บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้เชิงความคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งหมด 32 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนที่เรียนในชั่วโมงเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 เครื่องมือวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงแม่เหล็ก ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงแม่เหล็ก เป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ กำหนดการให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

3.2.3 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง เป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด

(Guilford, 1968) โดยมีรายการที่ประเมิน คือ สร้างสรรค์จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ได้ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องแคล่วในการคิด ด้านคิดยืดหยุ่น และด้านความคิดละเอียดลออ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงแม่เหล็ก

3.3.3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาที่ช่วยในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยศึกษาหลักการและการบูรณาการของทั้งหมด 4 สหวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ รวมถึงศึกษากิจกรรมในการเรียนการสอนที่ช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

3.3.3.2 ศึกษาตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ รวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับ เทคโนโลยีในสาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี ศึกษาวิศวกรรม เกี่ยวกับการออกแบบ วางแผน การแก้ปัญหา และศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

3.3.3.3 วิเคราะห์เนื้อหาเรื่องของแรงแม่เหล็ก และวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.3.3.4 สร้างแผนการเรียนรู้จัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา เนื้อหาหลักคือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สนุกกับแรงและพลังงาน เรื่อง แรงแม่เหล็ก มาตรฐาน ว 4.1จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง ใช้เวลาการวิจัย 5 สัปดาห์ จากตารางที่ 3.1 กิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงแม่เหล็ก จะแสดงถึงรายละเอียดในการเรียนการสอนแต่ละครั้ง รวมทั้งกล่าวถึงสาระสำคัญของการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมในแต่ละครั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล

ตารางที่ 3.1

กิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงแม่เหล็ก

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
1	ระบุปัญหา	ตั้งปัญหาโดยใช้คำถามดังนี้ แม่ เหล็ก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง	ขั้นนำและขั้นระบุปัญหา 1) ครูเปิดประเด็นโดยเข้าไปสู่เรื่อง “แรงแม่เหล็ก” สนทนากับ นักเรียนโดยใช้คำถามว่า “นักเรียนรู้จักแม่เหล็กหรือไม่” ครูอธิบายประโยชน์ของแม่เหล็กที่นำมาทำของเล่นของใช้ 2) ครูตั้งคำถามและให้นักเรียนเลือกทำสิ่งประดิษฐ์จากแม่เหล็ก 3) ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างของเล่นที่ทำจากแม่เหล็กที่เคยพบเห็น 4) จากนั้นครูตั้งโจทย์ให้กับนักเรียนดังนี้ ถ้านักเรียนจะประดิษฐ์เกมตกปลาขึ้นมา 1 ชิ้น นักเรียนจะเลือกวัสดุชนิดใดต่อไปนี้มา ทำอะไรได้บ้าง กำหนดวัสดุมาให้นักเรียน 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษแข็ง ฟิวเจอร์บอร์ด กระดาษลัง และแม่เหล็กกลมแบน พร้อมกับระบุราคา 5) ครูสนทนากับนักเรียนว่ายังไม่ต้องตอบคำถามครูตอนนี้ ให้คิดไว้ในใจก่อน เพราะนักเรียนต้องศึกษาความสำคัญก่อน หาเหตุผลก่อนว่าทำอย่างไรถึงคุ้มค่า และทดสอบก่อนเรียนจำนวน 30 ข้อ	- ตอบคำถาม สังเกตพฤติกรรม

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
2	รูปร่างของแม่เหล็ก	แม่เหล็กมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปแท่ง สี่เหลี่ยม รูปแท่งกลม รูปตัวยู รูปเกือกม้า เป็นต้น	1) ครูนำของเล่นที่มีส่วนของแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบมาให้นักเรียนดู จากนั้นให้ นักเรียนสังเกตว่าแม่เหล็กที่อยู่ข้างในนั้นมีรูปร่างเป็นอย่างไรครูอธิบายเกี่ยวกับดังนี้ รูปร่างของแม่เหล็กแบบต่าง ๆ ได้แก่ แม่เหล็กรูปตัวยู แม่เหล็กรูปเกือกม้า แม่เหล็กรูปวงแหวน แม่เหล็กรูปวงแหวน แม่เหล็กรูปสี่เหลี่ยม แม่เหล็กรูปวงกลมแบน แม่เหล็กรูปวงทรงกลม และแม่เหล็กรูปกระดุม 2) ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ครูกำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาว่าแม่เหล็กมีรูปแบบใดบ้าง และ แต่ละรูปแบบสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้อย่างไร จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในใบงานที่ 1 เรื่อง รูปร่างของแม่เหล็ก 3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอใบงาน และสรุปใบงาน 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนั้นแสดงความคิดเห็นและสรุป บทเรียนขยายความรู้ร่วมกันเพื่อให้เข้าใจ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	- ใบงานที่ 1 เรื่อง รูปร่างของแม่เหล็ก - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
3	แรงของแม่เหล็ก	แม่เหล็กสามารถดึงดูดวัตถุที่ทำด้วยสารแม่เหล็กโดยสารแม่เหล็กคือ วัสดุที่เป็นโลหะ เช่น เหล็ก เหล็กกล้า นิกเกิล และไม่เป็นแม่เหล็ก ได้แก่ โคบอลต์ ยาง ไม้ ผ้า พลาสติก แก้ว กระดาษ เป็นต้น โลหะบางชนิด เงินอะลูมิเนียม ทองแดง	1) ครูนำภาพ มาให้นักเรียนสังเกตดูพร้อมตั้งต่อไปนี้คำถาม ดังนี้ จากภาพที่ 1 (แม่เหล็กดูดโลหะ) เพราะเหตุใดสิ่งของจึงติดอยู่ได้ จากภาพที่ 2 (แม่เหล็กวงแหวนลอยห่างกัน) เพราะเหตุใดวงแหวนอันบนจึงลอยอยู่ได้ 2) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้นักเรียนทดลอง เรื่อง แรงของแม่เหล็ก จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด บันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงของแม่เหล็ก 3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองและสรุปผลการ 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนั้นแสดงความคิดเห็นและสรุปบทเรียนขยายความรู้ร่วมกัน 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	- ใบกิจกรรม เรื่อง แรงของแม่เหล็ก - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน
4	แรงระหว่างแม่เหล็ก	แม่เหล็กมีทั้งแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างแท่งแม่เหล็ก แท่งแม่เหล็กนั้นจะมีสนามแม่เหล็กและสามารถดึงดูดวัตถุที่ทำด้วยสารแม่เหล็ก	1) ครูนำแท่งแม่เหล็กมาให้นักเรียนดู แล้วอธิบายเกี่ยวกับขั้วของแม่เหล็ก (ขั้วเหนือและขั้วใต้) ครูอธิบายเกี่ยวกับแม่เหล็ก แรงดึงดูดและผลัก 2) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้ทำการทดลองเกี่ยวกับแรงระหว่างแม่เหล็ก บันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงระหว่างแม่เหล็ก	- ใบกิจกรรม เรื่อง แรงระหว่างแม่เหล็ก - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
			3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองและสรุปผล 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนและสรุปบทเรียนขยายความรู้ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	
5	แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว	แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว สารแม่เหล็กสามารถนำมาทำเป็นแม่เหล็กชั่วคราวได้	1) ครูนำให้นักเรียนดูภาพคือ ภาพแม่เหล็กดึงดูดตะปูและคลิปหนีบกระดาษครูใช้คำถามกระตุ้นและอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว 2) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเดิม ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่องแม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว โดยใช้แท่งแม่เหล็ก และสารแม่เหล็กจากนั้นนักเรียนระดมความคิดในแบบบันทึกผลการทดลอง เรื่อง แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว 3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ใบกิจกรรม เรื่อง แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนและสรุปบทเรียนขยายความรู้ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	- ใบกิจกรรม เรื่อง แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
6	การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแท่งแม่เหล็ก	แม่เหล็กเมื่อนำมาแขวนไว้แล้วปล่อยให้หยุดหมุน แม่เหล็กขั้วเหนือนั้นจะหันไปทางทิศเหนือเสมอ สามารถนำประโยชน์นี้ไปใช้ในการทำเข็มทิศได้	1) ครูทบทวนความรู้เดิม โดยให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ หากเราแขวนแม่เหล็กด้วยเชือกไว้กลางอากาศ แม่เหล็กจะหันไปทางทิศใด 2) ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ให้นักเรียนนำแท่งแม่เหล็กแขวนกับเส้นเชือก โดยผูกไว้ที่กึ่งกลางแท่งแม่เหล็ก จากนั้นให้ระดมความคิดร่วมกันตอบคำถามสรุปความรู้ลงในแบบบันทึก ผลการทดลอง เรื่อง การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก 3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั้นได้ออกมานำเสนอและสรุปผลการทดลอง 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนและสรุปบทเรียนขยายความรู้ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	- ใบกิจกรรม เรื่อง การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน
7	ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี	แท่งแม่เหล็กจะดึงดูดได้ดีที่สุดบริเวณปลายขั้วเหนือและขั้วใต้	1) ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยครูถามคำถามและเล่นเกม เพื่อช่วยกระตุ้นความคิดนักเรียน เรื่อง เกี่ยวกับส่วนใดของแม่เหล็กที่ดึงดูดเหล็กได้ดี 2) ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นเดิม ครูให้นักเรียนทดลอง โดยอ่านวิธีการทำกิจกรรมว่าส่วนใดของแม่เหล็กที่ดึงดูดเหล็กได้ดีให้เข้าใจดังนี้ วิธีทำ ให้นักเรียนวางแม่เหล็กลงบนตะปู	- ใบกิจกรรม เรื่อง ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี - แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
			ตัวเล็ก ๆ ที่วางกระจัดกระจายบนกระดาษ จากนั้นยกแม่เหล็กขึ้นมาช้า ๆ สังเกตว่าส่วนใดของแม่เหล็กที่ตะปูติดได้ดี จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและสรุปความรู้ลงในแบบบันทึกผลการทดลองเรื่อง ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี 3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั้นได้ออกมานำเสนอและสรุปผลการทดลอง 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและสรุปบทเรียน 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	
8	วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด	วิธีทำให้แม่เหล็กสามารถดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด เช่น อย่าให้มีสิ่งที่ไม่ใช่เหล็กอยู่ระหว่างกลางแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก	1) ครูกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามดังนี้นักเรียนคิดว่าเมื่อวางสิ่งที่ไม่ใช่เหล็กตรงกลางระหว่างแม่เหล็กกับเหล็กแล้ว แม่เหล็กจะมีแรงดึงดูดเหล็กได้หรือไม่ 2) ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูอธิบายขั้นตอน ให้นักเรียนทำการทดลอง 4 การทดลองได้แก่ ติดแม่เหล็กกับลวดเสียบกระดาษ ติดแม่เหล็กกับลวดเสียบกระดาษที่มีแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดคั่นอยู่ ติดแม่เหล็กกับลวดเสียบกระดาษที่มีกระดาษแข็งคั่นติดแม่เหล็กกับลวดที่มีกระดาษ	- ใบกิจกรรมเรื่องวิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
			ลังคั่น นำลวดเสียบกระดาษร้อยต่อกันยกขึ้นช้า ๆ และนับจำนวนลวดเสียบกระดาษ จากนั้นนักเรียนบันทึกลงในแบบบันทึกผลการทดลอง 3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองและสรุปผล 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนและสรุปบทเรียนขยายความรู้ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	
9	การนำแม่เหล็กมาใช้	ประโยชน์ของแม่เหล็กในการทำของเล่น ของใช้และนำไปแยกสารแม่เหล็กออกจากวัตถุอื่นได้	1) ครูนำภาพมาให้นักเรียนสังเกต แล้วถามนักเรียนว่า เศษเหล็กต่างๆ สามารถติดอยู่กับแท่งแม่เหล็กได้อย่างไร 2) ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน 3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองและสรุปผล 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนและสรุปบทเรียนขยายความรู้ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	- ใบงาน เรื่อง การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
10	การออกแบบของเล่นจากแม่เหล็ก	ออกแบบเกมตกปลา คำนวณราคาค่าใช้จ่าย	1) ครูนำนักเรียนเข้าสู่ขั้นตอนของการวางแผนออกแบบชิ้นงาน เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่อง แรงแม่เหล็กแล้วครูให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งไว้ คือ ถ้านักเรียนจะต้องประดิษฐ์เกมตกปลาขึ้นมา 1 ชิ้น นักเรียนจะเลือกวัสดุชนิดใดต่อไปนี้ สามารถเลือกโดยนำวัสดุทั้ง 4 ชนิดพร้อมกับระบุราคามาประดิษฐ์รวมกันได้เพื่อให้เราได้ของเล่นที่ไม่สิ้นเปลือง เลือกวัสดุชนิดดังกล่าวคืออะไร 2) ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มเดิม ครูให้นักเรียนออกแบบของเล่น “เกมตกปลา” โดยให้นักเรียนออกแบบลงในกระดาษ และช่วยกันคำนวณว่าต้องใช้อุปกรณ์และวัสดุใดบ้างลงในตารางบันทึกรายจ่าย และคำนวณราคาคราว ๆ โดยให้นักเรียนคิดถึงความคุ้มค่า และประหยัดมากที่สุด โดยมีการกำหนดราคา อุปกรณ์ดังนี้ - ฟิวเจอร์บอร์ด แผ่นละ 5 บาท - กระดาษแข็ง แผ่นละ 2 บาท - กระดาษลัง แผ่นละ 3 บาท - แม่เหล็กก้อนละ 2 บาท และครูจะเตรียมอุปกรณ์อื่นไว้ให้ เช่น กาว กรรไกร ไม้ และเชือก เมื่อนักเรียนทำเสร็จจะการคำนวณราคา	-ใบงาน เรื่อง การออกแบบของเล่นจากแม่เหล็ก - แบบสังเกตพฤติกรรม

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
			3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าห้อง ว่ากลุ่มตนเองจะต้องใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการทำเกมตกปลา พร้อมระบุค่าใช้จ่าย 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนและสรุปบทเรียนขยายความรู้ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	
11	การประดิษฐ์เกมตกปลา	ประดิษฐ์เกมตกปลา จากวัสดุที่ได้ออกแบบไว้	1) ครูให้นักเรียนเตรียมพร้อมประดิษฐ์ของเล่น เกมตกปลา 2) ครูอธิบายเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่มีคำถามเกี่ยวกับการประดิษฐ์ของเล่นเกมตกปลาจากแม่เหล็ก 3) ครูให้นักเรียนตามกลุ่มที่แบ่งไว้ข้างต้นออกมาซื้ออุปกรณ์ ที่ร้านค้า ป.2/2 หน้าห้องตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมคำนวณราคา และนำเสนออุปกรณ์และราคาของชิ้นงานจากนั้นเตรียมตัวและลงมือประดิษฐ์เกมตกปลา 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนและสรุปบทเรียนขยายความรู้ 5) ครูประเมินพฤติกรรมรายบุคคลและผลงานนักเรียน	- ชิ้นงาน - แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน/การทำงาน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	กระบวนการจัดการเรียนรู้	เครื่องมือวัดผล
12	นำเสนอผลงานและแนวทางการปรับปรุง	นักเรียนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1) นักเรียนนำเสนอผลงานประดิษฐ์ของเล่นของใช้จากแม่เหล็ก 2) ให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นว่านอกจากการประดิษฐ์ของเล่นของใช้จากแม่เหล็กแล้วสามารถนำไปใช้หรือพัฒนาต่อยอดได้หรือไม่ 3) ครูทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์	- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ Ph.D. Sciecne and Technology Education (International Program) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านความถูกต้องด้านเนื้อหา

2) คุณครูสุพัตรา ไชยจันหอม (กศ.ม.) สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านความถูกต้องด้านเนื้อหา

3) อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ ทับซ้าย Ph.D. Sciecne Education ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านความถูกต้องด้านเนื้อหา

4) อาจารย์สุกัญญา นนทมาตย์ (ค.ม.) สาขาหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ (กศ.ด.) สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

เพื่อประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล โดยผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดประเมินผล การประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละรายข้อนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดค่าเฉลี่ยเป็น

5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 103) โดยยึดเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 65) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
4.51-5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยให้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยที่ 3.51 จึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ แผนที่มีความเห็นว่ามีคุณภาพที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยที่คำนวณได้ คือ 4.16 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพเหมาะสมมาก (ภาคผนวก จ)

3.3.1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยได้มีการปรับปรุงเกี่ยวกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมในรูปแบบของสะเต็มศึกษา และมีการปรับปรุงภาษาที่ใช้ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ก)

3.3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงแม่เหล็ก ของนักเรียนชั้นปะถมศึกษาปีที่ 2 มีการดำเนินการสร้าง ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับตัวชี้วัดเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.3.2.2 ศึกษาตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/2 เรื่อง แรงแม่เหล็ก เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ให้สอดคล้องกับเนื้อหา ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 3 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ (ต้องการใช้จริง 30 ข้อ)

ตารางที่ 3.2

วิเคราะห์การออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงแม่เหล็ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้างขึ้น	นำไปใช้จริง
รูปร่างของแม่เหล็ก	1.ระบุชื่อแม่เหล็กตามรูปร่างของแม่เหล็กได้	2	2
แรงของแม่เหล็ก	2.อธิบายการทำงานของแรงแม่เหล็กได้ 3.ระบุวัตถุที่แม่เหล็กสามารถดึงดูดได้	9	6
แรงระหว่างแม่เหล็ก	4.อธิบายแรงระหว่างแม่เหล็กได้	10	5
แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว	5.อธิบายเกี่ยวกับแม่เหล็กถาวรได้ 6.อธิบายเกี่ยวกับแม่เหล็กชั่วคราวได้	3	3
การวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก	7.อธิบายเกี่ยวกับการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็กได้	2	2
ส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดี	8.อธิบายส่วนของแม่เหล็กที่ดึงดูดวัตถุได้ดีได้	2	1
วิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุด	9.อธิบายวิธีที่ทำให้แม่เหล็กดึงดูดเหล็กได้มากที่สุดได้	2	2
การนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์	10.อธิบายการนำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	15	9
	รวม	45	30

3.3.2.4 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จัดทำขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมที่ตรวจสอบแผนการจัดเรียนรู้ ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก รวมถึงภาษาที่ใช้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้ต้องมีค่าระหว่าง 0.50 - 1.00 (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 269) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่คำนวณได้จริง คือ 0.06 - 1.00 (ภาคผนวก จ)

2) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยได้มีการแก้ไขเรื่อง ภาษที่ใช้ ตัวเลือกที่ได้ไม่ชัดเจน และลักษณะคำถามที่ไม่ชัดเจน จากนั้นจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นฉบับทดลอง

3) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับทดลองไปทดลองกับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มาค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20 - 1.00 (สุรวาท ทองบุ, 2550, น. 99) แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้ 30 ข้อ พบว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้มีค่าความยากตั้งแต่ 0.47 - 0.83 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.65

4) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ โดยหาค่าคามเชื่อมั่น ซึ่งจะต้องมีค่าระหว่าง 0.70 - 1.00 (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 297) พบว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 (ภาคผนวก จ)

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงแม่เหล็ก ที่มีประสิทธิภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม

3.3.3 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ (Guilford, 1968) ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

2. สร้างแบบทดสอบประเมินความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยอาศัยรูปแบบของกิลฟอร์ด โดยแบ่งตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้ปริมาณมาก

2.2 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดธรรมดา เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มอาจเกิดจาการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น ความคิดริเริ่มเป็น

ลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน จึงจำเป็นต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน

2.3 มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือมีความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายทิศทางหลายแง่หลายมุม เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปหลายสิ่ง

2.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าในการคิดรายละเอียด ที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ชัดเจน

จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดคล่องแคล่ว และด้านความคิดละเอียดลออ รวมทั้งหมด 12 ข้อ แต่นำไปใช้จริง 8 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3

วิเคราะห์แบบประเมินความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	จำนวนเป็นประเมินที่สร้างขึ้น	จำนวนเป็นประเมินที่ใช้จริง
ด้านความคิดริเริ่ม	4	2
ด้านความคิดยืดหยุ่น	2	2
ด้านความคิดคล่องแคล่ว	2	2
ด้านความคิดละเอียดลออ	4	2
รวม	12	8

3.3.3.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จัดทำขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการ แนวคิด และทฤษฎี

3.3.3.4 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดสร้างสรรค์พิจารณา จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1) คุณครูนพคุณ แงวกุดเรือ (ศษ.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์

2) คุณครูสุชาดา คันธบุปผา (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์

3) คุณครูไพรินทร์ งามแสง (ค.ม.) สาขาหลักสูตรและการเรียนการสอน

เพื่อพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยประเมินรายข้อนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ โดยยึดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
4.51-5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยให้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 จึงถือว่าเป็นแบบประเมินความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ที่มีความเห็นว่ามีคุณภาพที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ พบว่าค่าความเหมาะสมเฉลี่ยที่คำนวณได้ คือ 3.94 (ภาคผนวก จ)

3.3.3.5 ปรับปรุงแบบประเมินความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3.6 นำแบบประเมินวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ฉบับจริงไปใช้หลังการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.3.3.7 นำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ หาค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกต 2 คน โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง RAI (ภาคผนวก ฉ)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest - Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2549, น. 14) ซึ่งมีรูปแบบวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 3.4

แบบแผนการทดสอบ

T1	X	T2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย มีดังนี้

T1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

T2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

3.4.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

3.4.2.1 เลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มาจำนวน 1 จาก 3 ห้อง เข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 32 คน

3.4.3.2 เลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มาจำนวน 1 ห้อง จาก 3 ห้อง เข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 32 คน

3.4.3.3 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แล้วนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน

3.4.3.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยรวมเป็นเวลาทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 14 ชั่วโมง พร้อมกับประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

3.4.3.5 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.4.3.6 นำผลคะแนนจากการตรวจทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐาน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การประเมินประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้แก่ ความเหมาะสมของเนื้อหา คำนวณหาประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 สามารถหาโดยใช้ สูตร E1/E2

3.5.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบแบบสะเต็มศึกษา ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

3.5.3 การวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มโดยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มโดย Rxy เพียร์สัน Sample Correlation

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmeti cmean) โดยใช้สูตร (Ferguson, 1981, p. 49) ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \qquad \textit{(3-1)}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum_{i=1}^{n} X_i$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)โดยใช้สูตร (Ferguson, 1981, p. 68) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \quad (3\text{-}2)$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (Elifson and Others, 1990)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{f}{n} \times 100 \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการนั้นทั้งหมด

n แทน ความถี่ทั้งหมด

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.6.2.1 หาประสิทธิภาพของแผนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นxประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง แรงแม่เหล็ก (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2546) มีสูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad (3\text{-}4)$$

$$E_2 = \frac{\sum Y}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (3\text{-}5)$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

E_2 แทน ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน เนื้อหาครบถ้วนแล้ว

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนหลังทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน จำนวนกลุ่มทดลอง

A แทน จำนวนคะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.6.2.2 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะทางพฤติกรรม (IOC) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (3\text{-}6)$$

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.3 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 200)

$$P = \frac{R}{N} \qquad (3\text{-}7)$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.6.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 117)

$$r_t = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\} \qquad (3\text{-}8)$$

$$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2} \qquad (3\text{-}9)$$

เมื่อ r_t แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบ ทดสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด

q แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด

$]S_t^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

N แทน จำนวนผู้เรียน

3.6.2.5 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: B) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้สูตรเบรนเนม (Brennan) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \qquad (3\text{-}9)$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนคนสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

	L	แทน	จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	N_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	N_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

3.6.2.6 การหาค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกต โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง RAI (Rater Agreement Index: RAI) (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2550)

$$RAI = 1 - \frac{\sum^{K}\sum^{N} |R_{1kn} - R_{2kn}|}{KN(I-1)} \qquad (3\text{-}10)$$

เมื่อ	RAI	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน
	R_{1kn}	แทน	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1
	R_{2kn}	แทน	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2
	K	แทน	จำนวนคุณลักษณะที่ประเมินทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนของประชากรทั้งหมด
	I	แทน	จำนวนของคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้

3.6.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมุติฐาน

3.6.3.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐานเพื่อหาความแตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลองโดยใช้ t-test Dependent Sample

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \qquad (3\text{-}11)$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

$\sum R$ แทน ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบ เทียบกัน เป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมยกกำลังของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบ ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียน

3.6.3.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเป็นรายข้อ โดยใช้วิธี Item – total Correlation ใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[n\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}} \qquad \textit{(3-12)}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับ Y

$\sum X$ แทน ผลรวมของค่าตัวแปร X

$\sum Y$ แทน ผลรวมของค่าตัวแปร Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าตัวแปร X และ Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของค่าตัวแปร X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของค่าตัวแปร Y

N แทน จำนวนคู่ของค่าตัวแปรหรือจำนวนสมาชิกในกลุ่ม