

การดำเนินงานและการรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" แบบ สืบสอบกับแบบบรรยายในชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดนั้น เพื่อให้เป็นไปตามความมุ่งหมาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

๑. สํารวจโรงเรียนเพื่อใช้ในการวิจัย
๒. เลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรเพื่อใช้ในการวิจัย
๓. กำหนดเนื้อหาสำหรับทดลองสอน
๔. สร้างบทเรียนสำหรับใช้ในการทดลองสอน
 - ๔.๑ บทเรียนสำหรับสอนด้วยวิธีสืบสอบ
 - ๔.๒ บทเรียนสำหรับสอนด้วยวิธีบรรยาย
๕. สร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดลองสอน
๖. สร้างแบบทดสอบเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย
๗. กำหนดการทดลองสอน
๘. กำหนดการทดสอบ
๙. วิเคราะห์ข้อมูล

การสำรวจโรงเรียน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สำรวจโรงเรียนที่มีการสอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด เพื่อเลือกโรงเรียนที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย โดยถือหลักเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

๑. เป็นโรงเรียนที่มีห้องทดลองวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลองที่จะนำมาใช้ได้สะดวก

๒. มีจำนวนนักเรียนมากพอสำหรับการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกเอาโรงเรียนการราคาดม สังคักกรมสามัญศึกษา ซึ่งมีความเหมาะสมที่สุดเป็นโรงเรียนสำหรับทดลอง จึงได้ติดต่อขอความร่วมมือจาก — อาจารย์ใหญ่ในการใช้โรงเรียนและนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างและได้รับความร่วมมือช่วยเหลือเป็นอย่างดี

การเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากร

กลุ่มตัวอย่างประชากรในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนการราคาดม ผู้วิจัยได้ดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรดังนี้

๑. นำแบบทดสอบวัดระดับความสามารถทางปัญญา^๑ (Scholastic Aptitude test) ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการ-ศึกษาประสานมิตรไปทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนการราคาดม จำนวน ๓๐๗ คน เมื่อวันที่ ๒๗ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๑๕ เวลา ๘.๓๐ - ๑๕.๐๐ น. แบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถทางปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ นี้ถือความแม่นยำในการพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นสำคัญ แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย

๑.๑ คณิตศาสตร์เรียงอันดับ / ก จำนวน ๓๐ ข้อ ในเวลา ๒๕ นาที ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบเท่ากับ ๐.๕๕

๑.๒ ภาษาไทยคำวางข้าม/ ก จำนวน ๔๐ ข้อ ในเวลา ๒๐ นาที ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย ๐.๕๕๐

^๑ชวาล แพร์ทกุล, อังคณา คันธิรัตนานนท์, และสมบุรณ์ จิตพงษ์, รายงานความก้าวหน้าของโครงการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ฉบับที่ ๒ (พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, ๒๕๑๓), หน้า ๕.

๑.๓ ภาษาไทยอุปมาอุปไมย/ก จำนวน ๔๐ ข้อ ใช้เวลา ๒๐ นาที
ค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ย ๐.๙๕๖

๒. นำกระดาษคำตอบจากการทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดยกำหนดการให้
คะแนนดังนี้

๒.๑ คะแนนข้อถูกข้อละ ๑ คะแนน

๒.๒ คะแนนข้อผิดข้อละ ๐ คะแนน

๓. นำคะแนนดิบจากการทดสอบวัดระดับความสามารถทางปัญญาของนักเรียน
แต่ละคนมาเปลี่ยนเป็นคะแนนมาตรฐาน T ปกติ โดยใช้สูตร $T = 50 + 10z^2$
โดยแยกหาดังนี้คือ

๓.๑ หากคะแนนมาตรฐาน T ปกติของแบบทดสอบเรียงอันดับ

๓.๒ หากคะแนนมาตรฐาน T ปกติของแบบทดสอบภาษาไทยคำตรงข้าม

๓.๓ หากคะแนนมาตรฐาน T ปกติของแบบทดสอบภาษาไทยอุปมาอุปไมย

๔. นำคะแนนมาตรฐาน T ปกติจากแบบทดสอบทั้ง ๓ ชนิดของนักเรียนแต่ละ
คนมารวมกัน

๕. จับคู่นักเรียนเพื่อนำมา เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

๕.๑ ต้องเป็นเพศเดียวกัน

๕.๒ มีอายุเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

๕.๓ มีคะแนนระดับความสามารถทางปัญญา เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

๒ ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู, พิมพ์ครั้งที่ ๒
พระนคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช ๒๕๑๓, หน้า ๙๕.

จากการจับกลุ่มดังกล่าวได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น ๒๐ คน หรือ ๓๐ คู่ เป็นชาย ๑๓ คู่ และหญิง ๑๗ คู่

(รายละเอียดการจับคู่ภาคผนวก ก.)

๒. จากกลุ่มตัวอย่างประชากรที่จับคู่ไว้แล้ว ๓๐ คู่ แยกออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มละ ๓๐ คน ดังนี้

๒.๑ กลุ่มทดลอง (Experimental Group) สอนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ด้วยวิธีสืบสอบ

๒.๒ กลุ่มควบคุม (Controled Group) สอนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ด้วยวิธีบรรยาย

กำหนดเนื้อหาสำหรับทดลองสอน

ผู้วิจัยได้จัดทำดังนี้

๑. กำหนดเนื้อหาเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ และมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งที่จะนำมาทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างประชากร ในการกำหนดเนื้อหาสำหรับใช้ทดลองสอนผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือแบบเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งทั้งที่จัดพิมพ์โดยกระทรวงศึกษาธิการและสำนักพิมพ์เอกชนอื่น ๆ ได้คัดเลือกเนื้อหาและกำหนดขอบเขตของเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ที่จะใช้ทดลองสอนออกเป็น ๕ บทเรียนซึ่งบทเรียนดังกล่าวนี้ทางโรงเรียนยังสอนไม่ถึง คือ

๑.๑ บทเรียนที่ ๑ เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

๑.๒ บทเรียนที่ ๒ เรื่อง ผลและประโยชน์ของกระแสไฟฟ้า

๑.๓ บทเรียนที่ ๓ เรื่อง การเกิดวงจรลัด และการรักษาความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า

๑.๔ บทเรียนที่ ๔ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

๑.๕ บทเรียนที่ ๕ เรื่อง คุณสมบัติและประโยชน์ของแม่เหล็ก

การสร้างบทเรียนสำหรับใช้ในการทดลองสอน

บทเรียนสำหรับใช้ในการสอนมี ๒ ชนิด คือ

๑. บทเรียนสำหรับสอนด้วยวิธีสืบสอบ

๒. บทเรียนสำหรับสอนด้วยวิธีบรรยาย

ในการสร้างบทเรียนสำหรับใช้สอนผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

๑. ศึกษาขบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบของ ชีระชัย ปุรณโชติ^๓ บงสุข รัศมีมาศ^๔ วีรยุทธ วิเชียรโชติ^๕ และซัคแมน^๖ (Suchman)

๒. ศึกษาตัวอย่างบทเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบของ บงสุข รัศมีมาศ^๗ ยุพา อานันทสิทธิ์^๘ และบารุง บุญยงค์^๙

๓. ศึกษาคู่มือครู แบบเรียนวิทยาศาสตร์และหลักสูตรของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดและระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง

^๓ชีระชัย ปุรณโชติ, เรื่องเดียวกัน.

^๔บงสุข รัศมีมาศ, เรื่องเดียวกัน, ๔๘๗-๕๐.

^๕วีรยุทธ วิเชียรโชติ, เรื่องเดียวกัน, ๕๓-๖๐.

^๖Sachman, op. cit., ๑ - ๑๑.

^๗บงสุข รัศมีมาศ, เรื่องเดียวกัน, ๕๓ - ๕๕.

^๘ยุพา อานันทสิทธิ์, เรื่องเดียวกัน.

^๙บารุง บุญยงค์, เรื่องเดียวกัน.

๔. สร้างบทเรียนสำหรับสอนด้วยวิธีสืบสอบและวิธีบรรยายในเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" อย่างละ ๕ บทเรียนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้แล้วข้างต้น

๕. นำบทเรียนที่ได้รับการตรวจแก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับเด็กกลุ่มเล็ก (Micro Teaching) จำนวน ๘ คน กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด โรงเรียนครูฤทธิพิทยา สุรวงศ์ เพื่อให้เข้าใจขอบข่ายการสอนและแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน (รายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนอยู่ในภาคผนวก ค)

การสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดลองสอน

อุปกรณ์สำหรับใช้ในการสอนสร้างตามที่กำหนดไว้ในบทเรียนแต่ละบท

การสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" มีทั้งหมด ๕๐ ข้อ โดยแยกเป็น

๑. วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๑ จำนวน ๑๐ ข้อ
๒. วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๒ จำนวน ๑๐ ข้อ
๓. วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๓ จำนวน ๑๐ ข้อ
๔. วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๔ จำนวน ๑๐ ข้อ
๕. วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๕ จำนวน ๑๐ ข้อ

การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้กำเนินวิธีการดังต่อไปนี้

๑. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) จากหนังสือต่าง ๆ เกี่ยวกับการวัดผลทางการศึกษา

เช่น Test Construction; Development and Interpretation of

Achievement Test^{๑๐} และเทคนิคการวัดผล^{๑๑}

๒. สร้างแบบทดสอบตามหลักเกณฑ์ที่ได้จากการศึกษาในข้อ ๑ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) มี ๔ คำตอบในคำถาม ๑ ข้อ ในจำนวน ๔ คำตอบนี้จะเป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียง ๑ คำตอบและอีก ๓ คำตอบ เป็นคำตอบลวง แบบทดสอบมีจำนวนข้อดังนี้

- ๒.๑ วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๑ จำนวน ๑๖ ข้อ
- ๒.๒ วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๒ จำนวน ๑๖ ข้อ
- ๒.๓ วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๓ จำนวน ๑๖ ข้อ
- ๒.๔ วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๔ จำนวน ๑๖ ข้อ
- ๒.๕ วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนในบทเรียนที่ ๕ จำนวน ๑๖ ข้อ

รวมเป็นแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผล (Achievement Test) จากการทดลองสอนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" แบบสืบสอบและแบบบรรยายในชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด ทั้งหมด ๕๐ ข้อ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ ๑ ชั่วโมงครึ่ง

๓. นำแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลการเรียนที่สร้างขึ้นครั้งนี้ไปทดสอบ (Pretest) ครั้งที่ ๑ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนครุฑพิทยา นครหลวง ฯ จำนวน ๕๐ คน เมื่อวันที่ ๔ กันยายน ๒๕๑๕ เวลา ๘.๓๐ - ๑๐.๐๐ น. และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คุณค่าทางสถิติ และพิจารณาความเหมาะสมดังต่อไปนี้

^{๑๐}Dorothy Adkins Wood, Test Construction: Development and Interpretation of Achievement Tests (Ohio: Charles E. Merrill Books, Inc., 1961).

^{๑๑}ชวาล แพร์ตกุล, เทคนิคการวัดผล. (พระนคร : อักษรเจริญพิมพ์, ๒๕๐๖).

หรือไม่ว่า

๓.๑ ข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายเพียงไร เหมาะสมที่จะใช้ทดสอบ

๓.๒ ข้อสอบแต่ละข้อมีอำนาจจำแนกเด็กเก่งกับเด็กอ่อน (Discrimination Power) มากน้อยเพียงไร

๓.๓ ข้อทดสอบที่จะนำไปใช้จริง ควรจะมีจำนวนกี่ข้อ

๓.๔ ควรใช้เวลาเท่าไรในการทดสอบจริง



ระดับความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหาได้จาก การวิเคราะห์ข้อทดสอบ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค ๒๗% แล้วเปิดตารางการวิเคราะห์ข้อทดสอบ (Item Analysis Table) ของ จุง เต ฟาน^{๑๒} (Chung Teh Fan) เพื่อหาระดับความยากของข้อทดสอบแต่ละข้อและหาอำนาจจำแนกเด็กเก่งออกจากเด็กอ่อน โดยถือเกณฑ์ที่ว่าข้อสอบที่ดีจะต้องมีค่าระดับความยาก (p) อยู่ระหว่าง .๒๐ ถึง .๘๐ และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .๒๐ ขึ้นไป^{๑๓}

ผลการวิเคราะห์ข้อทดสอบจากการทดสอบครั้งที่ ๑ ปรากฏว่ามีข้อสอบที่ขาดคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กล่าว ๑๘ ข้อ ซึ่งต้องคัดออกไปคงเหลือข้อสอบอีก ๒๒ ข้อ (รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อทดสอบดูจากภาคผนวก ก)

^{๑๒} จุง เต ฟาน, ตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบ, พิมพ์ในประเทศไทยโดยได้รับอนุญาตจาก E.T.S. แห่งสหรัฐอเมริกา, (พระนคร บริการทดสอบพิมพ์ - โรงเรียนแพร์คอนุสรณ์)

^{๑๓} Henry E. Garrett, Statistics in Psychology and Education (New York: Longmans, Green and Co., 1958), pp. 336 - 368.

๕. นำข้อสอบที่เหลือทั้ง ๒๒ ข้อ มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองสอบเป็นครั้งที่ ๒ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนมัธยมศึกษาวิเศษวิทยาคม จำนวน ๕๐ คน ในวันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๑๕ เวลา ๑๐.๐๐ น. - ๑๑.๐๐ น. เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อทดสอบแล้วคัดเลือกข้อทดสอบที่ขาดคุณลักษณะที่คัดออกอีก ๑๒ ข้อ คงเหลือเป็นข้อสอบที่ใช้ได้จริง ๆ ๕๐ ข้อ และใน ๕๐ ข้อ มีอยู่ ๒ ข้อที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

(รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อทดสอบดูภาคผนวก ก)

๕. การหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยดำเนินการหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ โดยการหาค่าความคงที่ภายใน (Internal Consistency) จากสูตรของคูเคอร์ริชาร์ดสัน ๒๑^{๑๔} (Kuder Richardson ๒๑) ดังนี้

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

(วิธีการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก)

ผลการคำนวณหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ ๐.๗๖๑ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูง

การดำเนินการทดลองสอน

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองเป็นชั้น ๆ ดังต่อไปนี้

^{๑๔}Garrett, op. cit., p. 341.

๑. ศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ บทเรียนสำหรับใช้สอน -
 ภายวิธีสืบสอบ หลักสูตร หนังสือแบบเรียน คู่มือครูของชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ และมีข-
 ศึกษานี้ ๑
๒. สร้างบทเรียนสำหรับใช้สอนภายวิธีสืบสอบและวิธีบรรยายและอุปกรณ์การ-
 สอนตามที่กำหนดไว้ในบทเรียน
๓. ดำเนินการทดลองสอนโดยผู้วิจัยทดลองสอนเองทั้งกลุ่มทดลอง (Experi-
 mental Group) และกลุ่มควบคุม (Controlled Group) โดยดำเนินการดังนี้
 - ๓.๑ วิธีสอน
 - ๓.๑.๑ กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสืบสอบ (Inquiry Method)
 - ๓.๑.๒ กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีบรรยาย (Lecture Method)
 - ๓.๒ เนื้อหาที่สอน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนในเรื่อง
 "แม่เหล็กและไฟฟ้า" เหมือนกัน
 - ๓.๓ ระยะเวลาการสอน ผู้วิจัยใช้เวลาในวันเสาร์สำหรับทำการทค-
 ลองสอน ทั้งนี้เพื่อมิให้กระทบกระเทือนเวลาเรียนปกติของนักเรียน ระยะเวลาในการ
 ทดลองสอนเพิ่มตั้งแต่เสาร์ที่ ๑๖ กันยายน ถึงเสาร์ที่ ๒๔ ตุลาคม รวมเวลาสอน ๗
 สัปดาห์โดยเริ่มตั้งแต่เวลา ๘.๐๐ - ๑๒.๐๐ น. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการ-
 สอนสัปดาห์ละครั้ง สอนครั้งละ ๑ ชั่วโมง เท่ากัน
 - ๓.๔ การสอนแบบสืบสอบของกลุ่มทดลองดำเนินไปดังนี้คือ
 - ๓.๔.๑ ก่อนดำเนินการสอน ฝึกให้เด็กตั้งคำถามแบบขบวนการ
 สืบสอบ เพื่อให้เข้าใจกระบวนการและไม่ลืมขบวนการ โดยการนำภาพมาให้ดูให้เด็ก
 ตั้งคำถามตามขบวนการสืบสอบ
 - ๓.๔.๒ ให้ความรู้ใหม่หรือทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียน
 เพื่อให้เป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่

๓.๔.๓ สอนชั้นสังเกต ครูจัดสถานการณ์อันใดอันหนึ่ง เช่น ทดลองให้นักเรียนดู ตีภาพหรือแผนภูมิใหญ่ หรือเล่าเรื่องหรือข้อความอันหนึ่งให้ฟัง ให้นักเรียนสังเกตและเกิดข้อข้องใจ นักเรียนจะถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่ออธิบายข้อสงสัยนั้น คำถามจะเป็นแบบใช่หรือไม่ ตัวอย่างประโยคที่ครูจะใช้นำนักเรียนเข้าสู่การถามชั้นสังเกต

- สังเกตเห็นอะไรบ้าง ?
- มีลักษณะอย่างไร ?
- นักเรียนสังเกตเห็นรายละเอียดทั้งหมดแล้วหรือยัง ?
- ต้องการทราบรายละเอียดอะไรเพิ่มเติมบ้าง ?

๓.๔.๔ สอนชั้นอธิบาย ครูทำการทดลองต่อไปเพื่อให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นอธิบาย เพื่อที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและอธิบายปรากฏการณ์ โดยการนำความรู้ที่ได้จากการถามในชั้นสังเกตมาอธิบายหาเหตุผลความสัมพันธ์กฎเกณฑ์ต่าง ๆ คำถามจะเป็นแบบทำไม อะไรเป็นเหตุ จงอธิบายเป็นต้น ตัวอย่างประโยคที่ครูจะใช้นำนักเรียนเข้าสู่การถามชั้นอธิบาย

- มีอะไรน่าสงสัยบ้าง
- ใครมีกฎเกณฑ์อะไรมาอธิบายได้บ้าง
- นักเรียนคนอื่นจะอธิบายว่าอย่างไร
- นักเรียนลองเอาข้อมูลจากชั้นสังเกตมาพิจารณาซิว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น

๓.๔.๕ การสอนชั้นทำนาย เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ข้อสงสัยได้แล้ว อาจทำการล่วงหน้าโดยนำความรู้ไปตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน ทำนาย สรุปผล คำถามจะเป็นแบบ ถ้า... แล้ว เมื่อไร... คาดว่าจะ.... หวังว่าจะ ตัวอย่างประโยคที่ครูจะใช้นำนักเรียนเข้าสู่การถามชั้นทำนาย

- ใครมีสมมติฐานว่าอย่างไร ?
- จะพิสูจน์ได้อย่างไรว่าหลักเกณฑ์ที่อธิบายนี้ถูกต้องแล้ว ?
- ใครเห็นด้วยหรือไม่เพราะเหตุใด ?
- นักเรียนลองคิดดูซิว่า มีองค์ประกอบอะไรอีกบ้าง ถ้าเปลี่ยนองค์ประกอบเสียบ้างจะได้ใหม่ ถ้าได้ เกิดอะไรขึ้น ?

๓.๔.๖ สอนชั้นนำไปใช้ประโยชน์และสร้างสรรค์ ครูเราให้เด็กคิดว่าสิ่งที่พบนี้จะนำไปใช้อะไรได้บ้าง เพื่อให้เด็กนำความรู้ไปคิดสร้างสรรค์สิ่งที่เป็นประโยชน์ คำถามชนิดนี้เป็นคำถามแบบนำไปใช้ เป็นแนวคิดที่เกี่ยวกับการทำให้เกิดผลิตผลใหม่ โดยนำผลจากข้อมูลที่เข้ามาเป็นวัตถุดิบในการตั้งคำถาม ตัวอย่างประโยคที่ครูจะใช้นำนักเรียนเข้าสู่การถามขั้นการนำไปใช้ประโยชน์และการสร้างสรรค์

- จะนำความรู้^{นี้}ไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง ?
- จะบอกประโยชน์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ให้มากที่สุด ?
- ผลที่ได้นำไปปรับปรุงบ้าน โรงเรียนหรือตนเองได้อย่างไร
- เอาความรู้ที่ได้ไปประดิษฐ์ของเล่นหรือของใช้อะไรได้บ้าง ?
- ความรู้ที่ได้มานำไปอธิบายเรื่องใดได้อีกบ้าง ?

การสอนแบบสืบสอบชนิดครูและนักเรียนเป็นผู้ถามนี้ เมื่อนักเรียนบอกพร้อมในการถามในชั้นใด ครูจะซักถามเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนตามลำดับขั้น

๓.๔.๗ ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเรื่องที่เรียนมาแล้ว

ทั้งหมด

- ๓.๕ การสอนแบบบรรยายของกลุ่มควบคุม กำหนดไปความลำดับขั้นดังนี้
- ๓.๕.๑ ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการทบทวนประสบการณ์เดิม หรือเร้าความสนใจของนักเรียนด้วยการทดลองหรือการสาธิต หรือภาพ หรือข้อความ
- ๓.๕.๒ ชี้นำสอน กิจกรรมที่ใช้ทั้งการบรรยาย การอภิปราย การสาธิต และการทดลอง
- ๓.๕.๓ ชี้นำสรุป และนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนทั้งหมด
- การดำเนินการทดสอบ

ผู้วิจัยแบ่งการทดสอบออกเป็น ๒ ตอน คือ

๑. ทดสอบย่อยระหว่างสอนแต่ละบทเรียน เพื่อวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนแต่ละครั้ง ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวม ๕ ครั้ง
๒. ทดสอบรวมหลังการสอนทั้ง ๕ บทเรียนเสร็จสิ้น เพื่อวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ๑ ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. เมื่อได้ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจแบบทดสอบ ให้คะแนนข้อที่นักเรียนตอบถูกให้ ๑ คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ ๐ ดังนี้

๑.๑	ทดสอบย่อยครั้งที่ ๑	๑๐ ข้อ	๑๐ คะแนน
๑.๒	ทดสอบย่อยครั้งที่ ๒	๑๐ ข้อ	๑๐ คะแนน
๑.๓	ทดสอบย่อยครั้งที่ ๓	๑๐ ข้อ	๑๐ คะแนน
๑.๔	ทดสอบย่อยครั้งที่ ๔	๑๐ ข้อ	๑๐ คะแนน
๑.๕	ทดสอบย่อยครั้งที่ ๕	๑๐ ข้อ	๑๐ คะแนน
๑.๖	ทดสอบรวม	๕๐ ข้อ	๕๐ คะแนน

๒. เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว ผู้วิจัยก็นำคะแนนจากการทดสอบทั้ง ๒ ครั้งของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยจับแบ่งดังต่อไปนี้

๒.๑ ทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างมัธยิมเลขคณิตของคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

๒.๒ นำคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่จับคู่กันได้ (Paired Group) มาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมัธยิมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยการทดสอบค่า t (t - test) โดยใช้สูตร*๕

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

\bar{d} = มัธยิมเลขคณิตของผลต่างของคะแนนของนักเรียนแต่ละคู่ซึ่งหาได้จากสูตร

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

Σd = ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

N = จำนวนคู่

$\sigma_{\bar{d}}$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนของนักเรียนที่จับคู่ไว้ซึ่งหาได้จากสูตร

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

$S.D. \cdot d$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนของนักเรียนที่ได้จับคู่ไว้ หาได้จากสูตร

*๕ ประคอง กรรณสูตร, เรื่องเกม, หน้า ๔๕.

$$S.D._d = \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{N} - \left(\frac{\Sigma d}{N}\right)^2}$$

Σd^2 = ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนระหว่างกลุ่ม
ทดลองกับกลุ่มควบคุม

หาชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom = df) จากสูตร

$$df = N - 1$$

ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๕

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า ค่า t จากตารางแสดงว่าสัมฤทธิ์ผลทางการ
เรียนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่าง
แต่ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า ค่า t จากตาราง " " แสดงว่าสัมฤทธิ์ผลทางการ
เรียนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

๒.๒ หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถทางปัญญา กับ
คะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ เรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดยไม่
แยกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังนี้

๒.๒.๑ นำคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้จากทดสอบรวมของกลุ่มทดลองและควบคุมที่จับคู่กันไว้มาทำเป็นคะแนน " T " ปกติโดยใช้สูตร^{๑๖}

$$T = 50 + 10z$$

$$T = \text{คะแนนมาตรฐาน}$$

$$z = \text{พื้นที่ใต้โค้งปกติ}$$

^{๑๖}เรื่องเดียวกัน, หน้า ๑๐๖.

๒.๒.๒ นำคะแนน T ปกติของการทดสอบเพื่อวัดสัมฤทธิผลการเรียน เรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" กับคะแนน T ปกติของความสามารถทางปัญญาของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโดยวิธีสูตร^{๑๗}

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

r_{XY} = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถทางปัญญากับคะแนนสัมฤทธิผลการเรียนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า"

X = คะแนน T ปกติจากการทดสอบวัดสัมฤทธิผลการเรียน เรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

Y = คะแนน T ปกติของความสามารถทางปัญญา

๒.๒.๓ ทดสอบความมีนัยสำคัญของ r_{XY} ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๕ โดยเทียบกับการแจกแจงค่าที่สุดของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ระดับความมีนัยสำคัญต่างๆ เมื่อตัวอย่างมีขนาดต่างกัน^{๑๘}

ถ้าค่า r_{XY} ที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่า .๒๕๓ แสดงว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถทางปัญญากับคะแนนสัมฤทธิผลทางการเรียนเรื่อง "แม่เหล็กและไฟฟ้า" ไม่มีความสัมพันธ์กันจริง แต่ถ้าค่า r_{XY} ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่า .๒๕๓ แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันจริง

^{๑๗} เรื่องเดียวกัน, หน้า ๑๐๖.

^{๑๘} เรื่องเดียวกัน, หน้า ๑๑๓.