เพื่อเลือก
โรงเรียนที่เหมาะสม สำหรับการวิจัย โดยยึดหลักเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

1. เป็นโรงเรียนที่มีห้องทดลองวิทยาศาสตร์ มีอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้
ในการทดลอง ที่จะนำมาใช้ได้สะดวก
2. มีจำนวนนักเรียนมากพอที่จะ เลือก เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย
3. มีครูวิทยาศาสตร์ ที่มีความเข้าใจ และร่วมมือให้คำแนะนำปรึกษาแก่ผู้วิจัยได้
4. ไม่เป็นการกระทบกระเทือนต่อ เวลา เรียนตามปกติของนักเรียน

ผู้วิจัยได้เลือกเอาโรงเรียนที่เหมาะสมที่สุดตามเกณฑ์ คือโรงเรียนคารา
 ความ เขตกพระโขนง กรุงเทพมหานคร ซึ่งท่านอาจารย์ใหญ่และคณะอาจารย์
 ในโรงเรียน ได้ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ให้ความสะดวกแก่ผู้วิจัยทุกประการ และท่าน
 ได้จัดเวลาในการทดลองสอนให้ในภาคเช้าวันเสาร์ จึงไม่เป็นการกระทบกระเทือน
 เวลาเรียนตามปกติของนักเรียน

การ เลือกกลุ่มตัวอย่างประชากร

ผู้วิจัยได้ดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรดังนี้.

1. นำแบบทดสอบวัดระดับความสามารถทางปัญญา¹ (Scholastic
 Aptitude Tests) ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัย
 วิชาการศึกษาประสานมิตร ไปทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนคารากาม
 10 โรงเรียน จำนวน 377 คน เมื่อวันที่อาทิตย์ ที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2515 เวลา
 8.30 - 15.00 น. แบบทดสอบชุดนี้ วัดความแม่นยำในการพยากรณ์ (Predictive
 Validity) เป็นสำคัญ แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย.

1.1 คณิตศาสตร์ เรียงอันดับ/ก. จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 25 นาที
 ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบ เท่ากับ .555

1.2 ภาษาไทย คำตรงข้าม/ก. จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที
 ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบ เท่ากับ .550

¹ชวาล แพร์ทกุล, อังคณา ถันศิริถาวรแท้, และสมบุญธ ชิตพงศ์, รายงาน
ความก้าวหน้าของโครงการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับที่ 2
 (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2513), หน้า 9.

1.3 ภาษาไทย อุปมาอุปไมย/ก. จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .786

2. นำกระดาษคำตอบ (answer sheet) จากการทดสอบมาตรวจให้คะแนน
โดยกำหนดคะแนนดังนี้

2.1 ข้อสอบที่ทำถูกให้ 1 คะแนน

2.2 ข้อสอบที่ทำผิดให้ 0 คะแนน

3. นำคะแนนดิบจากการทดสอบวัดระดับความสามารถทางปัญญาของนักเรียน
แต่ละคน มาเปลี่ยนเป็นคะแนนมาตรฐาน T ปกติ โดยใช้สูตร² $T = 50 + 10z$ และแยก
คำนวณหาค่าแต่ละฉบับดังนี้

3.1 หาคะแนนมาตรฐาน T ปกติ ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เรียงอันดับ/ก

3.2 หาคะแนนมาตรฐาน T ปกติ ของแบบทดสอบภาษาไทยคำตรงข้าม/ก

3.3 หาคะแนนมาตรฐาน T ปกติ ของแบบทดสอบภาษาไทยอุปมาอุปไมย/ก

4. นำคะแนนมาตรฐาน T ปกติ จากแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ของนักเรียน
แต่ละคนมารวมกัน

5. จับคู่¹นักเรียน เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างประชากร โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

5.1 เป็นเพศเดียวกัน

5.2 มีอายุเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

5.3 มีคะแนนระดับความสามารถทางปัญญาเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

² ประคอง กรวรรณสุต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 2; พระนคร:
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2513), หน้า 75.

จากการจับคู่กันแล้ว ได้คัดเลือกตัวอย่างประชากรไว้ 33 คู่ แต่ใช้ เป็นตัว
 อย่างในการวิจัยจริง ๆ เพียง 30 คู่ อีก 3 คู่ ก็คัดเลือกเมื่อไรแทนนักเรียนบางคน
 อาจจะมีอุปสรรค มารับการทดลองสอนไม่ไคในบางครั้ง ซึ่งทั้ง 3 คู่นี้ได้รับการสอนด้วย

(รายละเอียดการจับคู่ในภาคผนวก ก.)

6. จากตัวอย่างประชากรที่จับคู่ไว้แล้ว 33 คู่ แยกออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ
 33 คน ดังนี้

6.1 กลุ่มทดลอง (Experimental Group) สอนเรื่อง "ความรอน
 และแสง" แบบสืบสอบ

6.2 กลุ่มควบคุม (Controled Group) สอนเรื่อง "ความรอนและ
 แสง" แบบบรรยาย

การกำหนดเนื้อหาที่จะสอน

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร หนังสือแบบเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และชั้น
 อื่นที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกัน ทั้งที่จัดทำโดยกระทรวงศึกษาธิการ และสำนักพิมพ์เอก
 ชนอื่น ๆ และได้เลือกเนื้อหาเรื่อง "ความรอนและแสง" ในระดับชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 7 ที่จะนำมาทดลองสอนกับตัวอย่างประชากร จึงได้กำหนดขอบเขตเนื้อหาของ

เรื่อง " ความรอนและแสง " ออกเป็น 5 บทเรียน คือ

- บทเรียนที่ 1 เรื่อง การนำความร้อน
- บทเรียนที่ 2 เรื่อง การพาความร้อน
- บทเรียนที่ 3 เรื่อง การแผ่รังสีความร้อน
- บทเรียนที่ 4 เรื่อง ความจุความร้อน
- บทเรียนที่ 5 เรื่อง การหักเหของแสง

บทเรียนทั้ง 5 บท ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นนี้ เด็กจะต้องยังไม่ได้รับการสอนจาก
 ทางโรงเรียนก่อน คือ โรงเรียนยังสอนไม่ถึงเรื่องเหล่านี้

การร่างบทเรียนสำหรับใช้ในการสอน

บทเรียนที่จะต้องสร้างขึ้นใช้ในการสอน มี 2 ชนิด คือ

1. บทเรียนสำหรับใช้สอนแบบสืบสวน
2. บทเรียนสำหรับใช้สอนแบบบรรยาย

การร่างบทเรียนสำหรับใช้สอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้ คือ.

1. ศึกษาทฤษฎีความรู้อยู่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบสวน และศึกษาขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสวน ของ ชิระชัย ปุรตโชติ³ ยงสุข รัศมีมาศ⁴ วีรบุท วิเชียรโชติ⁵ และซุกแมน⁶ (Suchman)
2. ศึกษาตัวอย่างบทเรียนที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวน ของ ชิระชัย ปุรตโชติ⁷ ยงสุข รัศมีมาศ⁸ ยุกา อานันตสิทธิ์⁹ และบำรุง บุญยงค์¹⁰
3. ศึกษาหลักสูตร แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบหลักสูตรในระดัชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อหาเกี่ยวโยงกัน
4. ร่างบทเรียนสำหรับใช้สอนแบบสืบสวน และแบบบรรยาย อย่างละ 5 บทเรียน ตามเนื้อเรื่องที่กำหนดไว้

³ชิระชัย ปุรตโชติ, เรื่องเดียวกัน

⁴ยงสุข รัศมีมาศ, เรื่องเดียวกัน, หน้า 48 - 52.

⁵วีรบุท วิเชียรโชติ, เรื่องเดียวกัน, หน้า 55 - 60

⁶Suchman, *op.cit.*, PP:1-113.

⁷ชิระชัย ปุรตโชติ, เรื่องเดียวกัน.

⁸ยงสุข รัศมีมาศ, เรื่องเดียวกัน, หน้า 52 - 55.

⁹ยุกา อานันตสิทธิ์, เรื่องเดียวกัน.

¹⁰บำรุง บุญยงค์, เรื่องเดียวกัน.

5. นำบทเรียนสำหรับใช้สอนแบบสืบสอบที่ได้ตรวจแก้ไขตามที่ได้รับคำแนะนำ จากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปทดลองสอนกับเด็กกลุ่มเล็ก (Micro Teaching) จำนวน 6 คน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน กรุงเทพมหานคร เพื่อให้เขาใจขบวนการสอนและแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน

(รายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนอยู่ในภาคผนวก ค.)

การจัดหาและสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในการสอน

ผู้วิจัยได้จัดหาและสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในการสอน ทั้งแบบสืบสอบและแบบบรรยายตามที่กำหนดไว้ในบทเรียนแต่ละบท โดยเลือกทำและหีบห่ออุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว ของโรงเรียนหรือจากที่อื่น ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นใหม่ ก็คำนึงถึงวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก แต่เป็นอุปกรณ์ที่ประโยชน์ได้มากที่สุด

การสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้ เป็นเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียน เรื่อง "ความรอบรู้และแสง" ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง แยกเป็นข้อสอบที่กลุ่มเนื้อหาแต่ละบทเรียน ที่กำหนดไว้ บทเรียนละ 10 ข้อ รวมเป็นข้อสอบทั้งหมด 50 ข้อ

การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบ และการเขียนข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) จากหนังสือต่าง ๆ เกี่ยวกับการวัดผลทางการศึกษา ได้แกหนังสือ Test Construction; Development and Interpretation of Achievement Test¹¹

¹¹Dotothy Adkins Wood, Test Construction: Development and Interpretation of Achievement Tests (Ohio: Charles E. Merrill Books, Inc., 1961).

เทคนิคการวัดผล¹²

2. สร้างแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียน (Achievement Test) เรื่อง "ความรอนและแสง" ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) มี 4 คำตอบในคำถาม 1 ข้อ ในจำนวน 4 คำตอบนี้ จะเป็นคำตอบที่ถูกเพียง 1 คำตอบ และอีก 3 คำตอบ เป็นคำตอบลวง แบบทดสอบได้สร้างกลุ่มเนื้อหาของแต่ละบทเรียนทั้ง 5 บท บทเรียนละ 12 ข้อ รวมเป็น 60 ข้อ ให้ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3. นำแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนที่สร้างขึ้นนี้ ไปลองสอบ (Pretest) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนครุฑพิทยา สุรวงศ์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เมื่อวันที่ 4 กันยายน 2515 เวลา 8.30 - 9.30 น. และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ และพิจารณาความเหมาะสมดังต่อไปนี้

3.1 ข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายเพียงใด เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบหรือไม่

3.2 ข้อสอบแต่ละข้อมีอำนาจจำแนก (Discrimination Power) มากน้อยเพียงไร

3.3 ข้อทดสอบที่จะนำไปใช้จริง ควรจะมีจำนวนข้อ และควรใช้เวลาในการทดสอบจริงเท่าไร

การวัดความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ หาได้จาก การวิเคราะห์ข้อทดสอบ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 27% แลวเปิดตารางการ

¹² ขวาล แพร์ตกุล, เทคนิคการวัดผล (พระนคร: อักษรเจริญทัศน์, 2506)

วิเคราะห์ข้อสอบ(Item Analysis Table) ของ จุง เต ฟาน¹³ (Chung-Teh-Fan) เพื่อหาความสัมพันธ์ความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อและหาอำนาจจำแนกเบื้องต้น โดยถือเกณฑ์ที่ว่า ข้อสอบที่ดีจะต้องมีความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป¹⁴

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ จากการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่ามีข้อสอบที่ขาดคุณลักษณะความเกณฑ์ดังกล่าว 11 ข้อ ตัดทิ้งออกไป 5 ข้อ ปรับปรุงใหม่ 6 ข้อ และแต่งข้อสอบเพิ่มอีก 5 ข้อ แทนข้อที่ตัดออกไป จึงรวมเป็นข้อสอบ 60 ข้อเท่าเดิม ใ้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

(รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อสอบครั้งที่ 1 ดูในภาคผนวก ก.)

4. นำข้อสอบทั้ง 60 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขและแต่งเพิ่มเติมแล้ว ไปทดลองสอบ (Pretest) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวิเศษทอง เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เมื่อวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2515 เวลา 10.00-11.00 น. และนำมาวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง แล้วตัดข้อสอบที่ขาดคุณลักษณะที่ตัดออก 10 ข้อ คือตัดข้อสอบที่สร้างไว้ตามเนื้อหาของแต่ละบทเรียนออกบทเรียนละ 2 ข้อ คงเหลือข้อสอบที่จะนำไปใช้เป็นข้อสอบจริง 50 ข้อ และใน 50 ข้อนี้ มีอยู่ 2 ข้อ ที่ต้องปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้เป็นข้อสอบจริง

(รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อสอบครั้งที่ 2 ดูในภาคผนวก ก.)

¹³จุง เต ฟาน, ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ, พิมพ์ในประเทศไทยโดยได้รับอนุญาตจาก E.T.S. แห่งสหรัฐอเมริกา, (พระนคร: บริการทดสอบพัฒนาโรงเรียนแพร์คอนูสตรัม)

¹⁴Henry E. Garrett, Statistics in Psychology and Education (New York: Longmans, Green and Co., 1958), pp. 336-368.

5. หาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบรวบยอดชั้นสุดท้าย ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการหาค่าความคงที่ภายใน (Internal Consistency) จากสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 21¹⁵ (Kuder Richardson 21) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n\sigma_t^2 - M_t(n - M_t)}{(n - 1)\sigma_t^2}$$

(วิธีการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

ผลการคำนวณ ได้ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ ของแบบทดสอบ 0.730 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูง.

การดำเนินการสอน และการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง ตามบทเรียนที่สร้างขึ้น และตามขบวนการเรียนการสอนของการสอนแบบสืบสอบและแบบบรรยายที่ได้ศึกษามา ตั้งแต่ต้น โดยดำเนินการดังนี้.

1. วิธีสอน

1.1 กลุ่มทดลองสอนแบบสืบสอบ (Inquiry Method)

1.2 กลุ่มควบคุมสอนแบบบรรยาย (Lecture Method)

2. เนื้อหาที่สอน นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ในแต่ละบทเรียนมีเนื้อหาเท่ากันและเหมือนกัน แต่วิธีสอนต่างกัน.

3. เวลาที่ใช้สอน นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนบทเรียนละ 1 ชั่วโมงเท่ากัน หลังจากสอนเสร็จแล้ว ใช้เวลาในการทดสอบต่อไปอีก 10 นาที

¹⁵Garrett, op. cit., p.341.

4. วันเวลาที่ไปทดลองสอน ผู้วิจัยใช้เวลาในวันเสาร์ภาคเช้าเวลา 9.00 - 12.00 น. สำหรับดำเนินการสอน เริ่มตั้งแต่วันเสาร์ที่ 16 กันยายน 2515 ถึงวันเสาร์ที่ 28 ตุลาคม 2515 รวม 7 สัปดาห์แรก ใช้สำหรับพบปะ ทำความเข้าใจ ในขบวนการเรียนการสอนและวิธีการต่าง ๆ ของทั้งสองกลุ่ม สัปดาห์ที่ 2 - 6 ใช้สอนในบทเรียนจริง ๆ และสัปดาห์สุดท้าย ใช้สำหรับการทดสอบขั้นสุดท้ายหลังจากเรียนครบทั้ง 5 บทเรียนแล้ว

นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง และทดสอบหลังจากสอนแต่ละบทเรียน อีก 10 นาที เท่ากัน เช่น กลุ่มทดลองเข้ารับการสอนเวลา 9.00 - 10.10 น. กลุ่มควบคุมก็จะเข้ารับการสอนต่อไปในเวลา 10.15 - 11.25 น. และสับเปลี่ยนเวลาเข้ารับการสอนกันทุกสัปดาห์ เพื่อไม่ให้เสียเปรียบกันระหว่างกลุ่ม

5. การสอนแบบสืบสอบ ของกลุ่มทดลอง ดำเนินการดังนี้.

5.1 ก่อนดำเนินการสอน อธิบายให้เด็กเข้าใจความหมายของคำต่าง ๆ ที่ต้องใช้พูดกันเสมอในเวลาสอน เช่น ประสพการณ์เดิม สมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน ข้อมูล คำถามชั้นสังเกต คำถามชั้นอธิบาย คำถามชั้นทำนาย คำถามชั้นนำไปใช้ ประโยชน์และสร้างสรรค์

5.2 ฝึกให้เด็กเข้าใจขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ฝึกตั้งคำถามแบบขบวนการสืบสอบ เพื่อไม่ให้ล้มขบวนการ เช่น นำภาพมาให้ดู ให้เด็กสังเกตว่ามีอะไรในภาพนั้นบ้าง แล้วฝึกให้เด็กใช้คำถามเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

5.3 ทบทวนความรู้ หรือประสพการณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว อาจให้ความรู้ใหม่ เพื่อเสริมสร้างความรู้เดิม ให้เป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่

5.4 การสอนชั้นสังเกต ครูจัดสถานการณ์ขึ้น อาจเป็นการทดลองให้นักเรียนดู ทิศภาพ แผนภูมิ เล่าเรื่อง หรือข้อความให้ฟัง ให้นักเรียนสังเกตและเกิดข้อข้องใจ กระตุ้นให้นักเรียนถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมาก ๆ มาอธิบายข้อสงสัยนั้น ตัวอย่างประโยคที่ครูจะใช้นักเรียนเข้าสู่การถามชั้นสังเกต

- สังเกตเห็นอะไรบ้าง

- มีลักษณะอย่างไร

- นักเรียนสังเกตเห็นรายละเอียดหมดแล้วหรือยัง
- ต้องการทราบรายละเอียดอะไรเพิ่มเติมบ้าง

5.5 การสอนชั้นอธิบาย จากการทดลอง หรือการจัดสถานการณ์ในชั้นสังเกต ครูกระตุ้น หรือเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นอธิบาย เพื่อที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน และอธิบายปรากฏการณ์ โดยการนำความรู้จากการถามชั้นสังเกตมาอธิบายหาเหตุผล ความสัมพันธ์ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ คำถามจะเป็นแบบ ทำไม อะไรเป็นเหตุ จงอธิบาย เป็นต้น ตัวอย่าง ประโยคที่ครูจะนำนักเรียนเข้าสู่การถามชั้นอธิบาย

- มีอะไรน่าสงสัยบ้าง
- ใครมีกฎเกณฑ์อะไรมาอธิบายบ้าง
- นักเรียนคนอื่นจะอธิบายอย่างไร
- นักเรียนอยากทราบอะไรเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเกิดความสงสัยบ้าง
- นักเรียนลองเอาข้อมูลจากชั้นสังเกตมาพิจารณาซิว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

5.6 การสอนชั้นทำนาย เมื่อนักเรียนสามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ ข้อสงสัย ใดแล้ว อาจคาดการณ์ล่วงหน้า โดยนำความรู้ไปตั้งสมมติฐาน ทดลอง ทดสอบ สมมติฐาน ทำนาย สรุปผล คำถามจะเป็นแบบ ถ้า.....แล้ว เมื่อไร..... คาดว่าจะ..... หวังว่าจะ..... ตัวอย่างประโยคที่ครูจะใช้นำนักเรียนเข้าสู่การถามชั้นทำนาย

- ใครมีสมมติฐานว่าอย่างไร
- จะพิสูจน์ได้อย่างไรว่าหลักเกณฑ์ที่อธิบายมานี้ถูกต้องดีแล้ว
- ใครมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้าง
- ใครเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด
- นักเรียนลองคิดดูซิว่า มีองค์ประกอบอะไรอีกบ้าง ถ้าเปลี่ยนองค์ประกอบเสียบ้างจะไฉน ถ้าไฉนจะเกิดอะไรขึ้น

5.7 การสอนชั้นนำไปใช้ประโยชน์และสร้างสรรค์ ครูกระตุ้นหรือเราให้นักเรียนคิดว่า สิ่งทีพบนี้จะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง เพื่อให้เด็กนำความรู้ไปคิดสร้างสรรค์ ถึงสิ่งที่เป็นประโยชน์ คำถามชนิดนี้เป็นคำถามแบบนำไปใช้ เป็นแนว

คิดที่เกี่ยวกับการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยนำผลจากข้อมูลที่ไคมา เป็นวัตถุดิบในการตั้งคำถาม ตัวอย่างประโยคที่ครูจะใช้นำนักเรียนเข้าสู่การถามชั้นการนำไปใช้ประโยชน์และสร้างสรรค์

- จะนำความรู้นี้ไปใช้ประโยชน์อะไรไคบ้าง
- จงบอกประโยชน์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ มาให้มากที่สุด
- จะปรับปรุงการทดลองนี้ให้ดีขึ้นไคอย่างไร
- ผลที่ไค จะนำไปปรับปรุง บ้าน โรงเรียน หรือตนเองไคอย่างไร
- เอาความรูไคไปประดิษฐ์ของเล่น หรือของใช้อะไรไคบ้าง
- ความรูไคนี้ นำไปอธิบายเรื่องไคไคอีกบ้าง

การสอนแบบสืบสอบ ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามนี้ เมื่อนักเรียน หยุดถามข้อใด ทำให้เกิดช่องว่าง (Gap) ขณะกำลังดำเนินการเรียนการสอน ครูจะเร้าให้นักเรียนถาม หรือครูช่วยซักถามเพิ่มเติม เพื่อให้ไคข้อมูลครบถ้วนตามลำดับขั้นของขบวนการเรียนการสอนทั้ง 4 ขั้นดังกล่าวแล้ว

5.8 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา และความรู้ที่ไคทั้งหมด

6. การสอนแบบบรรยาย ของกลุ่มควบคุม ดำเนินการดังนี้

6.1 ขั้นนำ ทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม เพื่อเป็นพื้นฐานที่จะเรียนเรื่องใหม่ หรือนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการแสดงภาพ การทดลอง การสาธิต หรือข้อความที่เลาถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ

6.2 ขั้นสอน การจัดกิจกรรมการสอน มีทั้งการบรรยาย การอภิปราย การสาธิต การทดลอง หรือการแสดงภาพอุปกรณ์ประกอบการสอนอื่น ๆ

6.3 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาและความรู้ที่เรียนมาทั้งหมด

การสอนแบบบรรยาย เน้นให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจ แบบพิสูจน์หรือแสดงให้เห็นกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว ให้เห็นจริงแล้วจดจำไว้เป็นความรู้ต่อไป ส่วนการสอนแบบสืบสอบ จะไม่หยุดอยู่แค่นั้น จะเปิดโอกาสให้เด็กไคคิดของใจต่อไป

อีกว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ถ้าเป็นอย่างอื่นจะเป็นอย่างไร ฯลฯ การสอนก็จะดำเนินไปตามลำดับขั้นทั้ง 4 ขั้น

การทดสอบ

ผู้วิจัย ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ตอน คือ

1. ทดสอบย่อยหลังจากการสอนจบบทเรียนแต่ละบท เพื่อวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนแต่ละครั้ง ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม รวม 5 ครั้ง ใช้แบบทดสอบที่สร้างไว้คลุมเนื้อหาแต่ละบทเรียน จำนวน 10 ข้อ ให้เวลา 10 นาที

2. ทดสอบขั้นสุดท้าย หลังจากการสอนจบบทเรียนทั้ง 5 บทแล้ว เพื่อวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มอีก 1 ครั้ง ใช้แบบทดสอบที่คลุมเนื้อหาเรื่อง "ความร้อนและแสง" ทั้งหมดจำนวน 50 ข้อ (ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ = .73) ให้เวลา 1 ชั่วโมง การทดสอบขั้นสุดท้ายได้ทดสอบหลังจากสอนจบทั้ง 5 บทเรียนแล้ว ผ่านไปอีก 1 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำแบบทดสอบ ที่ได้ทดสอบกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แต่ละครั้งมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่นักเรียนตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ดังนี้

| | | | | | |
|-----|---------------------|--------------|--------------|----|-------|
| 1.1 | ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 | บทเรียนที่ 1 | จำนวน 10 ข้อ | 10 | คะแนน |
| 1.2 | ทดสอบย่อยครั้งที่ 2 | บทเรียนที่ 2 | จำนวน 10 ข้อ | 10 | คะแนน |
| 1.3 | ทดสอบย่อยครั้งที่ 3 | บทเรียนที่ 3 | จำนวน 10 ข้อ | 10 | คะแนน |
| 1.4 | ทดสอบย่อยครั้งที่ 4 | บทเรียนที่ 4 | จำนวน 10 ข้อ | 10 | คะแนน |
| 1.5 | ทดสอบย่อยครั้งที่ 5 | บทเรียนที่ 5 | จำนวน 10 ข้อ | 10 | คะแนน |
| 1.6 | ทดสอบขั้นสุดท้าย | | จำนวน 50 ข้อ | 50 | คะแนน |

2. นำคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนที่ได้จากการสอบทั้ง 6 ครั้ง ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์หาค่าสถิติ โดยแบ่งการวิเคราะห์ค่าออกเป็น 2 อย่างคือ

2.1 ทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต ของคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่จับคู่กันไว้ (Paired Group) มาหามัชฌิมเลขคณิตของความแตกต่างของคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยการใช้สูตรทดสอบค่า t (t-test) โดยใช้สูตร¹⁶



$$t = \frac{\bar{d}}{\sigma_{\bar{d}}}$$

\bar{d} = มัชฌิมเลขคณิตของผลต่างของคะแนนของนักเรียนแต่ละคู่ซึ่งหาได้จากสูตร

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

$\sum d$ = ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

N = จำนวนคู่

$$\sigma_{\bar{d}} = \frac{S.D. \cdot d}{\sqrt{N-1}}$$

$S.D. \cdot d$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนของนักเรียนที่จับคู่ไว้ ซึ่งหาได้จากสูตร

$$S.D. \cdot d = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left[\frac{\sum d}{N}\right]^2}$$

$\sum d^2$ = ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

¹⁶ ประคอง กรรณสูต, เรื่องเดิม, หน้า 94-95.

หาชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom = df) จากสูตร

$$df = N - 1$$

(วิธีคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ข.)

ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ซึ่ง t จากตารางมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.04

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากตารางมาตรฐานแสดงว่า สัมฤทธิผล การเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าวัดค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่า ค่า t จากตารางมาตรฐาน แสดงว่า สัมฤทธิผล การเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกัน

2.2 หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถทางปัญญากับคะแนนสัมฤทธิผล การเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มรวมกัน ดังนี้คือ.

2.2.1 นำคะแนนสัมฤทธิผล การเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ที่ได้จากการทดสอบขั้นสุดท้ายของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาเปลี่ยนเป็นคะแนนมาตรฐาน z ปกติ โดยใช้สูตร¹⁷

$$T = 50 + 10 z$$

$$T = \text{คะแนนมาตรฐาน}$$

$$z = \text{พื้นที่ใต้โค้งปกติ}$$

¹⁷ เรื่องเดียวกัน, หน้า 75.

2.2.2 นำคะแนนมาตรฐาน T ปกติ ของคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" กับคะแนนมาตรฐาน T ปกติของคะแนนความสามารถทางปัญญา ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตรของ เพียร์สัน¹⁸ (Pearson's Product moment correlation coefficient)

$$r_{XY} = \frac{N \sum X'Y'f(X,Y) - \sum X'f(X) \sum Y'f(Y)}{\sqrt{[N \sum X'^2 f(X) - (\sum X'f(X))^2][N \sum Y'^2 f(Y) - (\sum Y'f(Y))^2]}}$$

r_{XY} = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถทางปัญญา กับคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง"

X = คะแนนรวมจากการทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้คะแนนมาตรฐาน T ปกติ รวมกัน

Y = คะแนนรวมของ T ปกติ ของความสามารถทางปัญญาของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม (วิธีคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ข.)

2.2.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญของ r_{XY} ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 โดยเทียบกับตารางค่าต่ำสุดของสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ ที่ระดับความมีนัยสำคัญต่าง ๆ เมื่อตัวอย่างมีขนาดต่างกัน¹⁹

ถ้าค่า r_{XY} ที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่า .253 แสดงว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถทางปัญญา กับคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่อง "ความร้อนและแสง" ไม่มีความสัมพันธ์กันจริง แต่ถ้าหากค่า r_{XY} ที่คำนวณได้ มีค่าสูงกว่า .253 แสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันจริง.

¹⁸ เรื่องเดียวกัน, หน้า 106.

¹⁹ เรื่องเดียวกัน, หน้า 113.