

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม สิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ ต้องนำบทเรียนไปทดลองใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนว่าจะใช้สอนได้ตรงตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ การสร้างบทเรียนครั้งนี้ ภายหลังจากสร้างเสร็จ ได้นำบทเรียนไปทดลองใช้และหาประสิทธิภาพทั้งหมดสามครั้ง คือ การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม

การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

ได้คัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ที่เรียนค่อนข้างอ่อนแต่ขยันและสนใจ โดยครูประจำชั้นเป็นผู้เลือกให้ โดยพิจารณาจากคะแนนการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ การที่เลือกนักเรียนค่อนข้างอ่อน ก็เพื่อจะได้หาข้อผิดพลาดของบทเรียน ที่นักเรียนชั้นอ่อนจะประสบปัญหา ซึ่งเป็น การชี้แนวทางให้ผู้วิจัย ถ้าเลือกนักเรียนเก่งในการทดลองชั้นนี้ ผู้วิจัยอาจจะไม่เห็นจุดที่จะต้องแก้ไข เพราะนักเรียนที่เก่งย่อมหาทางที่จะแก้ปัญหาด้วยสติปัญญาของตนเอง การที่มีข้อแม้ว่าต้องเป็นนักเรียนที่ขยันและสนใจ เพราะบทเรียนชนิดนี้ นักเรียนจะต้องอยู่ในอิริยาบถเดียว กันนาน ๆ คือจะต้องนั่งอ่านหนังสือพร้อมทั้งคิดและตอบไปด้วย ซึ่งถ้าเป็นนักเรียนที่ไม่สนใจในการเรียน อาจไม่ให้ความร่วมมือเท่าที่ควร จะทำให้การหาประสิทธิภาพของบทเรียน ได้ผลไม่เต็มที่

การทดลองครั้งแรกได้ทำขึ้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 โดยคัดเลือกได้นักเรียนชาย อายุ 13 ปี หนึ่งคน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ 51 คะแนน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน คะแนนนี้เป็นคะแนนเฉลี่ยของคะแนนเก็บระหว่างปี

ก่อนทำการทดลองได้มีการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน และบทบาทของนักเรียน ในฐานะที่จะมีโอกาสเข้ามาช่วยเหลือใหม่บทเรียนนี้เป็นบทเรียนที่ศึกษาต่อไป พร้อมทั้งนั้นก็มีการอธิบายให้นักเรียนผู้วิจัยทำที่ถูกต้อง

ต่อไปให้นักเรียนลงมือเรียนบทเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการเรียน ในชั้นแรกให้นักเรียนทำข้อทดสอบก่อนเรียน เพื่อทราบว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมมากน้อยเพียงไร

ต่อจากนั้นนักเรียนก็ลงมือเรียนด้วยบทเรียนไปเรื่อย ๆ จนจบ ขณะเรียนบทเรียน ถ้านักเรียนทำไม่ได้ หรือตอบผิด ผู้วิจัยจะอธิบายข้อความในกรอบนั้นแก่นักเรียนโดยทันที เพื่อหาสาเหตุว่าอะไรที่ให้นักเรียนตอบผิด หรือตอบไม่ได้ ขอบทพร้อมและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้จดบันทึกไว้อย่างละเอียด เพื่อแก้ไขบทเรียน เมื่อเรียนจบได้ให้ทำข้อทดสอบชุดเดิมอีกครั้งหนึ่ง

ผลการเรียนการสอบจากการทดลองชั้นหนึ่งคน ได้แสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองแบบหนึ่งข้อหนึ่ง

คะแนนการสอบก่อนเรียน		ทำบทเรียนถูก		คะแนนการสอบหลังเรียน		คะแนนความก้าวหน้า	
คะแนน	ร้อยละ	จำนวนข้อ	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
13	43.33	158	90.80	27	90	14	46.67

จากมาตรฐานของบทเรียนที่ตั้งไว้ ร้อยละ 90/90 ดังกล่าวแล้ว เมื่อดูผลที่ได้จากตาราง จะเห็นว่านักเรียนทำบทเรียนได้ถูกต้องทั้งหมด ร้อยละ 90.80 และทำข้อทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 90 ซึ่งแสดงว่าจากการทดลองแบบหนึ่งข้อหนึ่งนี้ บทเรียนสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

แต่จากการทดลองใช้บทเรียนแก่นักเรียนเพียงคนเดียวนี้ ผลที่ได้ยังไม่อาจเชื่อถือได้ จึงนำบทเรียนมาแก้ไขเพื่อใช้ทดลองชั้นต่อไป

สาเหตุที่ให้นักเรียนตอบผิดในการเรียนบทเรียนครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเพราะความเลินเล่อของนักเรียนเอง คือถ้าให้ลองย้อนอ่านคู่มือ เขาจะตอบได้ จะมีบ้างบางตอนที่กรอบผิดห้คนย่อไป นักเรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ เพราะเขาจำฝังใจในความรู้ที่เรียนมาก่อนแล้ว คือการเข้าใจว่า เทอร์มอสมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความร้อนหนาวของอากาศซึ่งผิด ในตอนแก้ไขจึงเพิ่มกรอบผิดห้คนในเรื่องนี้ นอกจากนี้ยังได้เพิ่มกรอบอธิบายเรื่อง

การหลอมเหลวและการกลั่นตัว ดังนั้นบทเรียนที่นำไปทดลองใช้ครั้งที่สอง จึงมีจำนวน
 กรอบเพิ่มขึ้นจาก 174 กรอบ เป็น 182 กรอบ

ข้อสังเกตอื่น ๆ ที่ได้จาก การทดลองใช้ครั้งนี้ ก็คือ การใส่ค่าเฉลยควรอยู่ให้ตรง
 ข้อ เพราะมิฉะนั้นนักเรียนจะสับสน

อีกประการหนึ่งเวลาที่ใช้ในการเรียนบทเรียนรวมทั้งการทำข้อทดสอบครั้งนี้
 ใช้เวลา 150 นาที ซึ่งนานเกินไปทำให้นักเรียนรู้สึกเริ่มเบื่อในตอนท้าย การทดลองใช้
 ครั้งที่สองจึงแบ่งให้นักเรียนทำเป็นสองระยะ

การทดลองกลุ่มเล็ก

บทเรียนที่ใหม่ทั้งหมด 182 กรอบ ข้อทดสอบ 30 ข้อเช่นเดียวกับครั้งแรก
 ได้คัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 10 คน เป็นเด็กเก่งสามคน ปานกลางสี่คน
 และอ่อนสามคน โดยค้จากคะแนนเฉลยผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างปี เช่นเดียวกับ
 การคัดเลือกแบบหนึ่งข้อหนึ่ง เลือกได้นักเรียนหญิงห้าคน นักเรียนชายห้าคน เป็นนักเรียน
 หองเดียวกันทั้งหมด การอธิบายก่อนเรียนบทเรียนได้ทำเช่นเดียวกันกับการทดลองแบบหนึ่ง
 ข้อหนึ่ง ได้ไปทำการทดลองเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 ปรากฏผลดังตาราง
 ที่แสดงไว้ใน ตารางนี้เรียงลำดับจากนักเรียนเก่งไปจนถึงนักเรียนอ่อน

ตารางที่ 2 ผลการทดลองกลุ่มเด็ก

ลำดับที่	อายุ ปี เดือน	คะแนนเฉลี่ยวิชา วิทยาศาสตร์	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	คะแนนสอบ หลังเรียน	สัมมนาความ ก้าวหน้า	จำนวนกรอบที่ดู จำนวนจริง	ร้อยละ
1	11.-	63	17	30	13	177	97.35
2	11.11	60	13	28	15	167	91.85
3	11.-	57	14	28	14	171	94.05
4	12.10	54	12	26	14	171	94.05
5	12.-	52	7	27	20	158	86.90
6	11.4	52	17	25	8	168	92.40
7	12.6	51	13	27	14	179	98.45
8	14.1	50	12	27	15	176	96.80
9	10.9	49	13	28	15	174	95.70
10	11.5	43	10	20	10	161	88.55
		เฉลี่ย	12.8	26.5	13.3	170.2	93.61

จากผลที่ได้ปรากฏว่านักเรียนเรียนบทเรียนได้ 93.61/88.26 จะเห็นได้ว่าบทเรียนนี้ยังมีประสิทธิภาพไม่ถึง มาตรฐาน 90/90 ที่ได้ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะว่าในการทดลองใช้บทเรียนกระทำในวันเดียวกัน นักเรียนยังจำคำตอบของข้อสอบที่ให้ทำก่อนเรียนบทเรียนได้ จึงนำคำตอบนั้นมาตอบซ้ำ จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบที่ให้ทำภายหลังเรียนบทเรียนได้ไม่ถึงมาตรฐาน อีกประการหนึ่ง การทดลองใช้ครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้นิ่งนอนใจกับการเรียนตัวต่อตัว ดังการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ขอน้อาจทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจทำเท่าที่ควรก็ได้ ดังจะเห็นได้จากเวลาในการทำ คือ

นักเรียนใช้เวลาในการทำข้อสอบก่อนเรียนบทเรียน 20 นาที
เรียนบทเรียน 95 นาที

และทำข้อทดสอบหลัง เรียนบท เรียน 10 นาที

จะเห็นได้ว่าเวลาในการทดลองใช้บทเรียนครั้งนี้เร็วกว่าครั้งแรกถึง 25 นาที จึงคิดว่านักเรียนไม่ตั้งใจทำเท่ากับเวลาที่ผู้หนึ่งอยู่ตัวต่อตัว อีกประการหนึ่ง การทดลองใช้บทเรียนครั้งนี้ ทำให้เห็นว่า เวลาที่ใช้ในการเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเก่ง หรืออ่อนของนักเรียนเท่าใดนัก ความตั้งใจเรียนมีส่วนในเรื่องเวลาด้วย เช่น การทดลองครั้งนี้ นักเรียนเก่งที่สุดทำบทเรียนเสร็จในเวลา 83 นาที นักเรียนปานกลางทำเสร็จในเวลา 70 นาที นักเรียนอ่อนที่สุดทำเสร็จในเวลา 110 นาที

ในการทดลองครั้งนี้ นอกจากอธิบายวิธีการทำบทเรียนแล้ว ยังเขียนคำอธิบายไว้ข้างหน้าบทเรียนด้วย หลังจากนักเรียนทำเสร็จแล้ว ให้นำบทเรียนมาเปิดถามนักเรียนไปพร้อม ๆ กันที่ละหน้า ว่ามีตอนไหนที่เขารู้สึกยากลำบากในการทำ หรือข้อไหนที่นักเรียนทำผิดซ้ำักันมาก ๆ ผู้สร้างบทเรียนจะทำเครื่องหมายไว้ เพื่อแก้ไข หลังจากนั้นได้สัมภาษณ์ความเห็นนักเรียน เป็นส่วนรวมเกี่ยวกับการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม

หลังจากนั้นได้สร้างตารางเพื่อวิเคราะห์ว่า ข้อใดนักเรียนทำผิดกันมากที่สุด พบว่าบางข้อนักเรียนทำผิดเพราะภาพทำให้ นักเรียนเข้าใจผิด ก็ได้นำมาแก้ไข บางเรื่องให้นักเรียนฝึกน้อยไป เช่น เรื่อง เฮอร์มอมิเตอร์ ก็ต้องเพิ่มการฝึกและคำอธิบายให้มากขึ้นด้วย และบางเรื่องต้องเพิ่มตัวอย่าง เช่น ในกรอบที่ 128 เดิมกล่าวว่า "ในโรงภาพยนตร์ นักเรียนคิดว่าควรรีตตัวเขา (ชั้นบน, ชั้นล่าง) จึงจะได้รับอากาศดีและสบาย" กรอบนี้มีที่บกพร่องสองประการ ก็คือ ความปกติอัตราความชื้นบนสูงกว่าชั้นล่าง ดังนั้นนักเรียนจะคิดว่าชั้นบนดีกว่า อีกประการหนึ่งข้อความที่อยู่หลังคำที่เลือก นักเรียนมักไม่ค่อยเห็นความสำคัญ จึงข้ามไปไม่อ่าน กรอบนี้ให้นักเรียนทำผิดกันมาก ถึงหกคนในสิบคน จึงนำมาแก้ไขใหม่ ว่า "จากความรู้ที่ว่า อากาศร้อนจะลอยขึ้นข้างบนนี้ ในโรงภาพยนตร์ต่างจังหวัดที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ ถ้าต้องการอากาศเย็นสบาย เราควรนั่งดู (ชั้นบน, ชั้นล่าง)" ทั้งนี้เป็นคณ

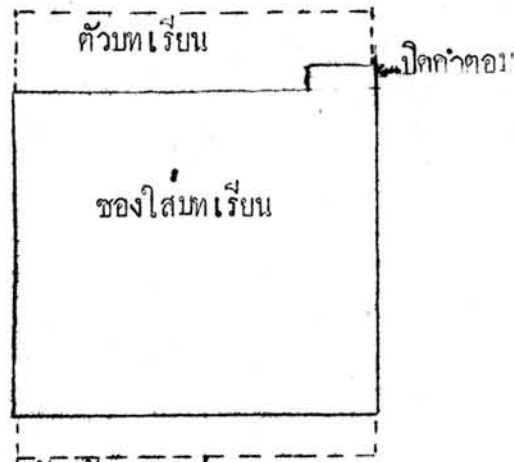
นอกจากนี้ก็นำข้อทดสอบมาพิจารณาด้วย โดยดูจากการทำข้อทดสอบก่อนเรียนบทเรียนว่า ข้อใดที่นักเรียนผิดกันมาก ก็ไปปรับปรุงแก้ไขภาษา รวมทั้งการเพิ่มกรอมนในตัวบทเรียนสอนเรื่องนั้น ๆ ให้นักเรียนแม่นยำยิ่งขึ้น เช่นข้อ 4 ถามว่า "เขาใช้หลักอะไรในการสร้างเทอร์มอมิเตอร์" นักเรียนตอบข้อ ง. ถูกทุกข้อ" จึงต้องมาเพิ่มกรอมนในบทเรียนสอนเน้นในเรื่องนี้ เป็นต้น

จากการทดลองกลุ่มเล็กนี้ ทำให้ได้ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งว่า คณะกรรมการทำข้อสอบก่อนเรียนบทเรียนยังจัดว่าได้สูงเกินไป ผู้ที่เรียนบทเรียนไม่ควรจะได้คะแนนสูงเกินกว่าร้อยละ 50 (ทั้งนี้รวมทั้งคำตอบที่นักเรียนอาจทำได้ก็เพราะเกาควย) เพราะถ้านักเรียนได้คะแนนสูง แสดงว่านักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ มากอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องให้เรียนบทเรียน ดังนั้นในการทดลองภาคสนาม จึงต้องมีการประชากรในการทดลอง 100 คน จึงควรจัดนักเรียนที่จะทำข้อทดสอบก่อนเรียนบทเรียนให้มากกว่า 100 คน เพื่อจะได้มีโอกาสคัดเลือกนักเรียนที่ได้คะแนนการทดสอบก่อนเรียนบทเรียนต่ำมาก ๆ หลังจากแก้ไขบทเรียนและข้อทดสอบแล้ว ก็เตรียมทดลองใช้บทเรียนแบบภาคสนามต่อไป บทเรียนที่แก้ไขแล้วครั้งหนึ่งทั้งหมด 190 กรอบ ข้อทดสอบ 30 ข้อ การทดลองภาคสนาม

การทดลองครั้งนี้นอกจากต้องทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น ในสภาพการเรียนการสอนตามปกติ ดังนั้น จึงไม่คำนึงถึงอายุ เพศ ผลการสอบ หรือความตั้งใจเรียน การทดลองครั้งนี้ก็เช่นเดียวกับการทดลองแบบกลุ่มเล็ก คือได้เน้นการอธิบายถึงจุดมุ่งหมายในการสร้างบทเรียน สถานะของนักเรียนซึ่งจะเป็นผู้ช่วยแก้ไขบทเรียน พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำบทเรียนทั้งอธิบายวิธีทำให้นักเรียนด้วย

จากการทดลองสองครั้งที่ผ่านมา ทำให้เห็นความไม่สะดวกในการที่นักเรียนต้องคอยเลื่อนกระดาษปิกคำตอบลงมาอยู่เสมอ ในการทดลองภาคสนามนี้ จึงทำของกระดาษใส่บทเรียน โดยมีคั่นปิกคำตอบไว้ เมื่อนักเรียนทำเสร็จก็เลื่อนกระดาษบทเรียนขึ้นมา เมื่อจบแผน ก็ยื่นออกไปใส่ไว้ข้างหลัง ทำเช่นนั้นจนจบบทเรียนนักเรียนก็ไม่ต้องคอยหิ้วเลื่อนแถบกระดาษที่ปิกคำตอบ กับทั้งแผนกระดาษนั้นปลิวง่ายอีกด้วย

ลักษณะของโสมบเรียน เป็นดังนี้



นี้เรียนที่นำมาให้ทำชอตทดสอบก่อนเรียนบทเรียน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า โรงเรียนสายน้ำทิพย์ จำนวนห้าห้องเรียน เป็นจำนวนนักเรียน 178 คน ไปทำชอตทดสอบก่อนเรียนบทเรียนในวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2516 เวลา 9.30 น. นักเรียนใช้เวลาในการทำโดยเฉลี่ย ประมาณ 35 นาที นักเรียนที่ทำเร็วที่สุดใช้เวลา 30 นาที นักเรียนที่ทำเสร็จช้าที่สุดใช้เวลา 40 นาที

เมื่อได้คะแนนจากการทำชอตทดสอบก่อนเรียนบทเรียนมาแล้ว ได้นำมาจัดอันดับหนึ่ง ถึงร้อย โดยเรียงจากคะแนนต่ำสุด ได้คะแนนตั้งแต่ 6-15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน เนื่องจากคะแนนช่วง 6-15 คะแนนนี้ มีทั้งหมด 114 คน จึงคัดเลือกมาให้บทเรียนทั้งหมด ในการคัดเลือกนักเรียนเพื่อทดลองเรียนบทเรียนบทเรียนนี้ จะต้องไม่ซ้ำกันเลยทั้งสามครั้ง

หลังจากนั้น จึงนำบทเรียนให้นักเรียนทั้ง 114 คนเรียน ในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 โดยแบ่งเวลาเรียนเป็นสองช่วง เพื่อให้นักเรียนได้พักไปในตัว เริ่มลงมือเรียนช่วงแรกเมื่อเวลา 9.00 น. ถึง 10.00 น.

ช่วงที่สองของการเรียนเริ่มเมื่อเวลา 13.00 น. ในวันเดียวกัน ปรากฏว่าใช้เวลาในการทำบทเรียนทั้งหมดโดยเฉลี่ยประมาณ 120 นาที (สองชั่วโมง) นักเรียนคนที่ทำเสร็จเร็วที่สุดใช้เวลาประมาณ 85 นาที นักเรียนที่ทำเสร็จช้าที่สุดใช้เวลาประมาณ 140 นาที

หลังจากนี้ทั้งระยะเวลาสามวัน ในวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516
 ได้กลับไปให้นักเรียนชุดเดิมทำข้อทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียน การที่ต้องเว้นระยะ
 เวลา ก็เพื่อให้นักเรียนลืมค่าคงในการตอบข้อทดสอบก่อนเรียนบทเรียน และเพื่อจะดูว่า
 นักเรียนจะจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้มากน้อยเพียงไร ในการทำข้อทดสอบหลังเรียนบทเรียน
 นักเรียนใช้เวลาทำโดยเฉลี่ยประมาณ 15 นาที โดยเริ่มลงมือทำเมื่อเวลา 9.30 น.
 นักเรียนที่ทำเสร็จเร็วที่สุดใช้เวลาประมาณ 10 นาที และช้าที่สุดประมาณ 20 นาที
 อย่างไรก็ตามในการนำบทเรียนนี้ไปใช้จริง จะไม่มีการกำหนดเวลา เพราะจะเป็นการ
 บังคับนักเรียนมากเกินไป แต่จะให้เขาได้เรียนไปตามความสามารถของแต่ละคน
 ผลการทดลองใช้บทเรียนดังแนบไว้ในตารางที่สามนี้ ใช้ประชากร 100 คน
 โดยคัดออก 14 คน เพราะความไม่สมบูรณ์บางประการ เช่นในวันทำข้อทดสอบภายหลัง
 เรียนบทเรียน ไม่มาโรงเรียน หรือทำบทเรียนข้ามหน้า ไม่ตรวจบทเรียนในขณะที่ทำ
 เพราะไม่มีเครื่องหมายปรากฏ การเรียงลำดับที่ของนักเรียนในตารางที่สามนี้ เรียง
 ตามลำดับคะแนนการทำข้อทดสอบก่อนเรียนบทเรียน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนการทำข้อทดสอบก่อนและหลัง เรียนบทเรียน

ลำดับที่	คะแนนการทำข้อทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนการทำข้อทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า
1	15	27	12
2	15	29	14
3	15	27	12
4	15	27	12
5	15	27	12
6	15	28	13
7	15	27	12
8	15	30	15
9	15	29	14
10	15	29	14
11	15	29	14
12	15	30	15
13	15	29	14
14	14	28	14
15	14	28	14
16	14	27	13
17	14	27	13
18	14	28	14
19	14	30	16
20	14	28	14
21	14	27	13
22	14	29	15
23	14	27	13
24	14	30	16
25	14	28	14
26	14	25	11
27	14	25	11
28	14	28	14

ลำดับ	คะแนนการทำข้อทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนการทำข้อทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า
29	14	30	16
30	13	26	13
31	13	28	15
32	13	25	12
33	13	29	16
34	13	25	12
35	13	24	11
36	13	25	12
37	13	27	14
38	13	29	16
39	13	27	14
40	13	27	14
41	12	23	11
42	12	30	16
43	12	26	14
44	12	28	16
45	12	30	18
46	12	24	12
47	12	26	14
48	12	29	17
49	12	26	14
50	12	26	14
51	12	26	14
52	12	25	13
53	12	29	17
54	12	26	14
55	12	26	14
56	12	28	16
57	11	27	17
58	11	27	16

ลำดับที่	คะแนนการทำข้อทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนการทำข้อทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า
59	11	24	13
60	11	27	16
61	11	30	19
62	11	25	14
63	11	23	12
64	11	27	16
65	11	25	14
66	11	24	13
67	11	24	13
68	11	28	17
69	11	25	14
70	11	30	19
71	11	30	19
72	11	27	16
73	11	27	16
74	11	30	19
75	11	25	14
76	10	25	15
77	10	25	15
78	10	25	15
79	10	23	13
80	10	24	14
81	10	26	16
82	9	27	18
83	9	24	15
84	9	26	17
85	9	25	16
86	9	25	16
87	8	26	18
88	8	27	19

ลำดับที่	คะแนนการทำข้อทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน	คะแนนการทำข้อทดสอบ หลังเรียนบทเรียน	คะแนนความก้าวหน้า
89	8	26	18
90	8	25	17
91	8	28	20
92	8	25	17
93	8	28	20
94	7	25	18
95	7	23	16
96	7	25	18
97	7	23	16
98	7	24	17
99	6	22	16
100	6	22	16
รวม	1171	2663	1492
คะแนนเฉลี่ย	11.71	26.63	14.92
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย	39.03	88.77	49.73

หลังจากได้อ่านคำสั่งกล่าว ในตารางที่สามแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์
บทเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ และข้อบกพร่องของบทเรียน ในตารางที่สี่ คือได้
วิเคราะห์บทเรียนแต่ละกรอบว่ามีนักเรียนทำถูกต้องครบถ้วนเท่าไร และนักเรียนทำ
บทเรียนได้ถูกต้องทั้งหมดโดยเฉลี่ยเท่าไร

การประเมินค่าประสิทธิภาพของบทเรียน

ปรากฏว่าบทเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เล็กน้อย กล่าวคือ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

90 ตัวแรก หมายถึงการที่นักเรียนทำกรอบในบทเรียนได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย

90 ตัวหลัง หมายถึงการที่นักเรียนทำข้อทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย

จากผลการทดลองปรากฏว่า มาตรฐาน 90 ตัวแรก นักเรียนทำได้ถึง 96.63 แต่มาตรฐาน 90 ตัวหลัง นักเรียนทำได้เพียง 88.77 ต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 1.23 อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น

1. หลังจากเรียนบทเรียนแล้ว เว้นระยะเวลาสามวัน จึงได้ไปทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่ง ทำให้นักเรียนทำคะแนนข้อทดสอบไม่ได้ดีเท่าที่ควร

2. อาจเป็นได้ว่า การนำบทเรียนไปทดลองใช้คราวนี้ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า จากการสังเกต ยังคงดีกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก ในเรื่องการอ่าน การมีสมาธิ หรือความตั้งใจเรียน ดังนั้น บทเรียนนี้ ถ้านำไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก อาจจะทำให้ได้ถึงมาตรฐาน 90/90 ก็ได้

3. ถึงแม้การทดลองใช้บทเรียนครั้งนี้ จะไม่ถึงมาตรฐานที่ตั้งไว้ แต่ก็ใกล้เคียงคือ 96.63/88.77 อีกประการหนึ่ง คะแนนวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 100 คนนี้ คือ 66.38 ซึ่งเป็นการเรียนจากครูโดยตรง ดังนั้นเมื่อบทเรียนสอนได้ถึง 88.77 ก็จัดว่าดีอย่างมาก

หลังจากที่นักเรียนบทเรียนจบแล้ว นักเรียนยังได้เขียนความเห็นของคนเกี่ยวกับบทเรียนที่ตนทำ ความคิดเห็นเหล่านั้นประมวลเป็นพวก ๆ ใจดังนี้

ง่าย และ ชอบ	74 คน
ไม่ยากนัก หรือ ไม่ยากไม่ง่าย แต่ชอบ	17 คน

ง่าย ชอบ แต่ยากเกินไป	2	คน
ง่ายแต่ไม่ชอบ	6	คน
ยาก และไม่ชอบ	1	คน

ในจำนวนนี้ มีนักเรียนหนึ่งคน ที่เข้าใจผิด เรียกบทเรียนนี้ว่า ข้อสอบ
 จากผลการทดลองที่ผ่านมา จึงอาจสรุปได้ว่า บทเรียนนี้ใช้สอนได้ผลพอสมควร
 นักเรียนชอบเรียนโดยวิธีนี้