นักเรียนที่เรียนอ่อน แต่ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนอ่อนได้ปรับปรุงให้ดีขึ้น

ออสมอนด์ และลาส์ (Osmond and Lars, 1987 : 112-125) ได้ศึกษาเรื่อง ลำดับการเสนอตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ในการเรียนรู้มโนทัศน์ ผลของกลวิธีสอน 2 แบบ สำหรับลำดับการเสนอตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ มโนทัศน์ที่เสนอเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้นำมาเปรียบเทียบกัน จากการศึกษากับนักเรียน เกรด 6 ลำดับการเสนอแบบใช้เหตุผลสนับสนุนการเรียนมโนทัศน์มากกว่าลำดับการเสนอแบบสุ่ม ไม่มีกิริยาร่วมระหว่างกลวิธีสอน และความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ฟรานซิส และ เจมส์ (Francis and James, 1990 : 139-155) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการสอนมโนทัศน์โดยการพูด (oral) และการเขียน (written) กลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรด 11 จำนวน 25 คน สอนมโนทัศน์วิชาสังคมศึกษาด้วยวิธีการพูดและการเขียน วิธีทั้งสองแตกต่างกันในการใช้ลำดับการเสนอตัวอย่างและให้นิยาม ผลการวิจัยพบว่า ใช้ตัวอย่างเพิ่มมากขึ้นในการสอนมโนทัศน์และเสนอแนะว่าลำดับการเสนอตัวอย่างเป็นสิ่งสำคัญสำหรับมโนทัศน์ที่ซับซ้อนกว่า เช่น มโนทัศน์ประเภทสัมพันธลักษณะ (relational concept) และผลรายงานว่าวิธีสอนโดยการพูด และการเขียนให้ผลเท่า ๆ กัน

งานวิจัยในประเทศ

สนองชาติ เศรษฐศิโรตม์ (2524 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบความคิดรวบยอด และความคงทนของความคิดรวบยอดในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีสอนแบบ เสนอสิ่งเร้า-ถาม-ทดลอง-สรุป กับวิธีสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2524 จำนวน 60 คน จากโรงเรียนวัดบางบ่อ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มมีนักเรียน 30 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ความคิดรวบยอดและความคงทนของความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิคม ฉัยยากูล (2524 : 48) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างสังกัปวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้สิ่งเร้าและกิจกรรมทั้งเชิงนิมานและนิเสธ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายโรงเรียนวัดสุทธิวราราม ที่กำลังเรียนชั้นมัธยมปีที่ 1 ปีการศึกษา 2523 จำนวน 200 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 50 คน กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้สิ่งเร้าและกิจกรรมทั้งเชิงนิมานและนิเสธในอัตราส่วน 1:1 2:1 และ 1:2 ตามลำดับ กลุ่มควบคุมเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแบบแผนของ สสวท. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างสังกัปวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องหินและแร่ ผลการวิจัย พบว่า

1) นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่ม มีความสามารถในการสร้างสังกัปวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ หลังการทดลองแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสร้างสังกัปวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

2) นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่ม มีความสามารถในการสร้างสังกัปวิชาวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้สิ่งเร้าและกิจกรรมทั้งเชิงนิมานและนิเสธ มีผลทำให้นักเรียนสามารถสร้างสังกัปวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแบบแผนของ สสวท.

สมชัย กุลจนิรักษ์ (2528 : 60-63) ได้ศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการสอนมโนมติของมาลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคต้นปีการศึกษา 2528 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 32 คน โดยใช้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งครูสอนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบสอบ ส่วนอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งครูสอนโดยใช้วิธีสอนแบบตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกานเย่ (Gagne') โดยแบ่งแต่ละกลุ่มออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนสูง จำนวน 16 คน และกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ 16 คนใช้เวลาในการทดลองสอนห้องละ 4 คาบ เมื่อสอนจบแล้วให้นักเรียนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เรื่องมโนทัศน์ของมาลซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการศึกษาพบว่า

1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมาลนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบสูงกว่าการสอนแบบตามลำดับขั้นเรียนรู้ของกานเย่ (Gagne') อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวลระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบสูงกว่านักเรียนกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวลระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนตามลำดับขั้นเรียนรู้ของกานเย่ (Gagne') ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวลระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบสูงกว่านักเรียนกลุ่มสูงที่ได้รับการสอนตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของกานเย่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนทัศน์ของมวล ระหว่างนักเรียนกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบ และนักเรียนกลุ่มต่ำที่ได้รับการสอนตามลำดับขั้นเรียนรู้ของกานเย่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุชาติ สมสุข (2531 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดด้านถ้อยคำความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนเทศบาลสุขสำราญ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 40 คน กลุ่มทดลองนั้นเรียนตามวิธีสอนด้วยแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด กลุ่มควบคุมเรียนตามวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์

3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดด้านถ้อยคำ

ผลการวิจัย

1) กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านความจำความเข้าใจ และการนำไปใช้ในตอนหลังสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2) กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ ในตอนหลังสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เชวง วัฒนธีรางกูร (2531 : 100-105) ศึกษาผลของวิธีเสนอให้เรียนและการจัดลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์ที่มีต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 จากโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปัตตานี จำนวนทั้งสิ้น 192 คน มโนทัศน์ที่ใช้ในการเรียนเป็นมโนทัศน์สมการ วิธีเสนอให้เรียนมี 3 วิธี คือ วิธีเสนอให้เรียนโดยตัวอย่างที่ดีที่สุด วิธีเสนอให้เรียนโดยใช้กฎมโนทัศน์และวิธีเสนอให้เรียนโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดรวมกับกฎมโนทัศน์ การจัดลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์มี 2 วิธี คือ การจัดลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์อย่างเป็นระบบและไม่เป็นระบบ แบบแผนการทดลองแบบ 3 x 2 (วิธีเสนอให้เรียน x การจัดลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนมโนทัศน์ 6 ชุด และแบบทดสอบการจำแนก ดำเนินการทดลองโดยให้นักเรียนเรียนบทเรียนมโนทัศน์ แล้วทดสอบด้วยแบบทดสอบการจำแนก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอให้เรียนโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดรวมกับกฎมโนทัศน์ และกลุ่มที่เรียนวิธีเสนอให้เรียนโดยใช้กฎมโนทัศน์ จำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ได้ไม่แตกต่างกันและยังพบว่า ไม่มีกิริยาร่วมระหว่างวิธีเสนอให้เรียนและการจัดลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์

จากงานวิจัยที่กล่าวข้างต้นเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์นั้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง เพราะการเรียนรู้มโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นในหลาย ๆ วิชา กล่าวคือ การเรียนรู้มโนทัศน์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

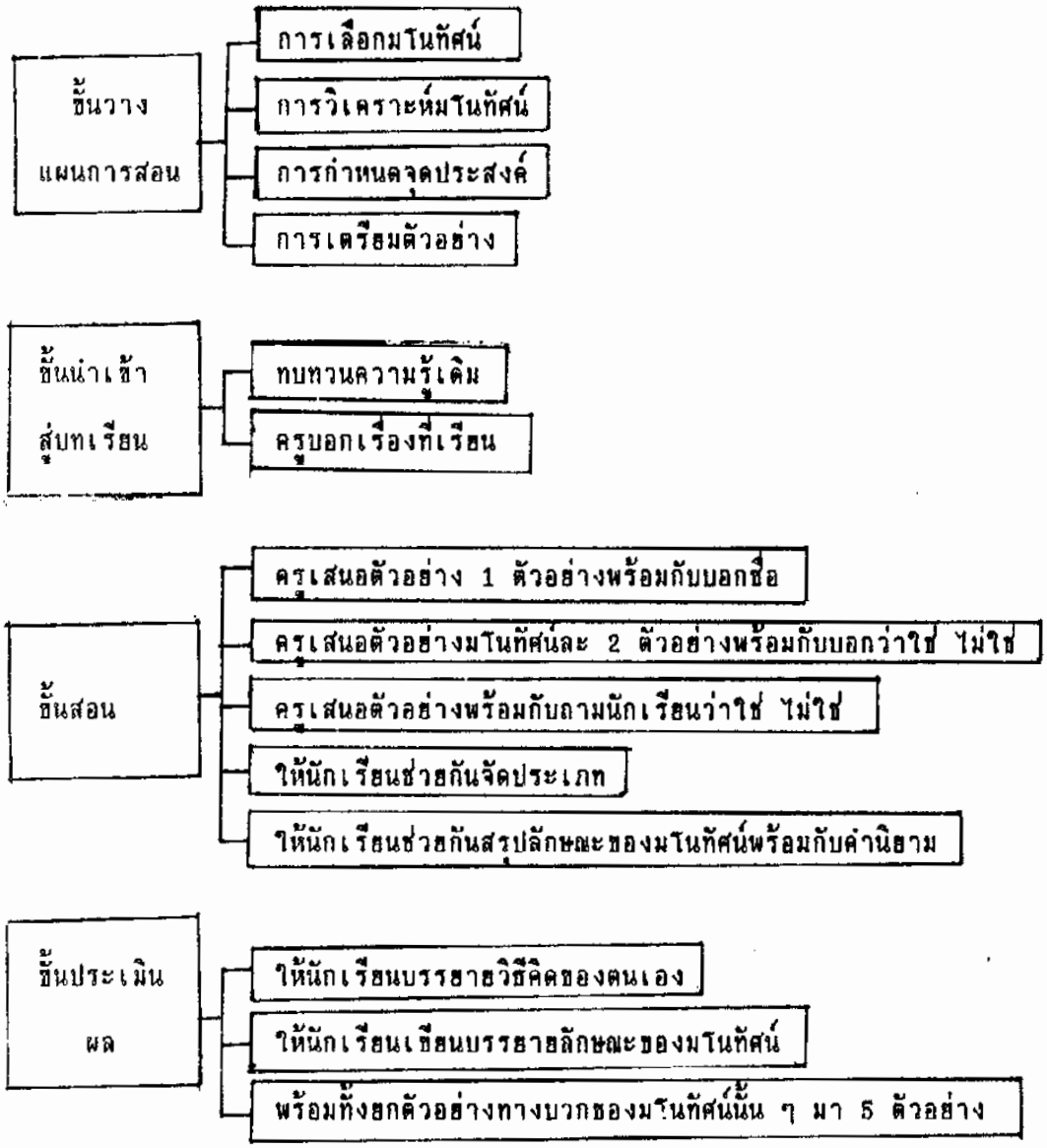
นอกจากประเภทมโนทัศน์ ลำดับการเสนอตัวอย่าง วุฒิภาวะของผู้เรียนแล้ว วิธีสอนก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวแปรเกี่ยวกับวิธีสอนมาเป็นเงื่อนไขในการทดลองขั้นตอนการสอนในแต่ละขั้นที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในครั้งนี้มีทฤษฎีและงานวิจัยสนับสนุน

2. การนำแนวคิดจากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยทั้งหมดมาพัฒนารูปแบบการสอนมโนทัศน์

หัวใจสำคัญของการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นเรื่องใดก็ตามคือการให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆ นั่นเอง การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์จึงเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่สำคัญในการศึกษาทุกระดับ ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในการสอนมโนทัศน์ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน กล่าวคือ ถ้าครูสามารถหาวิธีสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องแล้ว จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วย เพราะกระบวนการเกิดมโนทัศน์เป็นลักษณะหนึ่งของพัฒนาการด้านสติปัญญา

ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดจากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยเพื่อนำมาพัฒนารูปแบบการสอนมโนทัศน์ที่เหมาะสม ในการจัดการเรียนการสอนอันจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิด รู้จักวิเคราะห์แยกแยะหาความเหมือน และความแตกต่าง ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการคิดขั้นสูงต่อไป

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ในแต่ละขั้นตอนดังปรากฏในแผนภูมิที่ 1 ดังนี้ (ดูแผนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์จากภาคผนวก ค.)



แผนภูมิที่ 1 วิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์

ขั้นตอนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์

2.1 ขั้นการวางแผนการสอนมโนทัศน์ ผู้สอนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอน 4 ขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.1 การเลือกมโนทัศน์

การเลือกมโนทัศน์ที่จะสอนโดยสำรวจจากหลักสูตรคู่มือครู

แผนการสอน หรือแบบเรียนที่สอดคล้องกับหลักสูตร จดบันทึกมโนทัศน์ทั้งหมดในหัวข้อเรื่อง หรือวิชานั้น ๆ แล้วพิจารณาว่ามโนทัศน์ใดง่าย ควรสอนโดยวิธีให้คำนิยามหรืออธิบาย มโนทัศน์ใดบ้างที่ยากและสำคัญควรสอนโดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์

2.1.2 การวิเคราะห์มโนทัศน์

การวิเคราะห์มโนทัศน์ เป็นการหาลักษณะหรือค่าของมโนทัศน์ที่จะสอน แล้วนำมาสร้างเป็นสิ่งเร้าทางบวกและสิ่งเร้าทางลบหรือในบางกรณีสามารถหาสิ่งเร้าทางบวก และสิ่งเร้าทางลบได้โดยตรง

2.1.3 การกำหนดจุดประสงค์

การกำหนดจุดประสงค์ เป็นการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ทั่วไปในการเรียนรู้มโนทัศน์ ผู้เรียนควรจะบรรลุตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านี้

2.1.3.1 นักเรียนสามารถบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ถูกต้อง

2.1.3.2 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างใหม่ของมโนทัศน์ได้ถูกต้อง

2.1.3.3 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างของมโนทัศน์และอธิบายลักษณะและค่าที่จำเป็นของมโนทัศน์นั้นได้

2.1.3.4 นักเรียนสามารถระบุกฎมโนทัศน์ได้

2.1.3.5 นักเรียนสามารถจัดประเภทของตัวอย่างมโนทัศน์ได้

2.1.4 การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างของมโนทัศน์ช่วยให้สามารถจำแนกสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ออกจากสิ่งที่ไม่เป็นมโนทัศน์ ตัวอย่างมโนทัศน์มี 2 ประเภท ตัวอย่างทางบวกหมายถึงตัวอย่างที่เป็นสมาชิกอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ ตัวอย่างทางลบหมายถึงตัวอย่างที่ไม่เป็นสมาชิกอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ เมื่อผู้สอนรู้ว่าจะต้องสอนมโนทัศน์อะไรแล้ว ก็ต้องเลือกตัวอย่างทางบวก และตัวอย่างทางลบ ไว้ให้พร้อม โดยยึดหลักว่าจะต้องให้มีตัวอย่างมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์นั้น ๆ ถ้ามโนทัศน์ใดมีความซับซ้อนมาก ผู้สอนต้องพิถีพิถันในการเลือกเฟ้น สิ่งที่จะนำมาเป็นตัวอย่างให้มากขึ้น และเลือกให้มีจำนวนมากพอ ตัวอย่างมโนทัศน์ผู้วิจัย นำเสนอในรูปของบัตรภาพประกอบคำอธิบาย

2.2 ขั้นการสอนมีขั้นตอนย่อยดังนี้คือ

2.2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

2.2.1.1 ทบทวนความรู้เดิมเป็นการเตรียมพร้อมที่จะเรียนเรื่องต่อไป

2.2.1.2 ผู้สอนบอกผู้เรียนว่าจะเรียนเรื่องอะไร เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และรู้ทิศทางของการเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนเขียนชื่อมโนทัศน์ ลงบนกระดานดำ

2.2.2 ขั้นสอน

2.2.2.1 ครูเสนอตัวอย่างทางบวกให้ดู 1 สิ่งเร้า และเฉลยว่า สิ่งเหล่านี้คือ "....." (ระบุชื่อมโนทัศน์ที่จะเรียน)

2.2.2.2 ครูเสนอตัวอย่างด้วยบัตรภาพประกอบคำอธิบายมโนทัศน์และ 2 ตัวอย่าง พร้อมกับบอกนักเรียนด้วยว่าตัวอย่างใด ใช่ หรือไม่ใช่ ตัวอย่างใดเสนอแล้วก็คว่ำไว้

2.2.2.3 ครูเสนอตัวอย่างมโนทัศน์ด้วยบัตรภาพประกอบคำอธิบาย จำนวน 6 ตัวอย่าง พร้อมกับถามนักเรียนว่าใช่ หรือไม่ใช่ พร้อมกับครูเฉลย ถ้าตอบถูกครูจะบอกว่าถูก ถ้าตอบผิดครูจะเฉลยว่าผิดเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนครบทั้ง 6 ตัวอย่าง การเสนอตั้งแต่บัตรที่ 1-6 นับเป็น 1 รอบการเรียน (Trial)เสนอ 2 รอบการเรียน

2.2.2.4 ครูนำตัวอย่างมโนทัศน์จากข้อ 2.2.1-2.2.3 มาให้นักเรียนช่วยกันจัดประเภทของมโนทัศน์ และเปรียบเทียบลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์

2.2.2.5 ให้นักเรียนช่วยกันสรุปมโนทัศน์ที่สอนว่า มีลักษณะอย่างไร ถ้านักเรียนยังอธิบายไม่ถูกต้องก็หยิบบัตรตัวอย่างให้นักเรียนดูอีกครั้งจนกระทั่งนักเรียนอธิบายได้ถูกต้อง

2.2.3 ขั้นทดสอบ

2.2.3.1 ครูให้นักเรียนบรรยายวิธีคิดของตนเองว่ามีวิธีคิดอย่างไร จึงได้คำตอบตามต้องการให้ช่วยกันตอบ ครูเขียนบนกระดานดำ

2.2.3.2 ครูให้นักเรียนเขียนบรรยายลักษณะของมโนทัศน์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างของมโนทัศน์มา 5 ตัวอย่าง

จากการศึกษาวิธีสอนตามปกติ เป็นการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ แผนการสอนที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ จัดทำขึ้นก็เพื่อใช้เป็นเครื่องมือใน

การดำเนินการเรียนการสอนให้เป็นไปตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยจุดประสงค์ สาระสำคัญ เนื้อหา และการประเมินผล โดยเสนอแนะกิจกรรม และสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาไว้ให้ครูเลือกใช้ตามความจำเป็น และความเหมาะสมว่าในแต่ละช่วงเวลาจะดำเนินการสอนอย่างไร

วิธีสอนที่ปรากฏตามแผนการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการใช้หลายวิธี วิธีเหล่านี้ ได้แก่ การบรรยาย การเล่านิทาน การเล่นละคร การศึกษานอกสถานที่ การเล่นบทบาทสมมติ การสาธิต การทดลอง การแบ่งกลุ่มทำงาน การเชิญวิทยากรมาบรรยาย การระดมพลังสมอง และการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

การดำเนินการสอนในแต่ละช่วงเวลา ก็ใช้วิธีการหลาย ๆ อย่างควบคู่กันไป โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา

จากการพิจารณาแผนการสอนชั้น ป.6 เรื่อง ไฟฟ้า พบว่าแผนการสอนนี้ใช้วิธีการทดลองเป็นหลัก มีการสังเกต อภิปรายซักถามเป็นส่วนประกอบ

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ยังอยู่ในระดับที่ต้องแก้ไข ผู้วิจัยจึงคาดว่าการได้นำรูปแบบการสอนมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นจึงได้นำมาเปรียบเทียบกับวิธีสอนตามปกติ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้นผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและขอบเขตของคำว่า วิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรตระหนักถึงความสำคัญ ของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าเนื้อหา เพราะเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอส่วนกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถจะนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ได้ตลอดไป

3.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ค้นหาคำตอบต้องอาศัยทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการแก้ปัญหามีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์" ไว้ดังนี้

คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1978 : 153) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและคล่องแคล่วในการใช้ทักษะ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ

คัสแลน และ สโตน(Kuslan and Stone, 1968 : 229) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าความจริงก็คือ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยการสังเกต การวัดการทดลองและการออกแบบการทดลอง การอธิบายการสรุปหลักเกณฑ์ การนิจารณาเหตุผลเชิงปรนัย

สุวิมล เชื้อวแก้ว (2527 : 20) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผลและมีระเบียบ พฤติกรรมนี้จะสะสมขึ้นในตัวผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

พจนา ทรัพย์สมาน (2534 : 24) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนนึกคิดอย่างเป็นระบบ เป็นทักษะขั้นพื้นฐาน ในการทำงาน เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน รวมทั้งความคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญในการแสดงพฤติกรรมดังกล่าวด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1-16) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากความหมายพอจะสรุปได้ว่า ผู้ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพจะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุข เพราะว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการคิดและการปฏิบัติอย่างมีขั้นตอนมีเหตุมีผล

3.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการแสวงหาความรู้ แต่การทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของผู้ดำเนินการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2525 : 57) ทัศนะดังกล่าวนี้สอดคล้องกับทัศนะของ กานเย่ (Gagné, 1965) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นองค์ประกอบร่วมที่สำคัญของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขณะเดียวกันก็สามารถนำไปใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ภายหลังจากที่สำเร็จการศึกษา สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association of the Advacement of Science-AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ในระดับต่าง ๆ ดังนี้

นักเรียนในเกรด 3 ได้มุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะดังนี้

1) ทักษะการสังเกต (Observing)

2) ทักษะการวัด (Measuring)

3) ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข (Using Numbers)

4) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)

6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

7) ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

8) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating)

สำหรับนักเรียนเกรด 4-6 ได้มุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้

1) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)

3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

4) ทักษะการทดลอง (Experimenting)

5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) (Doran L., 1978 : 19-30)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1-16) คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2524 : 5) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาในโครงการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1) การสังเกต

2) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

3) การจำแนกประเภท

4) การคำนวณ

5) การวัด

6) การพยากรณ์

7) การจัดกระทำข้อมูล และการสื่อความหมาย

8) การลงความเห็นจากข้อมูล

9) การกำหนดและควบคุมตัวแปร

10) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

11) การตั้งสมมติฐาน

12) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

13) การทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1-16) และนักวิชาการได้ให้รายละเอียดแต่ละทักษะไว้ดังนี้

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น หู ตา จมูก ลิ้น หรือผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ ของสิ่งที่กำลังทำการสังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป นอกจากนี้การสังเกตยังรวมถึงการกะประมาณโดยไม่ใช้เครื่องมือได้ด้วย (สสวท, 2524 : 1)

การสังเกตเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็น และสำคัญมากในกระบวนการค้นคว้าหาความรู้แขนงต่าง ๆ โดยเฉพาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สมชัย โกมล และคณะ, 2525 : 59) ในบางครั้งการสังเกตต้องอาศัยเครื่องมือช่วยทั้งนี้เพื่อให้ผลการสังเกตมีความชัดเจนและแน่ใจยิ่งขึ้น เช่น แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น การสังเกตที่ดีจะต้องใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ อย่าง และต้องทำอย่างละเอียดรอบคอบ ทุกแง่ทุกมุม เพื่อให้ได้รายละเอียดข้อมูล ของสิ่งนั้นมากที่สุด

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบ่งได้ 3 ประเภท (สุวิมล เขียวแก้ว, 2527 : 21-23; สสวท, 2524 : 3 และ สุวัฒก์ นิยมค้า, 2517 : 35) ดังนี้

1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งของที่สังเกต เช่น รูปร่าง กลิ่น รส เสียง และความรู้สึกจากการสัมผัส เช่น เมื่อให้สังเกตมะนาว จะบรรยายได้ว่า มีลักษณะกลม สีเขียว มีกลิ่น ผิวเรียบ รสเปรี้ยว

2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ ข้อมูลที่ได้จะบอกหน่วยมาตรฐานไว้ เช่น มะนาวหนักประมาณ 20 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร

3) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น นอกจากนี้การได้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสามารถกระทำได้ด้วยการทดลอง โดยเห็นข้อมูลระยะก่อนและหลังการทดลอง หรือขณะทำการทดลอง

ในการสังเกตทุกครั้งจะต้องมีการบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐานสำหรับอ้างอิง หรือยืนยันต่อไป การบันทึกต้องทำไปพร้อม ๆ กับการสังเกตไม่ใช่บันทึกภายหลังเพราะอาจจะทำให้ได้

ข้อมูลไม่ตรงกับที่สังเกต และการบันทึกจะต้องบันทึกเฉพาะสิ่งที่ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 เท่านั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นหรือตีความหมายข้อมูลลงไปเป็นอันขาด

ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนโดยมีหน่วยกำกับเสมอ และจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการวัดว่า จะวัดอะไร วัดทำไม จะใช้อะไรวัด และวัดอย่างไร ในการวัดประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่างคือ (สสวท, 2532 : 17)

1) เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ ฯลฯ

2) ค่าที่ได้จากการวัดเป็นตัวเลขที่แน่นอน ไม่ใช่ประมาณ

3) หน่วยในการวัด เช่น เซนติเมตร กรัม กิโลกรัมองศาเซลเซียส เป็นต้น

สุวิมล เชื้อวแก้ว, (2527 :30) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงในการวัดดังนี้

1) ธรรมชาติของสิ่งที่เราต้องการจะวัด เพื่อสะดวกในการเลือกแบบของการวัดสามารถวัดได้โดยตรง หรือต้องการวัดโดยทางอ้อม เช่น

- วัดความสูงของภูเขา ใช้การวัดโดยอ้อม เช่น วัดความดันบรรยากาศบริเวณยอดเขา แล้วนำมาคำนวณหาความสูงของภูเขา

- วัดมุมก้ม มุมเงย ในวิชาตรีโกณมิติ เพื่อหาความสูงของวัตถุ

2) วางจุดประสงค์ของการวัด ให้แน่ชัดว่าต้องการวัดเพื่อทราบค่าอะไร และต้องการความแม่นยำเพียงใด

3) ศึกษาวิธีใช้เครื่องมือแต่ละชนิดให้เข้าใจ เพื่อจะได้รับข้อมูลที่ถูกต้องจากการวัดอย่างถูกวิธี

4) เลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับธรรมชาติของสิ่งที่จะวัด และจุดประสงค์ของการวัด เช่น ใช้กระบอกตวง วัดปริมาตรของของเหลว เมื่อไม่ต้องการความละเอียดนัก

5) ควรวัดอย่างตั้งใจ และพยายามให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นความคลาดเคลื่อนจากเครื่องมือที่ใช้วัด จากรูปร่างของวัตถุที่ต้องการจะวัดหรือจากความสามารถของผู้วัด

การวัดเป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะว่าในการทดลองแต่ละการทดลองจะต้องอาศัยเครื่องมือที่ละเอียด ถูกต้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเชื่อถือได้ การวัดอาจต้องใช้เครื่องมือหลายอย่างผู้ทำการวัดต้องเลือกใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสม การใช้เครื่องมือจะต้องศึกษาลักษณะของเครื่องมือ และวิธีการใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถวัดปริมาณสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้องมากที่สุด

ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการนำเอาตัวเลขที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง เป็นต้น ตัวเลขที่นำมาคำนวณโดยทั่วไป เป็นตัวเลขที่ได้จากการใช้เครื่องมือต่าง ๆ วัดหาค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความยาว น้ำหนัก ปริมาตร อุณหภูมิ หรือเวลา (สสวท, 2532 : 29) ในการคำนวณตัวเลขต่าง ๆ มักจะปรากฏเสมอว่ามีผู้ชอบแสดงผลการคำนวณด้วยตัวเลขหลายตำแหน่งเกินความจำเป็น ซึ่งนอกจากจะเสียเวลาแล้วในบางกรณีตัวเลขที่แสดงนั้นอาจมีความหมายผิดไป

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจำแนก หรือจัดจำพวกวัตถุเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนก หรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ (ผดุงยศ ดวงมาลา, 2530 : 34, สสวท, 2532 : 9) การจำแนกมีความสำคัญและจำเป็นมากในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะจะทำให้เกิดความสะดวกและได้รับความรู้ใหม่ ๆ ขึ้น ในการจำแนกสิ่งของนั้นสามารถจำแนกออกได้หลายลักษณะต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ เช่น จำแนกประเภทของสัตว์ โดยใช้ที่อยู่เป็นเกณฑ์ หรืออาจใช้ส่วนประกอบของร่างกายเป็นเกณฑ์ เช่น อาจแบ่งเป็นสัตว์ 2 เท้า กับ 4 เท้า เหล่านี้เป็นต้น (สมชัย โกมล และคณะ, 2525 : 114)

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สสวท (2532 : 1) ได้ให้ความหมาย สเปส (space) ของวัตถุหมายถึงที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง จากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ ไดอะแกรม แผนภาพ วงจร กราฟ เขียนบรรยาย เป็นต้น (สสวท, 2524 : 8)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมีความจำเป็นต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล และจุดมุ่งหมายของการสื่อความหมาย

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล สสวท (2532 : 4) หมายถึงความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุ หรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุป หรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531 : 209)

ในการลงความคิดเห็นจากข้อมูลนั้น สมชัย โกมล และคณะ (2525 : 235-236) ให้ข้อสังเกตดังนี้

1) คนสังเกตคนเดียวกันสังเกตข้อมูลชุดเดียวกัน อาจจะมีการลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง เช่น เราได้ยินเสียรถหวอ เราอาจลงความคิดเห็นว่าเกิดไฟไหม้ เกิดอุบัติเหตุ หรืออาจเป็นรถน่าขบวน ซึ่งความคิดเห็นแต่ละอย่างก็มีโอกาสที่จะเป็นไปได้ทั้งนั้น

2) คนสังเกตหลายคน สังเกตข้อมูลชุดเดียวกัน อาจมีความคิดเห็นแตกต่างกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญมากของนักวิทยาศาสตร์ คือ การเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3) การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นสิ่งที่ยังไม่มั่นใจ อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ เป็นกระบวนการคิดหาคำตอบของปัญหาที่สงสัยเท่านั้น ไม่มีการทดลองหรือพิสูจน์ว่าคำตอบนั้นเป็นจริงถูกต้องหรือไม่ ซึ่งต่างจากการลงข้อสรุปมีพื้นฐานมาจากข้อมูลซึ่งได้จากการทดลอง สามารถยืนยันคำตอบของปัญหาที่สงสัย (สมมติฐาน) ได้ และผลที่ได้จากการทดลองหรือทดสอบก็จะกลายเป็นข้อสรุปที่เชื่อถือได้

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเน สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้น ๆ มาช่วย การพยากรณ์ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Interpolating) เมื่อมีข้อมูลชุดหนึ่ง และเราหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในข้อมูลได้แล้ว เราสามารถที่จะทำนายค่าต่าง ๆ ที่ไม่เกินขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้ การพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (Extrapolating) เป็นการขยายการพยากรณ์เลยขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2517 : 49-50; สสวท, 2524 : 11)

สิ่งที่ควรระมัดระวังในการพยากรณ์ (สุวิมล เชี่ยวแก้ว, 2527 : 48)

1) จะต้องมั่นใจว่าสิ่งที่เป็นข้อมูล ประสบการณ์ กฎ หลัก ทฤษฎี ซึ่งจะนำมาใช้เป็นเครื่องตัดสินจะต้องเป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกต จะบันทึกและจัดกระทำอย่างถูกต้อง ละเอียดชัดเจน เพราะถ้าข้อมูลพื้นฐานคลาดเคลื่อนไปมากเท่าใดการทำนายก็จะมีผลคลาดเคลื่อนไปมากเท่านั้น

2) การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล จะมีความมั่นใจสูงกว่าการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเป็นการสันนิษฐานที่คาดคะเนว่าปัญหานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร สมมติฐานอาจตั้งได้หลายข้ออาจจะถูกหรือผิดบ้าง หรือถูกทั้งหมดผิดทั้งหมด เมื่อตั้งสมมติฐานแล้วจะต้องมีการทดลองหาข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ สมมติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้ว ก็อาจจะกลายเป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี แล้วแต่กรณี (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537 :37)

สมมติฐานที่ดีควรเป็นข้อความที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสอดคล้องกัน และครอบคลุมสิ่งที่อยู่ในขอบเขตของปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (สุวิมล เชี้ยวแก้ว 2527 : 61)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตได้ และวัดได้ (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537 : 37)

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์ การสอนวิทยาศาสตร์ (2524 : 25) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

1) ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ

2) อธิบายสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำไว้ด้วย

3) อาจมีคำนิยามมากกว่า 1 คำนิยามก็ได้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม และเนื้อหาในบทเรียน

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการทดลอง (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2524 : 26)

ตัวแปรเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง ทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไป ตัวแปรเหล่านี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1)ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ จริงหรือไม่

2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3) ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะควบคุมให้เหมือน ๆ กัน เพราะอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถที่รวมเอากระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาก่อน แล้วจึงแยกตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ

ปัญหาว่ามีอะไรบ้าง จึงจะเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน แล้วจึงออกแบบการทดลอง เพื่อควบคุมตัวแปรเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม แล้วดำเนินการทดลอง (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2524 : 27) กิจกรรมในการทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1) การออกแบบการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง

3) การบันทึกผลการทดลอง

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึงความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการตีความหมายของข้อมูลนั้น จะนำไปสู่การทำนาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หรือการตั้งสมมติฐาน ส่วนการสรุปผลนั้นเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ (สมจิต สวธนไพบูลย์, 2526 : 69)

การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองใด ๆ แม้ว่าจะออกแบบการทดลอง ทำการทดลองอย่างรัดกุม ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียด แต่ถ้าขาดกระบวนการขั้นนี้ก็ไม่สามารถสรุปผลการทดลองตอบรับหรือปฏิเสธ สมมติฐานได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 1-16) ได้ระบุความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะทั้ง 13 ทักษะดังนี้คือ

1. การสังเกต

1.1) ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2) บอกปริมาณของวัตถุโดยการคาดคะเน

1.3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด

2.1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4) ทำการวัด ความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5) ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

2.6) อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. การคำนวณ

3.1) การนับได้แก่

- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2) การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

- บอกวิธีคำนวณได้
- คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- แสดงวิธีคิดคำนวณได้

3.3) การหาค่าเฉลี่ย

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
- หาค่าเฉลี่ยได้
- แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. การจำแนกประเภท

4.1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับแบ่งพวกได้

5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

5.1) ชี้บ่งรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.2) วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.3) บอกชื่อของรูป และรูปทรงทางเรขาคณิตได้

5.4) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

5.4.1) ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการ หมุนรูป 2 มิติ

5.4.2) เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

5.4.3) เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถ บอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

5.4.4) บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.5) บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้

5.6) บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.7) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.8) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.9) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดและปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6.1) เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3) ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4) เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5) บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6) บรรยายหรือวาดแผนผัง แสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล

อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์

8.1) การพยากรณ์ทั่วไป

- พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2) การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ

- พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- พยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน

9.1) หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

9.2) สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

9.3) แยกและการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐาน และไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

10.1) กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

10.2) สามารถแยกคำนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

10.3) สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

11.1) บ่งชี้และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

11.2) แยกออกได้ว่าในสถานการณ์ไหนที่ทำให้ตัวแปรมีค่าคงที่ และสถานการณ์ไหนที่ไม่ทำให้ค่าตัวแปรคงที่

12. การทดลอง

12.1) กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.2) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่ว และถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

13.1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

13.3) อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

3.3 ลักษณะของข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2518 : 5) ได้กล่าวถึงลักษณะข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1) การสร้างสถานการณ์

1.1) สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2) ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือไปจากที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว

1.3) สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.4) ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5) สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กะทัดรัด อ่านเข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้กับคำถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้นักเรียนไม่เสียเวลาในการอ่านมากเกินความจำเป็น

2) การสร้างคำถาม คำถามที่จะใช้ในสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีลักษณะดังนี้

2.1) ภายในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามในเรื่องของความรู้-ความจำ

2.2) ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3) ใช้คำถามที่รัดกุมบ่งชัดว่าจะให้ตอบในเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะ

2.4) ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่อง และกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูกและให้ 0 ถ้าตอบผิด

3) การตรวจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบให้ตอบสั้น ๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ถามคิดว่าจำเพาะเจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอนแต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกก็ต้องยอมรับ

จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแสวงหาความรู้และการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพื่อให้อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข ดังนั้นนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา จึงควรได้รับการปลูกฝังให้เกิดทักษะเหล่านี้เป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นทักษะพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถฝึกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ กันแล้วแต่บุคคล การฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเขาเหล่านั้นจะได้เป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีระบบ และรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีอยู่จำนวนมาก แต่งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังมีไม่มากนักผู้วิจัยจึงได้นำงานวิจัยที่น่าสนใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเสนอไว้ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

บัทโซว์ (Butzow, 1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ใน

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 92 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะก่อนและหลังสอน พบว่า คะแนนจากการทดสอบทั้งสองครั้งต่างกัน นักเรียนมีความสามารถในการสังเกต เปรียบเทียบ จัดจำพวก วิเคราะห์ การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

ราจินเดอร์ (Rajinder, 1973 : 186-A) ได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อวัดทักษะด้านการสังเกต และการจัดจำแนกประเภท และศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะทั้งสองประเภทนี้ ของนักเรียนเกรด 1 และเกรด 3 สร้างแบบทดสอบทักษะการจำแนกประเภท (Classification Skills Test, CST) และแบบทดสอบทักษะการสังเกตอย่างถูกต้อง (Preciese Observation Skills Test, POST) นำไปหาความตรงโดยการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน จากนั้นใช้ทดสอบบางข้อโดยสุ่มกับนักเรียนเกรด 1, และ 3 ทำการแก้ไขแบบทดสอบได้ข้อสอบไว้ 13 ข้อ ซึ่งนำไปทดสอบอีกครั้ง โดยวิธีสัมภาษณ์กับนักเรียน เกรด 1 จำนวน 40 คน และนักเรียน เกรด 3 จำนวน 40 คน ผลปรากฏว่าแบบสอบ พีโอเอสที (POST) มีค่าความเชื่อมั่นกับเด็กเกรด 1 เท่ากับ.86 และกับเด็กเกรด 3 เท่ากับ .94 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบ ซีเอสที (CST) กับเด็กเกรด 1 มีค่าเท่ากับ .59 และกับเด็กเกรด 3 มีค่าเท่ากับ .602

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความพร้อมของเด็กมีอิทธิพลต่อทักษะการสังเกต เด็กเกรด 3 อธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กเกรด 1 แต่ทักษะในการจำแนกประเภทไม่แตกต่างกัน ทักษะในการสังเกต และทักษะในการจำแนกประเภทมีความสัมพันธ์กัน

ในปี ค.ศ. 1974 แม็คเบท (Macbeth, 1974 : 45-51) ได้ศึกษาผลของการเรียนโดยได้ปฏิบัติการใช้เครื่องมือกับไม่ได้ใช้เครื่องมือ โดยทำการทดลองกับนักเรียนอนุบาลและนักเรียนเกรด 3 แบ่งเด็กแต่ละระดับออกเป็น 2 กลุ่มให้เรียน 2 วิธีต่างกันดังกล่าวในแต่ละกลุ่มจะมีทั้งเด็กหญิงและเด็กชาย เด็กอนุบาลมีอายุเฉลี่ย 5.8 ขวบ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 พื้นความรู้เท่ากัน ส่วนเด็กเกรด 3 อายุเฉลี่ย 8.5 ขวบ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 พื้นความรู้แตกต่างกันมากกว่าเด็กอนุบาล

ผลการวิจัยพบว่า การให้เด็กปฏิบัติการโดยใช้เครื่องมือมีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กเล็กมากกว่าเด็กโต

เซอลิน (Serlin, 1977 : 5729-A-5730-A) ได้ศึกษาผลการเรียนโดยการใช้ปฏิบัติการแบบค้นพบเอง (Discovery Laboratory) ต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา และความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาภาคเรียนที่ 3 ซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสเป็นพื้นฐาน เพื่อตัดปัญหาเกี่ยวกับผลจากความรู้ในการบรรยาย จึงทำการทดสอบทุกด้าน ผลปรากฏว่าแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ตัวแปรซึ่งนำมาวิเคราะห์ร่วมได้แก่ อายุ ระดับชั้นเรียน คะแนนจากส่วนภาษาและคณิตศาสตร์ของแบบสอบ เอสเอที (SAT) หลังจากการสอนจึงทำการทดสอบทักษะด้านต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง ผลการวิจัยพบว่า การใช้ปฏิบัติการแบบค้นพบเอง (Discovery Laboratory) มีผลต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ไม่ปรากฏผลแตกต่างในด้านอื่น ๆ และเพศชายจะมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงกว่าเพศหญิง

งานวิจัยในประเทศ

นิลอุบล ดาวเรือง (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (จำแนกเป็นระดับสูงกับระดับต่ำ) กับวิธีสอน (จำแนกเป็นการสอนโดยใช้แบบฝึกแก้ปัญหากับการสอนโดยใช้การอภิปรายปัญหา) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนบ้านท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 68 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 34 คน จัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มโดยนำคะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ จับคู่ผู้ที่ได้คะแนนเท่า ๆ กัน แล้วจับฉลากแยกแต่ละคู่เข้าเป็นกลุ่ม ต่อจากนั้นจับฉลากอีกครั้งว่ากลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า

1) ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (จำแนกเป็นระดับสูงกับระดับต่ำ) กับวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ (จำแนก

เป็นระดับสูงกับระดับต่ำ) กับวิธีสอนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3) นักเรียนที่มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงกับนักเรียนที่มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

น้ออทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (2521 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 300 คน เป็นนักเรียนชาย 153 คน นักเรียนหญิง 147 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน แบบทดสอบการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน สามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้

ผกามาศ วรานุสันติกุล (2524 : 47-48) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์ (2527 : 73-74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 456 คน ปรากฏผลดังนี้ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากงานวิจัยข้างต้น สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. การนำแนวคิดที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันตลอดเวลา กรมวิชาการ (2532 : 25) ได้เล็งเห็นความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ตามแนวคิดของ สสวท จึงได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ในหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) โดยมุ่งให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้

จากการวิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยทราบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนั้นในแต่ละทักษะมีความยากง่ายและความซับซ้อนไม่เท่ากันโดยเริ่มจากทักษะที่ง่ายไม่ซับซ้อน ไปสู่ทักษะที่ยากและซับซ้อนยิ่งขึ้นตามความสามารถทางสติปัญญาของเด็ก

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์และเก็บสั่งสมไว้ ดังนั้นผู้วิจัยคาดว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 น่าจะเป็นตัวบ่งบอกถึงการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอิงเนื้อหาจากหลักสูตรและตามคำนิยาม จุดประสงค์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนว สสวท (ดูรายละเอียดแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากภาคผนวก ค.) โดยนำมาใช้ในการวิจัยเพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง กับกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ การที่ผู้วิจัยได้นำตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาศึกษาโดยใช้เป็นตัวแปรคุมในการทดลอง ทั้งนี้เพราะว่าจากงานวิจัยที่ได้ศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการที่จะศึกษาว่า ผลของวิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์และวิธีสอนตามปกติจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกันได้แตกต่างกันหรือไม่ ตลอดจนศึกษากิริยาร่วมระหว่างวิธีสอนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของวิธีสอนที่ใช้รูปแบบการของสอนมโนทัศน์ และวิธีสอนตามปกติที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน ตลอดจนศึกษากิริยาร่วมระหว่างวิธีสอนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถกำหนดเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างวิธีสอน 2 วิธี คือ วิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ และวิธีสอนตามปกติ

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง และนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

3. เพื่อศึกษากิริยาร่วมระหว่างวิธีสอน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐาน

จากเอกสาร ตำรา และผลการวิจัย ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีสอน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยเพื่อทำการทดสอบดังนี้

1. ถ้าให้นักเรียนเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ

2. ถ้าให้นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง เรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

3. ถ้าให้นักเรียนเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ และวิธีสอนตามปกติแล้ว วิธีสอนทั้งสองวิธีจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ ได้แตกต่างกัน หรือมีกิริยาร่วมระหว่างวิธีสอนกับทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความสำคัญและประโยชน์ในด้านต่อไปนี้

1. ด้านความรู้

1.1 ทำให้ทราบว่าวิธีสอนต่างวิธี คือ วิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์กับวิธีสอนตามปกติ วิธีสอนใดจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่ากัน

1.2 ทำให้ทราบว่านักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ กลุ่มใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากัน

1.3 ทำให้ทราบว่ามีกิริยาร่วมระหว่างวิธีสอนกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

2. ด้านการนำไปใช้

2.1 เป็นการนำแนวคิดการสอนแบบมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน และเป็นการเสนอแนะรูปแบบการสอนเพื่อเป็นตัวอย่างให้ครู ผู้บริหาร ศึกษานิเทศก์ และผู้ที่เกี่ยวข้องได้ใช้ในการปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักคิดอันเป็นพื้นฐานของการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ เพื่อตอบสนองเป้าหมายสำคัญของหลักสูตร

2.2 ช่วยให้ครูผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ทราบแนวทางการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการค้นคว้าวิจัยเพิ่มเติม สำหรับผู้ที่สนใจต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง จึงต้องมีขอบเขตจำกัด โดยกำหนดขอบเขตของการวิจัยให้อยู่ในรูปที่มีความหมายเฉพาะดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสุมทร ที่เป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่ จาก 8 อำเภอ จำนวน 29 โรงเรียน มีนักเรียน 1,441 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา มี 2 ตัวแปร คือ

2.1 ตัวแปรอิสระมี 2 ตัวแปร ได้แก่

2.1.1 วิธีสอน จำแนกเป็น 2 วิธี

2.1.1.1 วิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์

2.1.1.2 วิธีสอนตามปกติ

2.1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำแนกเป็น 2 ระดับ

2.1.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง

2.1.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองในการสอนสำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงนิยามศัพท์เฉพาะบางตัวที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชุมพร ที่เป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่

2. โรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่ หมายถึง โรงเรียนประถมศึกษาที่มีนักเรียนตั้งแต่ 301 คน แต่ไม่เกิน 720 คน

3. วิธีสอนที่ใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ หมายถึง การสอนที่ใช้วิธีการให้ตัวอย่างทางบวกและทางลบของเนื้อหาหลักที่สอน โดยได้แนวคิดมาจากผลงานวิจัยของ บรูเนอร์ และคณะ (Bruner, et al. 1956)

4. วิธีสอนตามปกติ หมายถึง การสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด และปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบคล่องแคล่วชำนิชำนาญ ตามแนวคิดของสสวท โดยมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการสังเกตการวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป

6. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดพฤติกรรมความสามารถที่แสดงออก 13 ทักษะ ดังกล่าวในข้อ 5

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากเนื้อหาเรื่องไฟฟ้า