

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสังคม พหุวัฒนธรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอเป็น แนวทางในการวิจัย ดังนี้

#### เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แนวทางการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แนวทางการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ประโยชน์ของเจตคติ

เอกสารเกี่ยวกับสังคมพหุวัฒนธรรม

ความหมายของสังคมพหุวัฒนธรรม

การจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม

แนวทางการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม

บทบาทของครูในการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยในประเทศ

Prince of Songkla University  
Pattani Campus

## เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

### ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

คำว่า “Inquiry” ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ นั้น นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่าง ๆ กันไป เช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสอบสวน การค้นพบ การแก้ปัญหา การสืบเสาะ และการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “การสืบเสาะหาความรู้” ส่วนในการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นั้น การวิจัยครั้งนี้ใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) ซึ่ง Budnitz (2003) ได้กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ใช้คำจำกัดความ

กรมวิชาการ (2545) อธิบายว่า นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายและการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่าง ๆ ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิด ได้มีส่วนร่วมวางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถาม และในที่สุดนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้ กิจกรรมต่าง ๆ ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

การสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือให้นักเรียนเผชิญปัญหา นิยามศัพท์ให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สำรวจข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหา (Suchman 1962 อ้างถึง พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์ 2547, 27) สอดคล้องกับ Sund and Throwbridge (1967, 37) ที่กล่าวว่า เป็นการค้นคว้าความรู้หรือความจริง โดยเน้นการค้นคว้ามากกว่าการค้นพบ เป็นทั้งวิธีสอน และวิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างมีหลักการรวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย (Tisher and others 1972, 139) และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ (NRC 2000) โดยใช้กระบวนการสำรวจธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ ในโลก และวิธีการตั้งคำถาม เพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามต้องการ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ตามกระบวนการของวิธีวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Educational Broadcasting Corporation 2004; อำนาจ เจริญศิลป์ 2537, 17)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยวิธีให้นักเรียน เป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย คอยสนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลาหไพบูลย์ 2542, 123; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2544, 48; กระทรวงศึกษาธิการ 2545, 37)

นอกจากนี้ ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2545, 135-138) ยังได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ว่ามีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจว่ากิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา นั้นเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่และพร้อมทำทฤษฎีความคิด โดยวิธีการที่นักเรียน เป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการรับรู้ นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติในแนวทางต่าง ๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์หาคำอธิบาย ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เสนอหรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2545, 136; สาขาชีววิทยา สสวท. 2547)

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์หาคำอธิบาย ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยที่ครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ

ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียน ได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้

### แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีของ Jean Piaget ที่กล่าวถึงพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ไว้ว่า ความคิดของมนุษย์ ประกอบด้วย โครงสร้าง 2 ประการ คือ (สุรางค์ ไคว่ตระกูล 2541, 49)

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับ โครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2. กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

จากโครงสร้างทั้ง 2 ประการข้างต้น วิรุทธ วิเชียร โชติ (2521, 55-56) ได้นำมาเป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการสร้างแนวความคิด (concept-formation process) คือ กระบวนการเรียนรู้ลักษณะนิยาม (define dattributes) ของแนวคิดต่างๆ

2. กระบวนการสร้างทฤษฎี (the orization process) คือ กระบวนการแก้ปัญหาโดยตั้งทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหรือตัวแปร

3. กระบวนการทดสอบและพิสูจน์ทฤษฎี (verification process) โดยการทดสอบซักถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วประเมินผล สรุป

4. กระบวนการสร้างสรรค์ (creative process) คือกระบวนการการนำความรู้ขั้นพื้นฐานที่ได้มาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ หลายวิธีและแนวทางใหม่ อันเป็นการนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ขั้นต่อไป

นอกจากนี้ วีรยุทธ วิเชียร โชติ (2521, 58-60) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การเรียนรู้ต้องมีสถานการณ์เพื่อเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้และความคิด ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีกระบวนการเรียนรู้และการคิดอย่างมีขั้นตอน โดยเริ่มจากสิ่งง่ายไปหาสิ่งที่ยากและซับซ้อนขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งความรู้ความคิดและการกระทำเป็นผลที่ได้ของนักเรียน โดยทั้ง 3 ส่วนนี้ประสานสัมพันธ์กันเป็นระบบการเรียนรู้ และต้องเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเป็นผู้ทำกิจกรรม ให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับปรุงและพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้จากการสังเกตและเปรียบเทียบเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ นั่นคือ มีความอยากรู้อยากเห็นในการแสวงหาความรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป นอกจากนี้จะต้องมีการสร้างมโนคติ ซึ่งเป็นขั้นในการสร้างความพร้อมในการเรียน 3 ด้าน คือ ความพร้อมทางแรงจูงใจ ทางปัญญา และทางพฤติกรรม

อำนาจ เจริญศิลป์ (2537, 17) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับกับนักเรียนและครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้ผู้เรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการจัดการเรียนรู้ของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดมากที่สุด

จากแนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวสรุปได้ว่า แนวคิดพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของ Jean piaget ที่เชื่อว่าพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการคือ กระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดมาจากสิ่งเดิมที่มีอยู่ และกระบวนการขยายโครงสร้างเดิมเพื่อรับความรู้ใหม่ เน้นความรู้ที่มาจากการแสวงหาเพื่อนำไปสู่การค้นพบ นำข้อค้นพบที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี หรืออย่างน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน และครูที่จะต้องใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน



## ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีลักษณะคล้ายกับการสอนแบบแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดปัญหาทำให้นักเรียนคิดแสวงหาคำตอบ ซึ่ง Kuslan and Stone (1968, 138-140 อ้างถึง ภพ เลหา ไพบูลย์ 2542, 128-129) ได้นิยามเชิงปฏิบัติการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมวลค่า การทำนาย การเปรียบเทียบ และการจำแนกประเภท โดยไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามเนื้อหา นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือเรียนและคู่มือที่ถามคำถามเป็นปัญหา และเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบ แต่ไม่บอกคำตอบ เพื่อให้ นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่อง และในกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้นคำถามคำว่า “ทำไม” ต้องระบุปัญหาให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบพอที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียน ช่วยกันตั้งข้อสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนะแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลองการสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่น ๆ มีการร่วมมือกันในการประเมินแนวทางในการปฏิบัติการ ระบุข้อจำกัดและความยากให้ชัดเจนทุกครั้ง ทำการสำรวจ เก็บข้อมูล โดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็ก ทำทั้งชั้น และนักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ ใ้ความพยายามให้มีคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยผ่าน “การสืบเสาะหาความรู้” นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ โดยมีครูให้การสนับสนุนและเริ่มต้นด้วยการฝึกทักษะที่เหมาะสม นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาและฝึกการปฏิบัติ ซึ่ง Welch (1981) ได้เสนอลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการดังนี้

1. การสังเกต เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ก็คือ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการสังเกตเรื่องหรือปรากฏการณ์ และการใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การสังเกต
2. การวัดผล เป็นคำที่ใช้อธิบายปริมาณของวัตถุและปรากฏการณ์ เป็นหลักปฏิบัติที่ถูกระบายของวิทยาศาสตร์เนื่องจากได้ค่าทางวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำและคำอธิบายที่ถูกต้อง
3. การทดลอง เป็นการทดสอบที่ถูกต้องแบบมาเพื่อทดสอบคำถามและความคิด และเป็นสิ่งที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ การทดสอบจะเกี่ยวข้องกับคำถามข้อสังเกตและการวัด
4. การสื่อสาร ผลของการติดต่อกับชุมชนทางวิทยาศาสตร์และประชาชน เป็นภาระหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งอาจจะกระทำโดยการเผยแพร่บทความทางวารสาร การสนทนา การประชุมและการสัมมนาของผู้เชี่ยวชาญ

5. กระบวนการคิด เป็นกระบวนการอธิบายความคิดเป็นวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอุปมาอุปไมย เหตุผล การกำหนดสมมติฐานและทฤษฎี รวมทั้งการเปรียบเทียบ ไม่ว่าจะใช้กิจกรรมรูปแบบใดก็ตาม เมื่อคนเราสังเกตเห็นสิ่งใดก็มักจะมีคำถามหรือข้อสงสัยเกิดขึ้นเสมอ เช่น อะไร ทำไม เมื่อไร อย่างไร และเมื่อมีคำถามก็จะนำไปสู่การสำรวจเพื่อหาคำตอบ การตั้งคำถามจึงเป็นหัวใจของการสืบเสาะหาความรู้ ในการตอบคำถาม หรือสร้างคำอธิบายต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานอ้างอิง จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วน และแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็ นข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ หรือการทดลอง คำอธิบายจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่มี ทั้งนี้ต้องผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวัง และมีเหตุผลคำอธิบายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญขององค์ความรู้ คำอธิบายหรือคำตอบของคำถามต่าง ๆ เมื่อนำมาสังเคราะห์ หรือหลอมรวมกันอย่างมีเหตุผลก็จะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแนวความคิดหลัก หลักการ กฎ หรือทฤษฎี และที่สำคัญจะต้องสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นเพื่อการวิพากษ์หรือโต้แย้งอย่างมีตรรกะ ทั้งนี้องค์ความรู้ที่สร้างขึ้นอาจมีความไม่สมบูรณ์ในบางส่วน ข้อคิดเห็นจากผู้อื่นจะเป็นแนวทางมาตรวจสอบ หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม (NRC 2000; ประมวล ศิริพันธ์แก้ว สสวท. 2546)

### รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบทั้งที่ครูเป็นผู้กำกับ และนักเรียนเป็นผู้กำกับ ตลอดไปจนทั้งครูและนักเรียนเป็นผู้กำกับการเรียนร่วมกัน ดังนั้นจึงมีแนวคิดต่าง ๆ ที่อธิบายไว้อย่างมากมาย ดังเช่น Sund and Trowbridge (1973 อ้างถึง พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพชรวิบูลย์ 2548, 75-77) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 แนวทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับบทบาทของครูและนักเรียนดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบมีการแนะนำ (Guided discovery) เป็นวิธีที่ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน
2. การสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (Less guided discovery) หรือเป็นวิธีแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory) เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. การสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้วางแผน (Free discovery) หรือวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระ เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น



ในขณะที่ Orlich and others (2001 อ้างถึง พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์ 2547, 34) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 แนวทางดังต่อไปนี้

1. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูกำหนดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนกระทำการสังเกต จัดกระทำและอ้างอิงเป็นคำตอบ ครูมีบทบาทในการนำให้นักเรียนดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางโดยครูใช้คำถามนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ตามแนวทางนั้น ๆ ให้ และครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นมีส่วนร่วมในการดำเนินการสืบเสาะและสรุปเป็นหลักการ

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูไม่ได้กำหนดแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทน้อยกว่าแบบแรก เมื่อครูเสนอปัญหาแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนหาแนวทาง และดำเนินการสืบเสาะหาความรู้วิธีต่าง ๆ เอง แต่ครูต้องคอยตรวจสอบความถูกต้องในการอ้างอิงหรืออ้างเหตุผลของนักเรียนถ้านักเรียนไม่ได้อ้างเหตุผล ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอ้างอิงเพื่อยืนยัน และควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นได้แลกเปลี่ยน ข้อสรุปกัน โดยให้แสดงการอ้างอิงให้เพื่อน ๆ รับรู้ด้วย

นอกจากนี้ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, 137) และกุศลสิน มุสิกกุล (สสวท. 2550, 36) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท

1. ครูเป็นผู้ถามนำ (Passive Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครู หรือตามหนังสือเรียน (Guided Inquiry) เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ แต่ครูก็จะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นครั้งแรก

2. ครูและนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Combined Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครู หรือนักเรียน (Challenged Inquiry) เป็นวิธีที่ใช้ในโอกาสที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของครูมากขึ้น ซึ่งข้อควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามคือ ให้นักเรียนคิดก่อนการถามครูและหลักสำคัญคือครูพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3. นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Active Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน (Opened Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่ โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือนำจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้าม ซึ่งวิธีนี้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้วนักเรียนจึงสามารถตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับ ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (สสวท. 2546, 2-3) ได้แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 รูปแบบคือ

1. การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured Inquiry) นักเรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การ

สืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่ จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะ (Guided Inquiry) นักเรียนสามารถคัดแปลง ข้อเสนอแนะในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มี การกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้

3. การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการ รวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป

นอกจากนี้ สสวท. (2552) ยังสามารถแบ่งการสืบเสาะหาความรู้ (Level of inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สรุปรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครู ซึ่งจะเน้นบทบาทร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู แต่ครูจะคอยควบคุมประเด็นปัญหาต่าง ๆ เพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความคิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียน เป็นบทบาทร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเช่นเดียวกัน แต่จะเป็นกิจกรรมกลุ่มหรือปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างนักเรียน โดยครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้ควบคุมประเด็นปัญหา เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา และร่วมกันสรุป

### ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น นักฟิสิกส์ชาวสหรัฐอเมริกา ชื่อ โรเบิร์ต คาร์พลัส (Robert Karplus) เป็นผู้เสนอการจัดการเรียนรู้วิธีนี้ในระดับประถมศึกษา เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจเรียนและช่วยลดความน่าเบื่อหน่ายของการเรียนในห้องเรียน และในขณะที่กำลังพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study [SCIS]) ที่ University of California, Berkeley จุดเริ่มต้นของวัฏจักรการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาเพียเจต์ (Piaget) และผลงานของ ออซูเบล (Ausubel) และแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมที่เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเหมาะสมกับการสอนวิทยาศาสตร์ (Trowbridge และ Bybee 1996, 204; Robertson 1996; Abraham 1997, 219 อ้างถึงใน นันทกา คันธยงค์ 2547, 17) ดั้งเดิมวัฏจักรการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ การประดิษฐ์ และการค้นพบ ภายหลังจากนั้นเรียกชื่อใหม่เป็นการสำรวจ การแนะนำโน้ตค้น และการนำโน้ตค้นไปใช้ ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษา นำวิธีนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย มีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน นักการศึกษาของสหรัฐอเมริกาจากกลุ่ม BSCB (Biological Science Curriculum Study) โดยมี Roger Bybee เป็นผู้นำได้นำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ และได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน คือ การสร้าง การมีส่วนร่วม การสำรวจ การอธิบาย การขยายและสร้างความกระจ่าง และการประเมิน ซึ่งเรียกชื่อใหม่เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 5E นอกจากนี้ได้มีนักการศึกษาอื่น ๆ ขยายวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็น 7E (Goldstong et al. 2009)

การเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, 10 อ้างถึง นันทกา คันธยงค์ 2547, 18) ได้กล่าวไว้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีหลายรูปแบบ เช่น 3 ขั้นตอน แบบ 4 ขั้นตอน และแบบ 5 ขั้นตอน ได้มีนักการศึกษาได้นำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้นอีกมากมาย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกันแสวงหา ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันและประเมินผลการ

เรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ด้วยความสุข ภายใต้สถานการณ์จำลองที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะสังคม ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษาได้นำวิธีการนี้มาใช้และมีการพัฒนาวิธีการและการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอีกมากมาย เช่นรายละเอียดต่อไปนี้

Cohen and Horah (1989, 114 - 120) ได้แบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจ การแสดงออก การให้นิยามหรือชื่อ การนำไปใช้ ดังนี้

1. การสำรวจ ขั้นการสำรวจเป็นการให้นักเรียนมีประสบการณ์ เพื่อให้ได้มโนทัศน์ใหม่หรือกระบวนการ โดยการทำกิจกรรมที่เป็นรูปแบบกับแนวคิดที่สำคัญ ครูอาจเริ่มต้นบทเรียนโดยการสาธิตอย่างสั้น ๆ ให้ดูภาพยนตร์ วิดีทัศน์ การอ่าน และการบรรยาย เพื่อจูงใจให้นักเรียนสนใจและที่สำคัญ คือ ต้องการให้ได้ประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมกับมโนทัศน์ที่สำคัญหรือกระบวนการ ก่อนที่จะให้พยายามบอกชื่อหรือให้นิยามของมโนทัศน์หรือกระบวนการโดยปากเปล่าหรือโดยการเขียน การสำรวจแบ่งออกเป็น 3 แบบ แต่ละแบบเป็นการจัดให้นักเรียนได้มีประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรมกับมโนทัศน์หรือกระบวนการ ดังนี้

1.1 การสำรวจแบบปลายเปิด (Open - Ended) โดยปกติแล้วครูผู้สอนจะจัดสื่ออุปกรณ์ให้นักเรียนชุดหนึ่ง ให้นักเรียนได้จัดกระทำกับสิ่งนั้น ในกรณีนี้ครูผู้สอนต้องทราบว่าไม่ว่านักเรียนจะจัดกระทำกับสื่ออุปกรณ์อย่างไร นักเรียนจะต้องได้มโนธรรม ซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

1.2 การสำรวจแบบแนะแนวทาง (Directed) ครูผู้สอนจัดสื่ออุปกรณ์หรือชุดกิจกรรมให้นักเรียนคราวนี้ ครูผู้สอนแนะแนวทางการทำกิจกรรมหรือจัดกระทำกับสื่อให้นักเรียน เพื่อให้แน่ใจว่า เมื่อนักเรียนได้มีประสบการณ์ทำกิจกรรมแล้ว ทำให้ได้มโนทัศน์หรือกระบวนการซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

1.3 การสำรวจแบบสังเกต (Observational) ในกรณีนี้ให้นักเรียนทำกิจกรรมเพียงสังเกตเหตุการณ์หรือกระบวนการตัวอย่างเช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ชีวภาพนักเรียนมีประสบการณ์ โดยการสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตของสิ่งมีชีวิต

2. การแสดงออก ขั้นการแสดงออกเป็นการให้โอกาสนักเรียนที่จะแสดงออกถึงความเข้าใจ ได้มีประสบการณ์จากขั้นการสำรวจ ขั้นการแสดงออกนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ

2.1 เพื่อช่วยให้นักเรียนเริ่มคิดถึงสิ่งสำคัญที่ได้จากการมีประสบการณ์ในขั้นตอนแรก และเริ่มที่จะนำมาสร้างเป็นรูปแบบแนวคิดให้ได้เป็นมโนทัศน์หรือกระบวนการที่จะนำเสนอ

2.2 เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูได้ทราบถึงความเข้าใจและความพร้อมของนักเรียนสำหรับขั้นการให้นิยามหรือชื่อ มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับสมองและการพัฒนาเกี่ยวกับประสาทสมองเสนอแนะว่า

โอกาสในการใช้พฤติกรรมการแสดงออกหลาย ๆ แบบเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้และมีการพัฒนาเกิดขึ้น

3. การให้นิยามหรือชื่อ ขั้นการให้นิยามหรือชื่อเป็นการให้คำนิยาม หรือให้ชื่อโดยครูเป็นผู้ให้หรือแหล่งวิทยาการอื่น เช่น จากตำรา ภาพยนตร์ วิทยากรเป็นผู้ให้จากประสบการณ์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือกระบวนการที่มีมาก่อนในขั้นการสำรวจ โดยปกติแล้วจะต้องมีการให้ตัวอย่างเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการเพิ่มเติมในตอนนี เพื่อให้มีความหมายมากขึ้นต่อประสบการณ์และการแสดงออกที่ผ่านมา ในขั้นตอนนี้อาจมีการตั้งคำถามใหม่ เพื่อให้มีการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรอื่นต่อไป

4. การนำไปใช้ ขั้นตอนการนำไปใช้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจมโนทัศน์หรือกระบวนการได้ดีขึ้น โดยการนำเอามโนทัศน์หรือกระบวนการนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ การนำไปใช้ซ้ำ เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ใช้นิยามหรือชื่อในบริบทที่เหมาะสมและเป็นการช่วยให้อจดจำมโนทัศน์หรือกระบวนการนั้นได้นาน กิจกรรมขั้นการนำไปใช้สามารถใช้เป็นประสบการณ์ขั้นการสำรวจ สำรวจมโนทัศน์หรือกระบวนการใหม่ที่เกี่ยวข้องและการจัดกิจกรรมขั้นการนำไปใช้ อาจมีมากกว่า 1 ครั้ง ก่อนที่จะเรียนรู้แบบวัฏจักรอันใหม่

ต่อมาในปี ค.ศ.1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้และเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ ขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะต้องดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและการนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุปและขยายผล ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือนำข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น



จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวคิดหลักของตนเองในกรณีที่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใดรวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไปทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

Carin and Sund (1975 อ้างถึง ภพ เลหาไพบูลย์, 2542:124-127) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาที่อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้การกระตุ้นอภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การใช้อุปกรณ์สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant events) สถานการณ์นั้นหรือปัญหานั้นควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้แก่เด็กและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

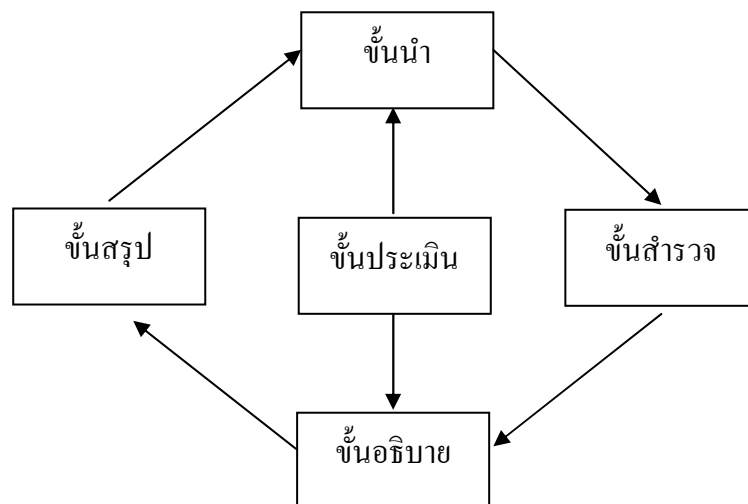
3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุวิธีในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

Lorsbach (2002, 1-2 อ้างถึง นันทกา คันธิยงค์ 2547, 29-30) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้เป็นวิธีการวางแผนในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และยึดหลักทฤษฎีประยุกต์ที่เกี่ยวกับวิธีการเรียนโดยลำพัง วิธีการง่ายต่อการเรียนและมีประโยชน์ในการสร้างโอกาสในการเรียนวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 5 ส่วนรวมกัน ตามภาพประกอบ 1





ภาพประกอบ 1 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ (นันทกา คันชียงค์ 2547, 29)

จากภาพประกอบ 1 สามารถอธิบายองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ได้ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ ในขั้นนี้ครูผู้สอนต้องการสร้างความสนใจและก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นในหัวข้อที่เรียน เช่น สร้างคำถามที่ต้องการค้นหาความจริงจากความรู้เดิมของนักเรียน พร้อมกับเปิดโอกาสให้ครูผู้สอนได้ชี้แนะถึงความเข้าใจผิดบางประการต่อความรู้เดิมนั้น ในขั้นตอนนี้ นักเรียนควรจะถูกถามคำถาม กิจกรรมที่นำเข้าสู่บทเรียนจะต้องให้สถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน และเกี่ยวข้องกับเรื่องราวที่นักเรียนจะเรียน

2. ขั้นสำรวจ ในขั้นสำรวจนักเรียนควรได้รับโอกาสในการทำงานร่วมกันโดยไม่ได้รับการสอนโดยตรงจากครู ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก มีหน้าที่ช่วยเหลือนักเรียนในการวางกรอบคำถามด้วยการถามคำถามและการสังเกต ขั้นนี้ทำให้นักเรียนขาดสมมุติฐานทางความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐานและหรือสร้างรูปแบบใหม่พยายามให้ทางเลือกและถกเถียง (Discuss) ปัญหา กับนักเรียน บันทึกสิ่งที่สังเกตได้และความคิด (Ideas) และลงความคิดเห็นของข้อมูลที่ได้อีก

3. ขั้นอธิบาย ครูควรกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายความคิดรวบยอด โดยใช้คำพูดของนักเรียนเอง ครูควรถามเพื่อให้ทราบถึงเหตุการณ์และการอธิบายความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนควรฟังคำอธิบายของผู้อื่นและของครูผู้สอนอย่างคิดวิเคราะห์ นักเรียนควรใช้การสังเกตและการบันทึกในการอธิบายในขั้นนี้ ครูควรเตรียมนิยามและคำอธิบายจากประสบการณ์และจากขั้นสำรวจของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

4. ขั้นสรุป ในขั้นนี้ นักเรียนควรประยุกต์ความคิดรวบยอดและทักษะไปใช้ในสถานการณ์อื่น (แต่คล้ายกับสถานการณ์เดิม) และใช้นิยามศัพท์และคำอธิบายอย่างเป็นทางการ ครูจะเตือนให้

นักเรียนระลึกถึงคำอธิบายต่างๆ และพิจารณาหลักฐานและข้อมูลที่ปรากฏ พร้อมกับนำเอา คำอธิบายต่าง ๆ เหล่านั้นไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ สำหรับกลวิธีการสำรวจมีการประยุกต์อย่าง เหมาะสม เนื่องจากนักเรียนจะมีข้อมูลล่วงหน้าในการถามคำถาม เสนอวิธีการแก้ปัญหาตัดสินใจ ทดลองและบันทึกการสังเกต

5. ชั้นประเมิน การประเมินผลจากประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหมดของนักเรียน ครูควร สังเกตความรู้และหรือทักษะการประยุกต์ความคิดรวบยอดและการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของ นักเรียน นักเรียนควรประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูควรถามคำถามที่อาจจะกระตุ้นการสืบ เสาะหาความรู้ในอนาคต

ลูนิย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, 10 -11 อ้างถึง นันทกา คันทิงค์ 2547, 19) ได้นำวัฏจักรการ เรียนรู้ของ SE ของโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) มาทดลองดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับ เด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกันแสวงหา ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีก ทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนและเรียนรู้อย่างมีความสุข ภายใต้ สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริงเพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียน ไทย มีขั้นตอน 5 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่ นักเรียนหรือตรวจสอบ ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้ บทเรียนใหม่

2. ชั้นสำรวจ/ชั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่ นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำ ความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือ สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้เป็นที่ ปรีกษา และเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนทัศน์

3. ชั้นอธิบาย/ชั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้น ที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอ มโนทัศน์หรือความรู้ที่ค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และ ประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูผู้สอนมีบทบาท ตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

4. ชั้นขยายหรือประยุกต์ใช้ มโนทัศน์/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็น ขั้นที่นักเรียนประยุกต์ใช้ มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพการณ์ที่เป็นจริง หรืออาจ ขยายมโนทัศน์นั้น ๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ที่ลึกซึ้ง หรือมโนทัศน์อื่น ๆ ที่สัมพันธ์

หรือเกี่ยวข้องกัน

5. ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition Phase) เป็นขั้นที่ดัดแปลงจากรูปแบบเดิม คือ ชั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ทั้งนี้เพราะชุดกิจกรรมนี้ได้ระบุดัชนีบ่งชี้ผลการเรียนรู้ หรือหลักฐานการเรียนรู้ไว้ในทุกขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน นั่นคือการวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา จึงเปลี่ยนขั้นที่ 5 เป็นชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งมุ่งให้นักเรียนนำผลการประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบความรู้จากขั้นที่ 4 มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครูอันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, 37); พันธุ์ ทองชุมนุม (2547, 55) เสนอขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาที่ สถานการณ์ควรอยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและโยนไปสู่การออกแบบการค้นคว้าได้

2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาและควรเป็นคำถามที่นักเรียนนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน)

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการค้นคว้า การกำหนดเครื่องมือ เก็บรวบรวมข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูล

4. นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งค้นคว้าที่กำหนด ทำการบันทึกผลและจัดหมวดหมู่ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการศึกษาค้นคว้า การใช้คำถามต้องอาศัยข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่คำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้นและควรจะมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่เรียนต่อไป ดังภาพประกอบ 2



**ภาพประกอบ 2** แสดงกิจกรรมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
(พันธ์ ทองชุมนุม 2547, 54)

สาขาชีววิทยา สสวท. (2546, 219-220; ชูศิลป์ อัดชู 2550, 56-57) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ที่นำเสนอโดยนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

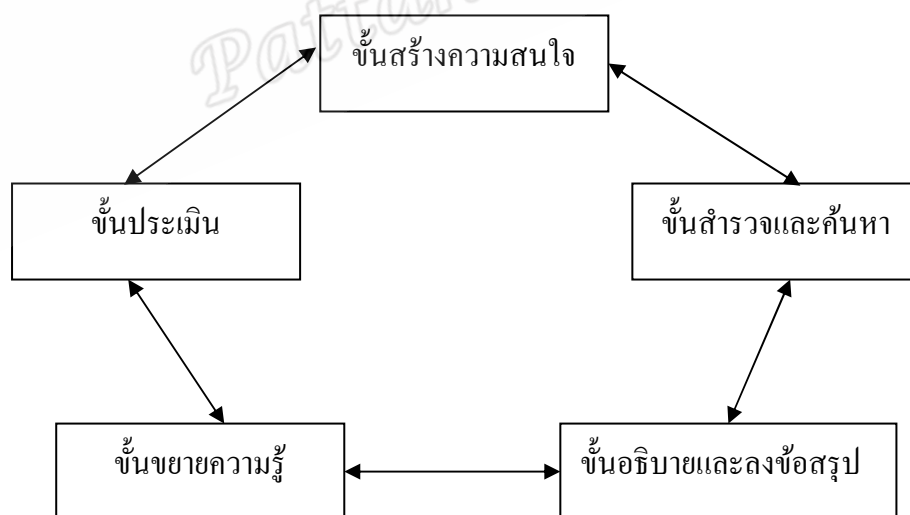
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

2. **ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ



**ภาพประกอบ 3** แสดงกิจกรรมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

(ชูศิลป์ อัทธู 2550, 56-57)

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้<sup>1</sup>นี้สามารถสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร ดังนั้น ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หรือรูปแบบการสอนนี้เป็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนและเป็นรูปแบบการสอนของครู

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ **ขั้นสร้างความสนใจ** **ขั้นการสำรวจและค้นหา** **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** **ขั้นขยายความรู้** และ**ขั้นประเมินผล**

### บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การที่จะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้<sup>1</sup>ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเองในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับนักเรียนไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียนรู้ และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงาน ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา (NRC 2000)

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จ นอกจากประเด็นดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ในแต่ละขั้นตอนครูต้องแสดงบทบาทของตนเอง Trowbridge and Bybee (1996, 215 – 217) ได้กล่าวไว้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ในบทบาทของครูผู้สอนดังตาราง 1

ตาราง 1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
<b>1.การสร้างความสนใจ (Engage)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างความสนใจ</li> <li>- สร้างความอยากรู้อยากเห็น</li> <li>- ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายความคิดรวบยอด</li> <li>- ให้คำจำกัดความและคำตอบ</li> <li>- สรุปประเด็นให้</li> </ul>
<b>2.การสำรวจและค้นหา (Explore)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- สังเกตและฟังการโต้ตอบกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เตรียมคำตอบไว้ให้</li> <li>- บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา</li> </ul>



ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน</li> <li>- ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน</li> <li>- ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัย</li> <li>- ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่</li> <li>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก</li> <li>- ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน</li> </ul>
<b>3. การอธิบาย (Explain)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง</li> <li>- ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ</li> <li>- ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน</li> <li>- แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิดหรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ</li> </ul>
<b>4. การขยายความรู้ (Elaborate)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้คำตอบที่ชัดเจน</li> <li>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก</li> <li>- ใช้เวลามากในการบรรยาย</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน</li> <li>- อธิบายวิธีการแก้ปัญหา</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
	- ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและ ถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้ อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร (ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจ ตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้)	
<b>5. การประเมินผล</b> <b>(Evaluate)</b>	- สังเกตนักเรียนในการนำ ความคิดรวบยอดและทักษะ ใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของ นักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่า นักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเอง เกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะ กระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มี หลักฐานอะไรนักเรียนเรียนรู้ อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้นและจะ อธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	- ทดสอบคำนิยามศัพท์และ ข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรอบ ขอบใหม่ - ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่ เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หรือทักษะ

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูจะต้องมีการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เพื่อความสนใจในบทเรียน ในการจัดกิจกรรมต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดมีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการสร้างแรงจูงใจและเสริมแรงอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอและกิจกรรมที่จะปฏิบัติ ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักการป้อนคำถามจะต้องป้อนคำถามเก่ง เลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะ

กับความสามารถของนักเรียน ไม่ควรบอกคำตอบทันที ควรแนะนำให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง จะต้องรู้ว่าจะถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความคิด ถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความจำ และถามอย่างไรเด็กจึงจะเกิดความเข้าใจ เวลาเด็กถามก็อย่าบอกคำตอบทันที เพราะการทำเช่นนั้นจะทำให้เด็กไม่ใช้ความคิด นาน ๆ ครั้งครูจึงตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง การสอนแบบนี้ครูจะต้องเป็นนักถาม ไม่ใช่ผู้ตอบ เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนตั้งข้อสงสัยหรือวางแผนแก้ปัญหาที่กำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้ว ก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการปฏิบัติการต่อไปถ้านักเรียนยังไม่รู้วิธีการไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบเรื่องนี้พอเป็นแนวทางก็ได้ ถ้าปัญหาโดยยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันแก้ปัญหาต่อไป โดยครูก็เป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มคั่นเวลานั้น เป็นผู้กำกับและจัดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบ และดำเนินกิจกรรมอย่างถูกขั้นตอน คอยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากคิดหาคำตอบของปัญหา และไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเอง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายซักถาม เพื่อจะได้เกิดแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น แล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป นอกจากนี้ครูจะต้องพยายามหาวิธีในการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ วิธีมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ด้วยจะทำให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น (อำนาจ เจริญศิลป์ 2537, 17-18; กระทรวงศึกษาธิการ 2544, 38; สสวท. 2546, 6-7)

### บทบาทของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้

Trowbridge and Bybee (1996, 215 – 217) ได้กล่าวถึงโมเดลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ในบทบาทของนักเรียนดังตาราง 2

ตาราง 2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
1.การสร้างความสนใจ (Engage)	- ถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิด ขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้  - แสดงความสนใจ	- ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง - ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง - ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย
2.การสำรวจและค้นหา (Explore)	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม  - ทดสอบการคาดคะเนและ	- ให้คนอื่นคิดและสำรวจ  ตรวจสอบ  - ทำงานเพียงลำพังโดยมี

ตาราง 2 (ต่อ)

	<p>สมมติฐาน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่</li> <li>- พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น</li> <li>- บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>- ลงข้อสรุป</li> </ul>	<p>ปฏิสัมพันธ์ กับผู้อื่นน้อยมาก</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติอย่างสับสนไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน</li> <li>- เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ</li> </ul>
<p>3. การอธิบาย (Explain)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน</li> <li>- ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์</li> <li>- ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย</li> <li>- ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย</li> <li>- อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว</li> <li>- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก/สังเกตในการอธิบาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายโดยไม่มี การเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม</li> <li>- ยกตัวอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกัน</li> <li>- ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล</li> <li>- ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่น</li> <li>- ซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้</li> </ul>
<p>4. การขยายความรู้ (Elaborate)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นำการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบายและทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</li> <li>- ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถามกำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน</li> <li>- ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่</li> <li>- อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้</li> </ul>

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่นักเรียนควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5 Es	ไม่สอดคล้องกับ 5 Es
5. การประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้</li> <li>การสังเกต หลักฐานและ</li> <li>คำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- แสดงออกถึงความรู้ความ</li> <li>เข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบ</li> <li>ยอดหรือทักษะ</li> <li>- ประเมินความก้าวหน้าด้วย</li> <li>ตนเอง</li> <li>- ถามคำถามเพื่อให้มีการ</li> <li>ตรวจสอบต่อไป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลงข้อสรุปโดยปราศจาก</li> <li>หลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่</li> <li>ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและ</li> <li>อธิบายให้จำกัดความ</li> <li>- ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดง</li> <li>ความ เข้าใจด้วยคำพูดของ</li> <li>ตนเอง</li> </ul>

นอกจากนี้ นักเรียนจะต้องพยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายการสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน แสดงความรู้ ความรู้ลึกและความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล พุด ชักถาม หรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล (สสวท. 2546, 7)

Michael (2001) ได้เสนอบทบาทของครูและนักเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนและลักษณะของกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังตาราง 3

ตาราง 3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. สร้างความสนใจ (Engage) ครูจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจ สงสัย ใคร่รู้ อยากรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม</li> <li>2. แปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน</li> <li>3. ชั่วๆ ท้าทาย น่าสนใจ ใคร่รู้</li> <li>4. เปิดโอกาสให้มีแนว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. สร้างความสนใจ</li> <li>2. สร้างความอยากรู้</li> <li>อยากเห็น</li> <li>3. ตั้งคำถาม กระตุ้นให้</li> <li>นักเรียนคิด</li> <li>4. ให้เวลานักเรียนคิด</li> <li>ก่อนตอบคำถาม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. ตั้งคำถาม</li> <li>2. ตอบคำถาม</li> <li>3. แสดงความคิดเห็น</li> <li>4. กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจ</li> <li>ตรวจสอบให้ชัดเจน</li> </ul>

ตาราง 3 (ต่อ)

อยากเห็น ชัดแจ้ง หรือเกิดปัญหา และ ทำให้นักเรียน ต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือ แก้ปัญหา (สำรวจ ตรวจสอบ) ด้วยตัว ของนักเรียนเอง	ทางการตรวจสอบ อย่างหลากหลาย 5. นำไปสู่กระบวนการ ตรวจสอบด้วยตนเอง นักเรียนเอง	หรือไม่เร่งเร็วในการ ตอบคำถาม 5. ดึงเอาคำตอบหรือ ความ คิดที่ยังไม่ ชัดเจนไม่สมบูรณ์ 6. เปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจ กระจ่างในปัญหาที่จะ สำรวจตรวจสอบ	5. แสดงความสนใจ
<b>2. สำรวจและค้นหา (Explore)</b> การจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์ให้ นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบปัญหา หรือประเด็นที่ นักเรียนสนใจ ใคร่รู้	1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธี แสวงหาความรู้ด้วย ตนเอง 2. นักเรียนทำงานตาม ความ คิดอย่างอิสระ 3. นักเรียน ตั้งสมมติฐานได้ หลากหลาย 4. พิจารณาข้อมูลและ ข้อเท็จจริงที่ปรากฏ แล้วกำหนดสมมติฐาน ที่เป็นไปได้ 5. นักเรียนวางแผน แนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ 6. นักเรียนวิเคราะห์ อภิปรายเกี่ยวกับ กระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ	1.เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้วิเคราะห์ กระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ 2. ชักถามเพื่อนำไปสู่ การสำรวจตรวจสอบ 3. ส่งเสริมให้นักเรียน ได้ทำงานร่วมกัน 4. ให้นักเรียนใน การคิดไตร่ตรอง ปัญหา 5. สังเกตการทำงาน ของนักเรียน 6. ฟังการโต้ตอบกัน ของนักเรียน 7. ทำหน้าที่ในการให้ คำปรึกษา 8. อำนวยความสะดวก	1. คิดอย่างอิสระ แต่ อยู่ในขอบเขตของ กิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐาน 3. พิจารณา สมมติฐานที่เป็นไป ได้โดยการอภิปราย 4. ระดมความ คิดเห็นในการ แก้ปัญหาในการ สำรวจตรวจสอบ 5. ตรวจสอบ สมมติฐานอย่างเป็น ระบบ ขั้นตอน ถูกต้อง 6. บันทึกการสังเกต หรือผลการสำรวจ ตรวจสอบ อย่างเป็น ระบบ ละเอียด รอบคอบ



ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	7. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ		7. กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการสำรวจ
<b>3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)</b> ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้ หรืออภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้ อย่างชัดเจน	1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จาก การสำรวจ ตรวจสอบมานำเสนอ ในลักษณะ 1.1 วิเคราะห์ แผลผล 1.2 สรุปผล 1.3 อภิปราย 2. นักเรียนนำเสนอผลงาน ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปวาด ตาราง แผนผัง 3. มีการอภิปราย ซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับ ผลงานของนักเรียน 4. มีการพิสูจน์ ตรวจสอบให้แน่ใจ	1. ส่งเสริมให้นักเรียน ได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนอธิบาย โดยเชื่อมโยง ประสบการณ์ความรู้เดิม และสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเข้าด้วยกัน 3. ให้นักเรียนอธิบาย โดยมีเหตุผล หลักการ หรือหลักฐานประกอบ 4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ 2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ สอดคล้องกับข้อมูล 3. อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์ และมีเหตุผลหลัก การ 4. ฟังการอธิบายของผู้อื่น แล้วคิดวิเคราะห์ 5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อน อธิบาย
<b>4. ขยายความรู้ (Elaborate)</b> ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ขยายเพิ่มเติม หรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้	1. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ 2. ให้นักเรียนได้ อธิบายและร่วม อภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือ	1. ส่งเสริมให้นักเรียน อธิบายอย่างละเอียด ชัดเจน สมบูรณ์ และ อภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็มหรือขยายแนว ความ คิด และทักษะ	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไป อธิบายหรือทักษะ จากการสำรวจ ตรวจสอบไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่ คล้ายกับ

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
กว้างขวางสมบูรณ์ กระจำงและลึก ซึ่ง ยิ่งขึ้น	เติมเต็มเพื่อให้ได้องค์ ความรู้ที่สมบูรณ์ กระจำง หรือลึกซึ่งขึ้น 3. ให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า หรือทดลอง เพิ่มขึ้น 4. ให้นักเรียนนำ ความรู้ที่ได้ไป ประยุกต์ใช้ในเรื่อง อื่น ๆ	จากการสำรวจ ตรวจสอบ 2. ส่งเสริมให้นักเรียน เชื่อมโยงความรู้จาก การสำรวจตรวจสอบ กับความรู้อื่น ๆ 3. ร่วมอภิปรายแสดง ความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็ม หรือขยาย กรอบความรู้ความคิด	สถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจากการ สำรวจตรวจสอบไป สร้างความรู้ใหม่ 3. นำความรู้ใหม่ เชื่อมโยงกับความรู้ เดิมเพื่ออธิบาย หรือ นำไปใช้ในชีวิต ประจำวัน
<b>5. ประเมินผล (Evaluate) ครูจัด กิจกรรมหรือ สถานการณ์ที่เปิด โอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์ วิเคราะห์ หรือ อภิปราย ซักถามแลกเปลี่ยน องค์ความรู้ซึ่งกัน และกัน ในเชิงเปรียบเทียบ เปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุงเพิ่มเติม หรือทบทวนใหม่ ทั้ง กระบวนการและ องค์ความรู้</b>	มีการตรวจสอบ ความถูกต้อง ความ ชัดเจน ความสมบูรณ์ ของกระบวนการและ องค์ความรู้ที่ได้โดย 1. วิเคราะห์แลกเปลี่ยน เรียนรู้ซึ่งกันและกัน 2. วิเคราะห์ หรือ อภิปรายเพื่อ เปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง 3. เปรียบเทียบผลการ สำรวจตรวจสอบกับ สมมติฐานที่กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อ นำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียน ประเมินกระบวนการ และผลงานด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียนวิเคราะห์ สิ่งที่ควรปรับปรุง แก้ไขในการสำรวจ ตรวจสอบ ทั้ง กระบวนการและองค์ ความรู้ที่ได้	1. วิเคราะห์ กระบวนการสร้าง องค์ความรู้ของ ตนเอง 2. ถามคำถามที่ เกี่ยวข้องจากการ สังเกต หลักฐานและ คำอธิบายเพื่อความ เข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์ และ อาจนำไปสู่การ สำรวจตรวจสอบ ใหม่ 3. ประเมิน กระบวนการและ องค์ความรู้ของตน เอง

ดังนั้น จากบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ครูจะต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง สถานการณ์นั้นเป็นปัญหาสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุเพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนและครูเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามจุดมุ่งหมายปลายทางคือ นักเรียนต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบเห็น พูดยุติความคิดเห็น อภิปราย ในเรื่องที่เรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยที่ครูต้องใช้เทคนิคการใช้คำถามอย่างรัดกุม และเหมาะสมที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้

### ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีการอยากรู้อยู่ตลอดเวลา นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ คือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ นักเรียนเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา สามารถเรียนรู้มีโนทัศน์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่น ไม่ว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ภพ เลาหไพบูลย์ 2540, 126; กระทรวงศึกษาธิการ 2545, 38; พันธุ์ทอง ชุมนุช 2547, 56-57; พิมพ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข 2548, 78)

#### ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งจะใช้เวลามาก บางครั้งได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนด ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนสนใจ ก็จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และไม่สนใจ ทำให้ให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองได้ บางคนยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดการ

กระตือรือร้นในการเรียนมาก อาจจะพอดตอบคำถามได้ ถ้าใช้การจัดการเรียนรู้แบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองลดลง ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีแบบนี้ได้ (ภพ เลหาไพบูลย์ 2540, 126; กระทรวงศึกษาธิการ 2545, 38; พันธุ์ ทองชุมนุม 2547, 57; พิมพ์พันธ์ เฉลิมกุลต์ และเพียว ยินดีสุข 2548, 78)

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน สามารถสรุปได้ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมนักเรียน ได้พัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบโดยการสืบค้นข้อมูลและเสาะแสวงหาด้วยตนเอง เพื่อสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ ทำให้เกิดเป็นการจำแบบยั่งยืน

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง อาจจะทำให้นักเรียนเบื่อ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาค่ำ จะทำให้ขาดแรงจูงใจในการสืบค้นเนื้อหา ประกอบกับถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ไม่ชวนสงสัยยิ่งจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายบทเรียน จะทำให้การสอนแบบนี้ไม่ได้ผลเท่าที่ควร

### เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับ ประสิทธิภาพทั้งทางตรงทางอ้อมจากการจัดการเรียนรู้ เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกิดจากความสามารถทางสมองหรือด้านสติปัญญาของนักเรียน การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะทางการเรียน เมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอนแล้ว ซึ่งโดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนด คะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง โดยอาศัยเครื่องมือในการช่วยวัดผล ซึ่งมี 4 ด้าน ดังนี้ (Klopfer 1971, 574-580; Good 1973, 6 – 7; ภพ เลหาไพบูลย์ 2542, 329)

1. พฤติกรรมด้านความรู้
2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ
3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, 11) ได้กล่าวถึงความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัยความรู้รอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสามารถทางการเรียนการสอนของบุคคล เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้หรืออบรม โดยใช้เครื่องมือในการช่วยวัด สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ หรือขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (สุธรรม อ่อนคำ 2534, 88; พิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพียว ยินดีสุข 2548, 125)

กล่าวโดยสรุปแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง คะแนนหรือผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งต้องอาศัยการวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของแสง ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนหรือผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดพฤติกรรมในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้

#### การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มิได้มุ่งเฉพาะเนื้อหาความรู้ที่ได้เท่านั้น แต่ยังครอบคลุมไปถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องมุ่งให้ผู้เรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการวัดและประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ จากพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Bloom มี 5 ประเภท ดังนี้ (สุรจิตา เศรษฐภักดี 2547, 21)

1. ความรู้ความเข้าใจ
2. การสืบเสาะหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. เจตคติและความสนใจ
5. ทักษะปฏิบัติการ

ซึ่งพิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, 126); พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, 31-42) กล่าวถึงแนวคิดของ Bloom ที่ได้จำแนกพฤติกรรมการศึกษา ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 3 ด้าน คือ

### 1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นสมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 6 ระดับเรียงตามลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งปัจจุบันลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาในอุดมคติทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Bloom นั้นมีการปรับปรุงใหม่ และยังคงมีลำดับขั้น 6 ขั้น คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์

### 2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัย

พฤติกรรมด้านจิตพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิดทางจิตใจอารมณ์ และคุณธรรมของบุคคลซึ่งต้องอาศัยการสร้างหรือปลูกฝังคุณลักษณะนิสัยต่างๆ ให้เกิดขึ้น โดยเริ่มจากพฤติกรรมขั้นแรกที่ย่างไปหาขั้นสุดท้ายที่ยาก ซึ่งมี 5 ระดับ คือ การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างค่านิยม การจัดระบบค่านิยม และการสร้างลักษณะนิสัย

### 3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงปฏิบัติการซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบการใช้งานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายที่ต้องอาศัยการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้ออกับการทำงานของระบบประสาทต่างๆ ซึ่งเป็นหน่วยสั่งการ

นอกจากนี้ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfer ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 6 ประเภท คือ (ภพ เลหาไพบุลย์ 2542, 329)

1. ความรู้และความเข้าใจ
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
5. เจตคติและความสนใจ
6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, 46-51); สสวท. (2546); พิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, 126-130) ได้ยึดแนวทางของ Kolpfer วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้จากพฤติกรรม 4 ด้านเป็นหลัก คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำ



ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

#### 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหนังสือ และการฟังจากคำบรรยาย ซึ่งความรู้ที่ควรวัดและประเมินผล จำแนกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง ความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วจะได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น สัตว์จำพวกแมลงมี 6 ขา

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ มโนทัศน์เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่ เช่น มโนทัศน์ของความหนาแน่นของสาร

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ซึ่งได้มาจากการนำมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎ เป็นหลักการที่มุ่งเน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล เช่น กฎของอาร์คิมิดีส กฎของเมนเดล

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ เช่น N เป็นอักษรย่อแทนชื่อธาตุไนโตรเจน

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ สิ่งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติหลาย ๆ อย่างเป็นปรากฏการณ์ที่มีการเกิดขึ้นหมุนเวียนซ้ำ ๆ กันจนกลายเป็นวัฏจักรที่นักวิทยาศาสตร์สามารถอธิบาย บ่งชี้ถึงขั้นตอนของปรากฏการณ์เหล่านั้นได้ เช่น วัฏจักรของน้ำ วงจรชีวิตของแมลง

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติจำเป็นต้องมีกฎเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการแบ่งประเภท ซึ่งผู้ที่ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรจะมี เช่น เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ จึงเกิดขึ้นมากมาย อย่างไรก็ตามกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่เท่านั้น และความรู้ นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์มีอยู่มากมาย

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ทฤษฎีเป็นข้อความที่ใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีอะตอม และทฤษฎีวิวัฒนาการ

1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ความจำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา กล่าวคือ ผู้เรียนเคยเรียนรู้มโนทัศน์ของวัฏจักรไคววัฏจักรหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปของวัฏจักรก็สามารถใช้มโนทัศน์ของวัฏจักรมาใช้อธิบายสิ่งนั้นได้ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้วัฏจักรของน้ำ เมื่อได้รับข้อมูลของการเจริญเติบโตของพืช นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรมาอธิบายเป็นวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืชได้

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง เช่น เรือลำหนึ่งกำลังลากเรือบรรทุกทราย 2 ลำ แล่นอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา” นักเรียนสามารถแปลความหมายของโจทย์ให้อยู่ในรูปของเวกเตอร์ของแรงได้ หรือครูผู้สอนกำหนดกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาให้ นักเรียนสามารถอธิบายกราฟเป็นคำพูดได้

1.3 พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ปัญหาดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.4.1 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ปัญหาลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่นักเรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่น ๆ ที่อยู่ในวิชาเดียวกัน เช่น การหาคำตอบจากคำถามว่า “เพราะเหตุใดไฟฟ้าจึงดับ เมื่อเราปิดสวิตช์” ปัญหานี้อยู่ในเรื่องเกี่ยวกับไฟฟ้า

1.4.2 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ที่เป็นปัญหาเดี่ยวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เช่น คำถามว่า “การย่อยอาหารบริเวณกระเพาะอาหารจะได้สารอาหารอะไรบ้างที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้” ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีและชีววิทยา

1.4.3 ปัญหาที่เป็นเรื่องของการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น “สะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาควรปลูกสร้างในลักษณะใด”

## 2. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย

การพิจารณาด้านจิตพิสัยของผู้เรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นพิจารณาจากพฤติกรรมด้านความรู้สึกรู้อารมณ์ และระดับการยอมรับหรือปฏิเสธ แต่อย่างไรก็ตามมิได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกรู้อารมณ์ทั้งหมดที่ควรเกิดขึ้นในตัว of นักเรียนวิทยาศาสตร์ โดยจะกล่าวถึงเฉพาะเจตคติ พฤติกรรมเกี่ยวกับเจตคติ ในวิชาวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการแสดงออกในเชิงสนับสนุนที่อาจจะอยู่ในรูปของการพูด การเขียน หรือการแสดงท่าทีที่บ่งบอกถึงความตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในด้านที่จะช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้นไป ตลอดจนยอมรับว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายไม่ว่าจะในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคตมีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

2.2 เจตคติต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของนักเรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงการยอมรับว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของความคิดที่มีความเที่ยงตรง ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการแสดงออกในเชิงยอมรับเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสวงหาความรู้

2.3 เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของนักเรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง มีการวิเคราะห้วิจารณ์ตัวเอง ไม่ด่วนผลิผลลวมลงความเห็นความละเอียดรอบคอบ

## 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงานพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยที่ Klopfer ได้เสนอแนะไว้มี 2 ประเด็นคือ

3.1 ทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วไป เครื่องใช้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไม้มบรรทัด และเครื่องแก้วต่าง ๆ ทักษะด้านนี้

จะมุ่งเน้นเรื่องทักษะของการใช้เครื่องมือ จัดการกับเครื่องมือเหล่านี้ได้อย่างคล่องแคล่ว ซึ่งเกิดจากการได้ฝึกปฏิบัติงานที่ต้องใช้เครื่องมือเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ

3.2 ทักษะการปฏิบัติงานการทดลองได้อย่างประณีตและปลอดภัย ทักษะนี้จะพิจารณาเรื่องของการดำเนินการที่มีลำดับขั้นตอนด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและระมัดระวัง มีความรอบคอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีคุณค่า รวมทั้งการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องใช้และอันตรายที่จะเกิดกับผู้ทำการทดลองด้วย

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์จะมุ่งวัดความรู้ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ โดยการวัดจะต้องวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติความสนใจ ทักษะปฏิบัติการ รวมถึงการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งวัดจากพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้

#### แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งนักวัดผลและนักการศึกษา มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปเป็นแบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์ และได้ให้ความหมายไว้ในแนวทางเดียวกัน ดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้เชิงวิชาการ เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคลว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด (เยาวดี วิบูลย์ศรี 2540, 28; พิชิต ฤกษ์จรูญ 2545, 96) หรือกล่าวได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมากน้อยเพียงใด (สมบุญ ณ ทัศนะ 2545, 143; สมนึก ภัททิยธนี 2549, 73)

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ความสามารถ และทักษะทางวิชาการของนักเรียนจากการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว

ในการวิจัยครั้งนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง สมบัติของแสง ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรม ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้

## เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องฝึกฝนให้เกิดขึ้นกับนักเรียนจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เพื่อใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถนำกระบวนการที่ได้รับการฝึกฝนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การสังเกต การวัด การทดลองและออกแบบการทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักการพิจารณาเหตุผลเชิงนิรนัย (Klopfer 1971, 568; Kuslan and Stone 1972, 229)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิด เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งแก้ปัญหา เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (psychomotor skills/hand on skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ (วรรณทิพารอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ 2532, 1; กระทรวงศึกษาธิการ 2544, 33; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพชรวิญญู 2548, 9) ยังรวมถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลอง การแสดงความสามารถของนักเรียนในการแสดงการคิด การปฏิบัติอย่างมีเหตุผล มีระบบ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสะสมอยู่ในตัวผู้เรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและแสวงหาความรู้ได้ (ประดับ จรตระการ 2547, 36)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังถือเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาในแต่ละครั้งจะมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ นอกเหนือจากการที่ผู้ศึกษาหาความรู้ดังกล่าวจะใช้วิธีการที่น่าเชื่อถือแล้ว ตัวผู้ศึกษาหาความรู้เองจะต้องมีทักษะหรือมีความสามารถในการที่จะให้การดำเนินการศึกษาหาความรู้ในครั้งนั้นมีความราบรื่น ข้อมูลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนมีความน่าเชื่อถือ (พันธุ์ ทองชุมนุม 2547, 36) ดังที่ วิโรจน์ แส่นคำภา (2550, 33) ได้กล่าวไว้ว่าในการสอนจำเป็นต้องปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝน ความคิดอย่างมีระบบเป็นกระบวนการทางปัญญา โดยใช้ความสามารถความชำนาญ ในการเลือกใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรม ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการสังเกตพฤติกรรม การเรียนและใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการ จำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับ เวลา ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการ ทำนาย

#### **ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน สมชัย โภมล (2539, 39 - 42) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะการ นำไปใช้เป็น 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการแสวงหาข้อมูลมี 6 กระบวนการ คือ
  - 1.1 การสังเกต
  - 1.2 การวัด
  - 1.3 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
  - 1.4 การตั้งสมมติฐาน
  - 1.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
  - 1.6 การทำนาย
2. กระบวนการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล มี 5 กระบวนการ คือ
  - 2.1 การจำแนกประเภท
  - 2.2 การคำนวณ
  - 2.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติฯ
  - 2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
  - 2.5 การสื่อความหมายข้อมูล



3. กระบวนการตรวจสอบข้อมูล มี 2 กระบวนการ คือ

3.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

3.2 การทดลอง

นอกจากนี้ จงรัก สุวโจ (2546, 24–25) แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ทักษะในการแสวงหาความรู้ (Acquisitive skills) ได้แก่ การฟังอย่างตั้งใจและถามเมื่อสงสัย การสังเกตอย่างถี่ถ้วน การค้นคว้าหาข้อมูล การสืบเสาะหาความรู้โดยการสัมภาษณ์หรือสอบถาม การตั้งปัญหา การรวบรวมข้อมูล การทดลองและวิเคราะห์ ผลการทดลอง

2. ทักษะในการรวบรวม (Organization skills) ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ การเรียบเรียงข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่ การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ การเขียนโครงร่าง การประเมินผล หาวิธีแก้ไข และการวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้ไปใช้

3. ทักษะในการสร้างสรรค์ (Creative skills) ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้า การออกแบบความคิดใหม่ การคิดค้นเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ และการสังเคราะห์สิ่งที่มีอยู่ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่

4. ทักษะในการใช้เครื่องมือ (Manipulative skills) ได้แก่ การใช้และดูแลรักษาเครื่องมือ การสาธิตแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ การซ่อมแซม การสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ ในการทดลอง และการวัดโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ

5. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communicative skills) ได้แก่ การตั้งคำถาม การอภิปราย การเขียนรายงานผลการทดลอง การวิจารณ์ข้อมูล การเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง และการถ่ายทอดความรู้

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science [AAAS]) ได้เสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เมื่อปี ค.ศ. 1970 โดยได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้ (พันธ์ ทองชุมนุม 2547, 21; วรณทิพา รอดแรงคำ 2544, )

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skill ) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา
6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
7. ทักษะการสื่อสาร
8. ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (integrate science process skill)

ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ทักษะการควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

จากประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสม 5 ทักษะ ซึ่งทักษะขั้นพื้นฐานเป็นความสามารถของนักเรียนที่แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการพื้นฐานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเป็นพื้นฐานของทักษะขั้นผสม ส่วนทักษะขั้นผสมเป็นความสามารถในการคิดซึ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาและการดำเนินการทดลองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องนำไปใช้ฝึกให้กับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนสามารถใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ในการค้นหาความรู้ต่อไปได้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนใน ประถมศึกษาจะต้องคำนึงถึงความยากง่ายของทักษะ ความหมายในแต่ละระดับชั้น โดยจะเริ่มจาก ทักษะง่าย ๆ ไปสู่ทักษะที่ยากและซับซ้อนตามความสนใจและความสามารถของนักเรียนแต่ละ ระดับชั้น ตลอดจนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ (จันทน์ พรายเยี่ยมแชน 2533, 39-40)

1. ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 2 ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 - 6
2. ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 4 ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 - 6 - 10
3. ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 – 6 ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 - 6 - 10 - 13

นอกจากนี้ นฤมล ยุตาคมและคณะ (2550, 13) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเหมาะสำหรับการจัดการเรียนรู้ในช่วงชั้นประถมศึกษา

ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาฝึกให้กับนักเรียนในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เพราะเนื้อหาของกลุ่มวิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาที่ใช้ทักษะเบื้องต้นและนักเรียนในระดับอายุ 8-10 ปีที่กำลังเรียนในระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อปลูกฝังและส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก ทั้งนี้ ผู้วิจัยขออธิบายรายละเอียดในส่วนของทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2545, 46-51)

1. ทักษะการสังเกต (Observing) คือ การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ผิวกาย ตา หู จมูก และลิ้น เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ ปรากฏการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลอย่างละเอียด ถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ โดยไม่ใช้ความรู้สึก ความคิดของผู้สังเกตเข้าไปเกี่ยวข้อง

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุ โดยการ ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนักขนาด อุณหภูมิ เป็นต้น

3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (Measuring) คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับการวัด ค่าที่ได้จากการวัดต้องเป็นตัวเลข และมีหน่วยกำกับตัวเลขที่ได้จากการวัด สามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้อง และใกล้เคียงความเป็นจริง

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2. บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

3. บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

4. ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

5. ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (using number) คือ การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย

การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น ใช้ในการสรุปผลการทดลอง การอธิบายและทดสอบ สมมติฐาน ค่าใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะทำให้สื่อความหมายชัดเจน และเหมาะสมยิ่งขึ้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ มีดังต่อไปนี้

1. คำนวณได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว
2. บอกหรือแสดงวิธีการคิดคำนวณได้
3. ระบุหน่วยที่ใช้ได้อย่างถูกต้อง
4. นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนสิ่งของที่นับ ได้ถูกต้อง
5. ตัดสิน

4. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) คือ การจัดจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือแตกต่างกันกับ สิ่งของหรือเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทต่าง ๆ จากเกณฑ์จะต้องมี ความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
3. บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space and space space and time relationships)

ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการสังเกตรูปร่างของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของผู้สังเกตกับการมองใน ทิศทางต่าง ๆ กัน โดยการเคลื่อนที่ การผ่า การหมุน การตัดวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง ได้ สังเกตการเคลื่อนไหวของวัตถุโดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ เกี่ยวกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติ และภาวะการณ์นั้น หรือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่าง ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับ เวลา

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา จะมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
2. ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
3. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
4. หาเส้นสมมาตรหรือระนาบสมมาตรของวัตถุได้
5. บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุ โดยการใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์
6. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุ กับเวลาได้

6. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรือปรากฏการณ์หรือวัตถุ นั้น การลงความเห็นจากข้อมูลอาจจำแนกประเภทเป็น 2 ประเภท คือ การลงความเห็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลถ้าฝึกจนเป็นความชำนาญจะ ช่วยพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมมาช่วย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้ หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ความละเอียดของข้อมูล
2. ความถูกต้องของข้อมูล
3. ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น
4. ความสามารถในการสังเกต

7. ทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (manipulating and communicating data )

การจัดการกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัด หรือแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การแยกประเภท การ จัดเรียงลำดับ

การสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูด หรือภาษาท่าทาง เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ในสิ่งที่ต้องการสื่อความหมายให้ชัดเจนและรวดเร็ว องค์ประกอบของการสื่อความหมาย มี 4 ชนิด ได้แก่ ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร สาร ช่องทางรับสาร

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย จะต้องมี ความสามารถดังต่อไปนี้

1. เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
2. บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ได้
3. ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
5. บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใด ๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่น เข้าใจได้

8. ทักษะการทำนาย (predicting) เป็นความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการกฎหรือ ทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทำนาย จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
2. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
3. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

### การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญ สามารถ เลือกใช้ทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมในการแก้ปัญหาแต่ละด้าน ซึ่งสามารถฝึกฝนและพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้ (พันธ์ ทองชุมนุม 2547, 36-41)

#### 1. การพัฒนาทักษะการสังเกต

การสังเกตเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่าง ร่วมกัน ดังนั้นการพัฒนาทักษะการสังเกตจึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส เหล่านั้น วิธีการที่ครูจะช่วยพัฒนาทักษะการสังเกตของนักเรียน ได้แก่การฝึกฝนสิ่งดังต่อไปนี้



1. ฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ โดยอาจจะใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างรวมกันได้ เพราะการได้ฝึกใช้บ่อย ๆ จะทำให้ผู้ถูกฝึกเกิดความชำนาญในการบอกข้อมูลที่สัมผัสได้แม่นยำขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยการสังเกต นอกจากนี้ต้องใช้เวลาแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอในการได้ฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการจัดหมวดหมู่ของสิ่งของที่จะทำการศึกษา เพราะการจัดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่งของเหล่านั้น ซึ่งถือเป็นการสังเกตภายในตัว

4. ฝึกฝนให้นักเรียนได้เล่าหรืออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต เพราะการเล่าหรืออธิบายจะทำให้ผู้เล่าเกิดข้อคำถามกับตนเองว่า ข้อมูลที่มีอยู่มีความสมบูรณ์หรือไม่ ยังขาดอะไรอยู่บ้าง และหากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมต้องทำอย่างไร

5. ฝึกฝนให้นักเรียนได้เล่าหรือบรรยายว่า นอกเหนือจากที่ตนเองมีข้อมูลอยู่แล้วถ้าสังเกตต่อไปควรจะมีความสำคัญอย่างไร เพราะการคาดคะเนข้อมูลล่วงหน้าดังกล่าวแสดงถึงความละเอียดหรือความเข้าใจในข้อมูลของผู้สังเกตว่า มีความละเอียดรอบคอบในการสังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูลในครั้งนั้นมาน้อยเพียงใด

## 2. การพัฒนาทักษะการวัด

ทักษะการวัดเป็นความสามารถในการเลือกใช้วิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณให้มีความเหมาะสมกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ ดังนั้นการพัฒนาทักษะการวัดจึงเป็นการพัฒนาเพื่อฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความสามารถในทักษะการใช้วิธีการวัดหรือวิธีการใช้เครื่องมือ การวัดเป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถเชิงปริมาณในการลำดับสิ่งต่าง ๆ ตามคุณลักษณะ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ชัดเจนขึ้น วิธีการที่จะช่วยพัฒนาทักษะการวัดสามารถทำได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนฝึกการใช้เครื่องมือทุกประเภทให้เกิดความชำนาญทั้งเทคนิคการใช้เครื่องมือและวิธีการวัด

2. ให้นักเรียนฝึกการจำแนกประเภทของเครื่องมือว่าเครื่องมือว่าเครื่องมือชนิดใดเหมาะสมกับการวัดข้อมูลจากแหล่งใด

3. ให้นักเรียนฝึกการใช้หน่วยการวัดที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัดและเครื่องมือวัด

4. ให้นักเรียนฝึกการเปลี่ยนหน่วยให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อเกิดข้อจำกัดหรือความจำเป็น

### 3. การพัฒนาทักษะการคำนวณ

การพัฒนาทักษะการคำนวณเป็นการพัฒนาการจัดกระทำข้อมูลโดยการบวก ลบ คูณ หรือหาร ตามจุดประสงค์ของการอธิบายข้อมูลนั้นๆ ทักษะการคำนวณจึงเป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถที่เป็นนามธรรมของผู้เรียน การคำนวณจะต้องคำนึงถึงหน่วยซึ่งต้องเป็นหน่วยเดียวกันหรือแปลงให้เป็นหน่วยเดียวกันได้ วิธีการที่ผู้สอนจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะในการคำนวณ สามารถทำได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้ฝึกการคำนวณคือ การบวก ลบ คูณ และหาร ปริมาณต่าง ๆ
2. ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้เครื่องมืออื่น ๆ ที่จะช่วยให้การคำนวณในแต่ละครั้งมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งความแม่นยำและเวลา
3. ฝึกให้นักเรียนได้กะประมาณปริมาณต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญในการคำนวณปริมาณเหล่านั้นอย่างหายาบ ๆ เป็นเบื้องต้น

### 4. การพัฒนาทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทเป็นความสามารถในการแบ่งประเภทวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่มหรือเป็นหมวดหมู่โดยเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งการพัฒนาทักษะการจำแนกประเภทจึงเป็นการพัฒนาความสามารถในการจำแนกหรือแบ่งพวก จัดกลุ่มวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ที่จะบอกการจำแนกเหล่านั้น ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นเกณฑ์เกี่ยวกับความเหมือนหรือความสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างใดอย่างหนึ่ง การพัฒนาทักษะการจำแนกประเภทสามารถกระทำได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนมีการจัดกลุ่มสิ่งของ วัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งที่ครูกำหนดขึ้นมา
2. ฝึกให้นักเรียนมีการจัดกลุ่มจำแนกประเภทของวัตถุ สิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนเป็นคนกำหนดขึ้นมา
3. ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบสิ่งของ วัตถุหรือเหตุการณ์และอธิบายผลจากการใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน

### 5. การพัฒนาทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา

การพัฒนาทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและมิติกับเวลา ได้แก่ การพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ เช่น รูปทรงต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุ เช่น ตำแหน่งของสิ่งของในสนามฟุตบอล เราสามารถพัฒนาทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลาได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้สังเกตและบอกความแตกต่างของรูป 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร
2. ฝึกให้นักเรียนได้สังเกตภาพของตัวเองจากกระจกว่ามีความเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. ฝึกให้นักเรียนสังเกตเงาของวัตถุต่าง ๆ เช่นเงาตึก เงาต้นไม้ ว่ามีลักษณะอย่างไรและมีความสัมพันธ์กับเวลาอย่างไร

#### 6. การพัฒนาทักษะการลงความเห็นข้อมูล

การพัฒนาทักษะการลงความเห็นข้อมูล เป็นการพัฒนาความสามารถในการเพิ่มเติมความคิดเห็นของนักเรียนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลองอย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมีการอ้างอิงไว้ วิธีการพัฒนาทักษะการลงความเห็นข้อมูลสามารถกระทำได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนไว้ตรวจสอบเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายและลงความเห็นได้จากข้อมูลหรือประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่
2. ฝึกให้นักเรียนได้ตรวจสอบเหตุการณ์หรือข้อมูลแล้วลงความเห็นว่าคุณข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ควรจะมีความเห็นแบบใดและเพราะอะไร
3. ฝึกให้นักเรียนได้มีการจัดกลุ่มอภิปรายเพื่อระดมพลังสมอง ในประเด็นดังกล่าวจากบุคคลอื่น ๆ เพื่อหาข้อสรุปจากประเด็นนั้นจากการนำความคิดเห็นทั้งหลายมาวิเคราะห์ร่วมกัน
4. ฝึกให้นักเรียนได้มีการจัดกลุ่มอภิปรายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือจากประสบการณ์ของผู้เรียน

#### 7. การพัฒนาทักษะการสื่อความหมาย

การพัฒนาทักษะการสื่อความหมายเป็นการพัฒนาความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์วัด การทดลองหรือจากแหล่งต่าง ๆ มาจัดกระทำเพื่อนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตัวเลข ตาราง แผนผัง กราฟหรือโมเดลต่างๆ เพื่อสื่อให้ผู้บริโภคข้อมูลดังกล่าวเกิดความเข้าใจง่าย รวดเร็ว และตรงกันในระยะเวลาสั้น วิธีการพัฒนาทักษะการสื่อความหมายสามารถทำได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้เลือกรูปแบบการเสนอข้อมูลอย่างเหมาะสม
2. ฝึกให้นักเรียนได้ตรวจสอบเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายได้จากประสบการณ์
3. ฝึกให้นักเรียนได้มีการออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่ได้ออกไว้และให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงใช้รูปแบบดังกล่าวในการนำเสนอข้อมูล
4. ฝึกให้นักเรียนได้มีการปรับเปลี่ยนการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ จากข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อเป็นการฝึกทักษะการนำเสนอข้อมูลหลาย ๆ วิธี

5. ฝึกให้นักเรียนได้มีการใช้สื่อหลากหลายเพื่อให้เกิดความชำนาญต่อการใช้สื่อต่าง ๆ
6. ฝึกให้นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ มาผสมผสานกันกับสื่อที่มีอยู่เพื่อถ่ายทอดข้อมูลแก่ผู้คนที่ผ่านไปให้สามารถรับทราบได้ง่ายและเข้าใจในข้อมูลนั้น

#### 8. การพัฒนาทักษะการทำนาย

การพัฒนาทักษะการทำนายเป็นความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะได้พบเหตุการณ์นั้นหรือก่อนการทดลองจะเกิดขึ้น โดยใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ข้อเท็จจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาช่วยในการทำนายหรือให้คำตอบนั้น ดังนั้นจะเห็นว่าการทำนายไม่ใช่การเดา เพราะการเดาเป็นคำตอบพื้นฐานที่ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนหรือเชื่อถือได้ แต่การทำนายเป็นการคาดการณ์คำตอบล่วงหน้าบนพื้นฐานที่น่าเชื่อถือได้ วิธีการพัฒนาทักษะการทำนายสามารถทำได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่
  2. ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่
  3. ฝึกให้นักเรียนได้ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่
  4. ฝึกให้นักเรียนได้ทำนายและศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่ครูได้จัดเตรียมไว้
- จากการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การฝึกและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นควรกระทำควบคู่กันไปกับการให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ มีประสิทธิภาพ ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

#### การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น มีวิธีการวัดและประเมินผลได้หลายวิธี มังกรทองสุขดี (2539, 55) กล่าวในเอกสารการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตว่า วิธีการวัดและประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจใช้กระบวนการ ดังนี้

1. การสังเกตกระบวนการทำงาน
2. การสอบแบบปากเปล่าหรือสัมภาษณ์
3. การสังเกตจากการซักถามและการอภิปรายของนักเรียน
4. การใช้แบบสอบแบบต่าง ๆ

รูปแบบการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple - choice paper-and-pencil tests) และการประเมินจากพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นวิธีเก่าดั้งเดิม ในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการประเมินโดยใช้แบบทดสอบหรือแบบสังเกตพฤติกรรมใช้ทักษะต่าง ๆ หรือวิธีการอื่นที่ปรับปรุงมาจากวิธีการทั้งสองดังกล่าวแล้ว วิธีการแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เช่น แบบทดสอบสามารถใช้ประเมินทักษะหลาย ๆ ทักษะในเวลาเดียวกันในช่วงเวลาที่จำกัดได้ การตรวจคำตอบอาจใช้คนหรือเครื่องจักรตรวจในช่วงใดก็ได้ ซึ่งไม่ต้องใช้คนที่มีประสบการณ์ตรวจคำตอบก็ได้ แบบทดสอบประเภทนี้จะไม่แพง ถ้านักเรียนไม่ได้ขีดเขียนอะไรลงไปในสมุดทดสอบ สมุดทดสอบนั้นก็สมารถนำมาใช้ทดสอบได้อีก อย่างไรก็ตามแบบทดสอบประเภทนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนในการอ่าน การรับรู้และความเข้าใจในคำถามที่ถาม แต่แบบทดสอบประเภทนี้ไม่ได้ให้นักเรียนค้นหาความชัดเจนของข้อคำถาม สิ่งที่เกี่ยวข้องเป็นเพียงแค่ตัวคำถามและตัวเลือก ดังนั้นวิธีการประเมินแบบนี้จึงจำกัดความคิดของผู้ตอบ การลงมือปฏิบัติกับวัตถุจริง ๆ นักเรียนเพียงแต่ใช้ทักษะการเขียนถ้าแบบทดสอบ ต้องการให้นักเรียนเขียน หรือให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

ส่วนการสังเกตนักเรียนขณะที่ใช้ทักษะที่กำหนดให้พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกับนักเรียนมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เช่น นักเรียนสาธิตการใช้ทักษะ ซึ่งการสาธิตเป็นการแสดงถึงความเข้าใจมากกว่าการบอกความรู้เกี่ยวกับทักษะเหล่านั้น ถึงแม้ว่าการสาธิตสามารถให้ข้อมูลที่มีความตรงและความเที่ยงสูงเกี่ยวกับพัฒนาการทางทักษะของนักเรียน วิธีการนี้จะใช้เวลานานมากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

ดังนั้นการผสมผสานระหว่างการใช้แบบทดสอบและแบบสังเกตจึงถูกนำมาใช้ โดยคำถามของครูจะถูกเขียนไว้เป็นบทสคริปต์เพื่อให้สถานการณ์การทดสอบเป็นมาตรฐาน สมุดทดสอบของนักเรียนจะให้นักเรียนบันทึกข้อมูลและสรุปผลการทดลอง ข้อคำถามในสมุดทดสอบอาจให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมโดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ แล้วเขียนคำตอบลงในสมุดไม่มีการให้ตัวเลือกเหมือนกับแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ นักเรียนจะต้องเป็นผู้ตอบคำถามเองทั้งหมดในสมุดทดสอบนั้น มีการใช้ไออะแกรมเพื่อนำเสนอข้อมูลให้มากที่สุด สิ่งที่จะให้นักเรียนอ่านมีน้อย ภาษาที่ใช้ก็คำถามง่าย ๆ เพื่อไม่ให้การอ่านคำถามเป็นปัญหาแก่นักเรียนในการตอบ ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้แบบวัดนั้น มักจะใช้คำถามแต่ละทักษะแยกจากกัน จึงอาจมีข้อจำกัดที่อาจจะมีความคลาดเคลื่อนในการประเมิน เพราะมีหลายทักษะ โดยเฉพาะทักษะ

ชั้นบูรณาการจะต้องมีการประเมินร่วมกัน โดยใช้สถานการณ์ในการแก้ปัญหาแล้วตั้งคำถามได้หลายทักษะ ดังนั้น ครูควรสามารถนำวิธีการประเมินมาใช้หลาย ๆ วิธี ไม่ควรยึดวิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว (วรรณทิพา รอดแรงคำ 2540, 166)

สอดคล้องกับ แก้วอุคร เชื้อหาญ (2545, 59) ที่ได้กล่าวถึงการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการ ซึ่งทำได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม
2. ประเมินจากการทำแบบทดสอบ

จากการประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะเห็นได้ว่าสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันมากมี 2 ลักษณะ คือ การประเมินด้วยแบบทดสอบ และการประเมินจากการลงมือปฏิบัติ วิธีประเมินแบบใช้แบบทดสอบนั้น ส่วนใหญ่มักนิยมสร้างเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ อาจเป็นเพราะว่าสามารถสร้างให้ครอบคลุมจุดประสงค์ได้มากและสะดวกในการตรวจคำตอบ ลักษณะแบบทดสอบอาจมี 2 ลักษณะคือ เป็นแบบทดสอบที่อิงเนื้อหาในบทเรียนและไม่อิงเนื้อหาในบทเรียน การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรศึกษาจุดประสงค์ของแต่ละทักษะว่าต้องการให้ ผู้เรียนมีความสามารถอย่างไรบ้าง จากนั้นก็สร้างแบบทดสอบหรือคำถามให้สอดคล้องกับความสามารถที่ต้องการ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 ลักษณะ คือ ประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม และการทำแบบทดสอบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ

## เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

### ความหมายเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติเป็นศัพท์บัญญัติทางวิชาการศึกษา ซึ่งแต่เดิมใช้คำว่า “ทัศนคติ” ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Aptus” แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม (Attitude) เป็นความโน้มเอียงที่จะมีปฏิริยาตอบสนองสิ่งเร้าที่กำหนดให้เป็นพวก ๆ ในทางชอบหรือไม่ชอบ (Anastasi 1988, 584)

เจตคติ หมายถึง พฤติกรรมหรือความรู้สึกครั้งแรกที่มีต่อสิ่งของ แนวความคิด หรือสภาพการณ์ใด ๆ และเป็นความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่งในทางเข้าหาหรือ



หนีออกห่าง หรือต่อต้านต่อเหตุการณ์ บุคคล หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (Hilgard 1968 ; Good 1973) เป็นได้ทั้งในด้านบวกและด้านลบ สนับสนุนหรือคัดค้าน เช่น พอใจ และไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ ที่บุคคลมีต่อบุคคลกลุ่มสังคมสถานการณ์ วัตถุหรือแนวคิด และถ้ามีสถานการณ์ใดเกิดขึ้น บุคคลเพียงแต่มีความชอบ มีความรู้สึกต่อสิ่งนั้น โดยไม่จำเป็นต้องร่วมมือก็เชื่อว่ามีเจตคติต่อสิ่งนั้น (Zimbardo และ Ebbesen 1970, 6; พรเพ็ญ หลีกคำ 2535, 26; สุวิมล เขียวแก้ว 2527, 96)

นอกจากนี้ Chisman (1976) ยังได้รวบรวมความหมายจากนักจิตวิทยาหลาย ๆ คน แล้วสรุปออกมาสั้น ๆ ว่า เจตคติ คือความคงทนของการประเมินค่าทางอารมณ์และจิตใจ เช่นเดียวกับ Allport (1987) ได้อธิบายความหมายของเจตคติไว้ว่า เป็นสภาพของจิตใจและประสาทซึ่งอาจแสดงให้เห็นได้ทางพฤติกรรม เช่น โกรธ เกลียด รัก พอใจ ไม่พอใจ ทำให้มีความต้องการที่จะเรียนหรือสนใจ ซึ่งเมื่อเกิดเจตคติต่อสิ่งใดแล้วจะเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน และมีพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับเจตคตินั้น เช่น โกรธก็หน้าบึ้ง อีกทั้งประสบการณ์ยังมีส่วนในการสร้างเจตคติและพฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งใดอย่างใดอย่างหนึ่งจะขึ้นอยู่กับเจตคติเป็นสำคัญ

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในของบุคคลที่แสดงออกมาในทางบวกหรือทางลบอันเป็นผลจากประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward Science) เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อ และความซาบซึ้งของบุคคลที่เกิดจากผลของวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งในทางบวกและลบ ซึ่งอาจยอมรับคัดค้าน ชอบหรือไม่ชอบ โดยแสดงพฤติกรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ออกมา และผลของวิทยาศาสตร์นั้นมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมในการเรียนวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Hasen 1985 อ้างถึง พรเพ็ญ หลีกคำ 2527, 39; Kobella และ Cranley, 1985; Shingley 1985, 243-250) นวลจิตร โชตินันท์ (2524, 9)

นอกจากนี้ Haladyna (1982, 247 อ้างถึง จิรพันธุ์ ทัศนศรี 2548, 39-40) ได้สรุปความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) เป็นความเชื่อในความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เจตคติต่อนักวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward Scientist) เป็นความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับลักษณะของนักวิทยาศาสตร์
3. เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward Science) เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมหรือวิธีสอนวิทยาศาสตร์

4. เจตคติต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward the Parts of the Curriculum) เป็น การรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับกิจกรรมที่หลากหลายหรือส่วนต่าง ๆ ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์

5. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (Attitudes Toward the Subject of Science) เป็นความรู้สึก ของผู้เรียนต่อเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก หรือ พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงวิทยาศาสตร์ในลักษณะชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ

### ลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สามารถสังเกตได้จากการแสดงออกในเชิงสนับสนุนที่อาจจะอยู่ในรูปของ การพูด การเขียน หรือ การแสดงท่าทีที่บ่งบอกถึงความตระหนักในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ในด้านที่จะช่วยเพิ่มพูนความ เข้าใจของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้นไป ตลอดจนยอมรับว่านักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายไม่ว่าจะในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต มีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ เป็นจิตสำนึก ของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ เป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ 2545, 50; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546, 14-15; พิมพ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข 2547, 13) ซึ่งความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อ วิทยาศาสตร์นั้น แบ่งออกเป็น 2 ทาง คือ (กมลรัตน์ ห้าสูงษ์ 2527, 175-176; สุภาพัญญ จริยเศรษฐ์ 2527, 11)

1. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิเสธ หรือทางลบ (Negative Attitude) เป็นลักษณะที่แสดง ออกเป็นในลักษณะไม่พึงพอใจ เบื่อหน่าย ไม่ชอบวิทยาศาสตร์ คนที่มีเจตคติทางลบ มักเป็นคนที่มี มองโลกในแง่ร้าย มองคนอื่นเป็นศัตรูไม่ไว้วางใจผู้ใด ทำให้ไม่ยอมที่จะคบค้าสมาคมกับผู้ใดง่าย

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงนิมิต หรือทางบวก (Positive Attitude) เป็นพฤติกรรมที่ แสดงออกในลักษณะพึงพอใจ ชอบ อยากเรียน อยากรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์ คนที่มีเจตคติ ทางบวกมักเป็นคนที่มีมองโลกในแง่ดีมากกว่าแง่ร้าย และอาจถูกชักจูง หรือหลอกลวงได้ง่าย

ลักษณะของเจตคติ ยังมองได้หลายแง่มุม ดังที่ Shaw และ Wright (1967 อ้างถึง ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2542, 57-59) ได้รวบรวมลักษณะทั่วไปหรือมิติของเจตคติจาก แนวความคิดของนักจิตวิทยาหลายคน ส่วนใหญ่แล้วมองเจตคติว่ามีลักษณะขึ้นอยู่กับการประเมิน มโนภาพของเจตคติ ซึ่งตัวเจตคติเองไม่ใช่แรงจูงใจ แต่เป็นตัวการทำให้เกิดแรงจูงใจในการแสดง พฤติกรรม แต่ถ้าแสดงออกเป็นพฤติกรรม เปลี่ยนแปรความเข้มข้นตามแนวของแนวของทิศทาง

ตั้งแต่บวกจนถึงลบ นั่นคือเป็นการแสดงความรู้สึกว่าไปทางบวกมากหรือน้อย ไปทางลบมากหรือน้อย ความเข้มข้นศูนย์ก็คือไม่รู้สึคนั่นเองหรือเป็นกลางระหว่างบวกกับลบ และเกิดจากการเรียนรู้สิ่งที่ปฏิสัมพันธ์รอบตัว ขึ้นอยู่กับกลุ่มสิ่งเร้าเฉพาะอย่าง กลุ่มที่มีเจตคติต่อสิ่งเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กัน และมีลักษณะมั่นคงและทนทานเปลี่ยนแปลงยาก จากลักษณะของเจตคติดังกล่าว สรุปได้ว่า เจตคติแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ เจตคติทางบวกและเจตคติทางลบ ซึ่งเจตคติทางบวกจะส่งผลต่อพฤติกรรมให้เกิดความรู้สึกชอบหรือสนใจร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุก ๆ ด้าน ส่วนเจตคติทางลบจะส่งผลต่อพฤติกรรมให้เกิดความรู้สึกไม่ชอบหรือไม่สนใจร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุก ๆ ด้านเช่นกัน

นอกจากนี้ นวลจิตต์ ไซตินันท์ (2524, 9) ได้สรุปลักษณะเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการ คือ

1. ความคิดเห็นโดยทั่ว ๆ ไปต่อวิทยาศาสตร์
2. การเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์
3. ความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์
4. ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์
5. การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์

#### การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

จากลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่าการที่จะทำให้นักเรียนนั้นมุ่งมั่นที่จะศึกษาแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ ต้องสร้างให้นักเรียนนั้นเกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เสียก่อน เมื่อเจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก ดังนั้นเครื่องมือการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบแล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด

Carin and Sund (อ้างถึง พิมพันธ์ เคะชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข 2548, 130); ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, 60-63) เสนอวิธีการวัดผู้ที่มีพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันอยู่ 5 ชนิด ดังนี้

1. สังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป เป็นการเฝ้าดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดหมายสิ่งสำคัญ ต้องเตรียมข้อรายการที่จะถามไว้อย่างดี ข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดได้ตรงเป้าหมายการเตรียมคนจึงเป็นสิ่งสำคัญ
2. วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตรฐานค่า
3. ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง

4. การสัมภาษณ์ เป็นการพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมายการวัดเจตคติด้วยวิธีนี้ต้องเตรียมข้อรายการที่จะถามไว้อย่างดี ข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคน เตรียมเครื่องมือ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

5. การรายงานข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง เป็นวิธีที่ให้ผู้ถูกสอบวัดแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา โดยมีสิ่งเร้าเป็นข้อคำถาม แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่นิยมใช้กัน มีแนวของเทอร์สโตน ลิเคิร์ต ออสกูด และกัตแมน

วิธีที่มีผู้นิยมใช้กันมากคือวิธี Summated Rating ของลิเคิร์ต เพราะสะดวก สร้างง่าย รวดเร็ว และมีความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง วิธีของลิเคิร์ต ยึดหลักว่าเจตคติทั้งหลายของบุคคลจะมีการกระจายหรือการแจกแจงอยู่ในลักษณะที่เป็นโค้งปกติ ซึ่งสามารถใช้หน่วยความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นเกณฑ์ในการวัดได้ซึ่งแบบวัดเจตคติของลิเคิร์ต (Likert 1976, 90-91) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (ศักดิ์ สุนทรธณี 2531, 40)

1. การกำหนดที่หมายของเจตคติกำหนดให้ชัดเจน เช่น แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2. การเลือกคำถาม และรวบรวมข้อคิดเห็น การเก็บรวบรวมข้อความคิดเห็นที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงปฏิกิริยาได้ตอบออกมา ข้อความนั้นควรมีลักษณะดังนี้

2.1 คำถามทุกข้อต้องเป็นข้อความเกี่ยวกับเจตคติมาใช้ในการถามเรื่องราวของข้อเท็จจริง เพราะคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงนั้นไม่สามารถบอกได้ว่าผู้ตอบมีเจตคติเป็นอย่างไรคือ จะไม่สามารถวัดความแตกต่างของเจตคติได้

2.2 คำถามทุกข้อต้องแจ่มแจ้ง ชัดเจน รัดกุม และตรงประเด็นที่ต้องการศึกษา การเขียนคำถามควรถามครั้งละหนึ่งประเด็นเท่านั้น เพราะถ้าเขียนคำถามครั้งละหลายประเด็นจะทำให้ผู้ตอบเกิดความสับสน เพราะผู้ตอบอาจจะเห็นด้วยกับคำถามประเด็นเดียว ส่วนประเด็นอื่นผู้ตอบอาจไม่เห็นด้วย

2.3 ข้อคำถามนั้น ควรใช้คำและศัพท์ง่าย ๆ ที่ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกันพยายามหลีกเลี่ยงคำที่มีความหมายหลายแง่หลายมุม

2.4 ข้อคำถามควรหลีกเลี่ยงการใช้คำปฏิเสธว่า “ไม่” ให้ใช้คำอื่นที่มีความหมายคล้ายกันแทน

2.5 คำถามควรมีลักษณะที่สามารถจำแนกเจตคติของบุคคลในแง่ต่าง ๆ ได้ กล่าวคือบุคคลที่มีเจตคติต่างกันควรมีแนวคำตอบปรากฏให้เห็นแตกต่างกันส่วนแนวคำถามใดที่บุคคลทุก ๆ คนมีแนวโน้มที่จะตอบเหมือน ๆ กัน ทั้งที่มีเจตคติต่างกัน ข้อนั้นควรตัดทิ้งไป

2.6 ผลของการตอบคำถามควรกระจายพอสมควร ตามแนวของเจตคติ คือ มีทั้งกลุ่มที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยในมาตรวัดชุดหนึ่ง ๆ

2.7 ควรมีคำถามประเภทบวก (Favorable Statement) และประเภทลบ (Unfavorable Statement)

2.8 ถ้าใช้คำถามประเภทเลือกตอบ (Multiple Choice Statement) ตัวเลือกแต่ละตัวต้องสามารถแยกเจตคติได้ และไม่มีหลายตัวแปรในแต่ละคำตอบ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้ท่านเครียดเพียงใด

- ก. เครียดมากกว่าวิชาอื่น ๆ ทุกวิชา
- ข. เครียดมากกว่าวิชาอื่น ๆ เล็กน้อย
- ค. เครียดเท่า ๆ กับวิชาอื่น
- ง. เครียดน้อยกว่าวิชาอื่น ๆ เล็กน้อย
- จ. เครียดน้อยกว่าวิชาอื่น ๆ

### 3. การกำหนดตัวแปรเจตคติ

3.1 ข้อคำถามทั้ง 2 ประเภท กำหนดค่าเป็น 5 ลักษณะ คือ

คำถามประเภทนิมาน (Favorable Statement)	คำถามประเภทนิเสธ (Unfavorable Statement)
- เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Agree)	- ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)
- เห็นด้วย (Agree)	- ไม่เห็นด้วย (Disagree)
- ไม่แน่ใจ (Uncertain)	- ไม่แน่ใจ (Uncertain)
- ไม่เห็นด้วย (Disagree)	- เห็นด้วย (Agree)
- ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)	- เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Agree)

### 3.2 การกำหนดน้ำหนัก

คำถามประเภทนิมาน กำหนดให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และน้ำหนักต่ำสุด “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ดังนี้

เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
5	4	3	2	1
----- ----- ----- ----- -----				

คำถามประเภทนิเสธกำหนดให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และ น้ำหนักต่ำสุด “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ดังนี้

เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	2	3	4	5

### แนวทางการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจึงจะทำให้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ถ้านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์แล้วจะทำให้นักเรียนสนใจอยากเรียน ซึ่งจะส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูควรพยายามสร้างให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ซึ่ง Klausmeir (อ้างถึง พรเพ็ญ หลีกคำ 2535, 41) และ พันธุ์ ทองชุมนุม (2547, 15-16) ได้เสนอแนะวิธีการที่ครูสามารถใช้เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ก่อนที่จะพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน ครูควรได้วิเคราะห์ดูก่อนว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่จะพัฒนาให้นักเรียน
2. ควรจะให้นักเรียนได้ทราบและทำความเข้าใจถึงความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ละลักษณะให้แจ่มแจ้งเสียก่อน
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยครูอาจสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสใช้กระบวนการแก้ปัญหา
4. ครูอาจเสนอแนะแบบอย่างของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอาจศึกษาเป็นตัวอย่างได้
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับอิสระเต็มที่ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้ฝึกใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์อันจะเป็นผลด้านเจตคติต่อตัวนักเรียน
6. ในการสอนแต่ละครั้ง ครูควรมุ่งเน้นที่การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนทีละลักษณะ



7. เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ทำงานกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน และกันในกลุ่ม

8. เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริงหรือได้พบ สถานการณ์ที่เป็นจริง

4. การสอน โดยการเตรียมกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่เป็นการฝึกประสาทสัมผัสและให้มีความหลากหลายของประสบการณ์แปลกใหม่และเร้าใจนักเรียน ไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลา

6. กระตุ้นให้นักเรียนสนใจในความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความคิด ริเริ่ม สร้างสรรค์และเป็นความรู้ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ รอบตัวที่นักเรียนกำลังประสบปัญหา อยู่ ความรู้ด้านความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้นอาจจะได้จากโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ ตลอดจนสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่ทั่วไป

### ประโยชน์ของเจตคติ

การพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่นักเรียนถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเมื่อใดก็ตามที่นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แล้วสิ่งที่ครู คาดหวังอื่น ๆ จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก็จะตามมาด้วย เพราะการวัดเจตคติของบุคคลต่อ เป้าหมายต่าง ๆ ทั้งในเรื่องของบุคคล วัตถุ และสิ่งต่าง ๆ ล้วนให้ประโยชน์แก่บุคคล หรือสังคมใน ด้านต่าง ๆ ด้วย ดังนี้ (วรรณดี แสงประทีปทอง 2536, 55-57; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2543, 54-55)

1. การทราบเจตคติของบุคคลย่อมช่วยให้การทำนายการกระทำของบุคคลได้ ความสามารถในการทำนายพฤติกรรมของบุคคลเป็นเป็นความต้องการของมนุษย์ และสังคม เพราะจะเป็น แนวทางให้ผู้อื่นสามารถควบคุมพฤติกรรมของบุคคลนั้นได้ด้วย

2. เจตคติใช้พิจารณาเหตุของพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งอื่นหรือมีต่อเป้าเจตคติของคน คนนั้นได้ นั่นคือรู้เจตคติของคนสามารถส่งเสริมหรือยับยั้งสิ่งที่เขาจะแสดงออกได้

3. การวัดเจตคติเพื่อหาทางป้องกัน ในสังคมนั้นการที่บุคคลจะมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อย่างไรนั้นเป็นสิทธิของแต่ละบุคคล แต่การที่อยู่ร่วมกันอย่างสงบสุขในสังคมย่อมเป็นไปได้เมื่อ ประชาชนมีเจตคติต่อสิ่งเดียวกันคล้ายคลึงกัน ซึ่งจะเป็นแนวทางให้เกิดความร่วมมือร่วมใจกันและ ไม่เกิดความแตกแยกขึ้นในสังคม

4. การวัดเจตคติเพื่อหาทางแก้ไข ในสังคมประชาธิปไตยบุคคลสามารถจะมีเจตคติเรื่องใด เรื่องหนึ่งแตกต่างกันไปได้มาก แต่บางเรื่องจำเป็นที่จะต้องได้รับความความเห็นและเจตคติที่

สอดคล้องกัน เพื่อให้ประชาชนจะได้กระทำที่พร้อมเพรียงกันการวัดเจตคติจึงอาจแสดงให้เห็นว่าบุคคลมีลักษณะที่เหมาะสมหรือไม่เพียงไร เพื่อให้ประโยชน์ในการหาทางแก้ไข เจตคติที่ไม่ถูกต้องและปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อไป

ดังนั้นการรู้เจตคติของคนจึงเป็นเรื่องที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เพราะเจตคติสามารถใช้เพื่อทำนายพฤติกรรมที่เขาจะแสดงออก เป็นการรู้ไว้ก่อนเพื่อหาทางป้องกันและแก้ไขให้ได้ คนในสังคมที่มีเจตคติดีงามตามสังคมต้องการ ในวงการศึกษายังมีความจำเป็นอย่างมาก ทางโรงเรียนควรศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาที่เรียนหรือต่อครู เพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขวิธีการเรียนการสอนให้เด็กมีเจตคติดีขึ้น การมีเจตคติดีต่อวิชาจะทำให้การเรียนวิชานั้นดีขึ้นด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้น เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง การแสดงความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ต่อวิทยาศาสตร์ในลักษณะ 4 ด้าน คือ การเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การนิยมชมชอบในวิทยาศาสตร์และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

#### เอกสารเกี่ยวกับสังคมพหุวัฒนธรรม

##### ความหมายของสังคมพหุวัฒนธรรม

สังคมพหุวัฒนธรรม (Multiculturalism) หรือสังคมที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม (culture diversity) เป็นสังคมที่มีวัฒนธรรมที่หลากหลาย ซึ่งความหลากหลายนั้นรวมถึงความแตกต่างด้านสีผิว เชื้อชาติ ศาสนา ภาษา ชั้นทางสังคมและเศรษฐกิจ เพศ เด็กพิเศษ อายุ และวัฒนธรรมอื่นต่าง ๆ ครอบคลุมถึงเรื่องชาติพันธุ์ ภาษา ความเป็นอยู่ วิถีชีวิต ศาสนา และความเชื่อ (จรรยา จักรวรร 2540 อ้างถึง สุธารา โยธาจันทร์ 2541, 13; ศูนย์มุสลิมศึกษา สถาบันเอเชียศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2549, 3) รวมถึงประชากรที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์ แต่ละชาติพันธุ์จะมีวัฒนธรรมย่อยที่แตกต่างกันไป เช่น การนับถือศาสนา ภาษา การแต่งกาย วิถีชีวิต ขนบธรรมเนียมประเพณีที่หลากหลาย คนที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรมมาอยู่รวมกันในบริเวณร่วมดินแดนเดียวกัน (คูสิต หวันเหล็ม 2552, 68; บัญญัติ ยงย่วน 2550, 93-94) นอกจากนี้การสร้าง ความเข้าใจเกี่ยวกับสังคม การเมือง เศรษฐกิจ การศึกษา และประวัติศาสตร์โดยใช้โครงสร้างของกลุ่มชน (ethnicity) เชื้อชาติ (race) สถานะของครอบครัว (socio economic status) เพศ (gender) ความสามารถพิเศษ (exceptionalities) ภาษา (language) ศาสนา (religion) บทบาททางเพศ

(sexualorientation) และพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (geographical area) (National Council for Accreditation of Teacher Education [NCATE] 2002 อ้างถึง วุทธิศักดิ์ โภชนกุล 2551)

ดังนั้น จากความหมายของสังคัมพหุวัฒนธรรม สรุปได้ว่า สังคัมพหุวัฒนธรรม หมายถึง สังคัมที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม คนที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรมแล้วมาอยู่ร่วมกัน ความแตกต่างเหล่านั้น ได้แก่ ความแตกต่างด้านสีผิว ภาษา ชั้นทางสังคัมและเศรษฐกิจ เพศ อายุ ความเป็นอยู่ และวัฒนธรรมอื่นต่าง ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดโคกหญ้าคา ดังนั้น สังคัมพหุวัฒนธรรม หมายถึง สังคัมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดโคกหญ้าคา ที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม มีความแตกต่างด้านสีผิว ภาษา ชั้นทางสังคัมและเศรษฐกิจ เพศ อายุ ความเป็นอยู่ และวัฒนธรรมอื่นต่าง ๆ แล้วมาอยู่ร่วมกัน

### การศึกษาในสังคัมพหุวัฒนธรรม

การศึกษาในสังคัมพหุวัฒนธรรม ควรมีรูปแบบเฉพาะที่เหมาะสมต่อการพัฒนานักเรียน จากทุกกลุ่มวัฒนธรรม ซึ่ง Atwater (1995, 26-27) ได้รวบรวมความหมายการศึกษาพหุวัฒนธรรม จากแนวคิดของครูประจำการและครูฝึกสอน ว่าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของวัฒนธรรมที่หลากหลาย มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะปรับวิธีสอนของครูให้เหมาะสมกับรูปแบบ การเรียนรู้และวิธีการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์ เห็นความสำคัญในความแตกต่างของนักเรียน และการเรียนรู้ที่เข้ากันได้ของนักเรียนทุกคนที่มาจากครอบครัวที่แตกต่างกัน เข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลายของนักเรียนและใช้การสอนที่หลากหลาย ใช้หลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม เช่น ความเชื่อ ประเพณี และทัศนคติ

การจัดการศึกษาตามแนวทางพหุวัฒนธรรม เป็นการศึกษาที่พยายามนำแนวความคิด ค่านิยมเชิงบวกเกี่ยวกับการอยู่ร่วมกันของมนุษย์และนำไปสู่การปรับปรุงความสามารถในการ เรียนรู้ของนักเรียนทุกคน (Mitchell and Salisbury 1999 อ้างถึง วุทธิศักดิ์ โภชนกุล 2551) และเป็น รูปแบบของการจัดการศึกษาประเภทหนึ่งที่สภาพแวดล้อมทางการศึกษาประกอบไปด้วยนักเรียน ที่มาจากกลุ่มวัฒนธรรมที่ต่างกัน เช่น เชื้อชาติหรือกลุ่มชาติพันธุ์ เพศ ชั้นทางสังคัม กลุ่มภูมิภาค กลุ่มความต้องการพิเศษ โดยปัญหาของกลุ่มต่าง ๆ ดังกล่าวได้รับการตีแผ่และเปรียบเทียบ ซึ่ง สภาพแวดล้อมทั้งหมดใน โรงเรียนจะได้รับการปฏิรูป เพื่อส่งเสริมให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน และเกิดความยุติธรรมระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างวัฒนธรรม (Banks 2001, 77-78) นอกจากนี้การจัดการ ศึกษาตามแนวทางพหุวัฒนธรรมยังเป็นแนวทางในการปฏิรูปที่ออกแบบมาเพื่อเปลี่ยนแปลง สภาพแวดล้อมทางการศึกษาในองค์กรวมเพื่อนักเรียนที่มาจากความหลากหลายของเชื้อชาติ กลุ่มชน

เพศ ความสามารถพิเศษของนักเรียน และชนชั้นทางสังคม โดยจัดประสบการณ์ให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษาทั้งในโรงเรียน (Banks 2003)

สอดคล้องกับ สุธารา โยธาจันทร์ (2541, 12) ได้รวบรวมความหมายของการศึกษาแบบพหุวัฒนธรรมจากแนวคิดที่หลากหลาย ว่าเป็นกระบวนการที่ครูได้ช่วยเตรียมนักเรียนที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรมให้อยู่ด้วยความเข้าใจกัน มีการร่วมมือร่วมใจกัน มองเห็นประโยชน์ที่แท้จริงในการพึ่งพาอาศัยกัน มีความเสียสละ และยุติธรรมต่อกัน เป็นแนวคิดทางการปฏิรูปการศึกษาและเป็นกระบวนการที่มีเป้าหมายสำคัญ เพื่อที่จะเปลี่ยน โครงสร้างของสถาบันการศึกษาเพื่อให้นักเรียนแต่ละเพศ นักเรียนที่เป็นเด็กพิเศษ นักเรียนกลุ่มเชื้อสายต่าง ๆ กลุ่มสีผิว และกลุ่มวัฒนธรรมทั้งหลายได้มีความเสมอภาคกันในด้านความสำเร็จในการเรียน โดยศึกษาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการรวบรวมความหลากหลายทางวัฒนธรรมในสังคม และจัดหาแนวทางเพื่อให้เกิดความเสมอภาคขึ้นในโรงเรียน โดยใช้โปรแกรมการศึกษาแบบสหวิทยาการ ที่จัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่หลากหลายให้เข้ากับความต้องการด้านการเรียน สังคม ด้านภาษา และวัฒนธรรมของนักเรียนที่มาจากภูมิหลังที่แตกต่างกัน

แนวคิดในการจัดการศึกษาสำหรับสังคมที่มีวัฒนธรรมหลากหลายโดยการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมและความต้องการของนักเรียน ด้วยการบูรณาการเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับความเสมอภาคในการเรียน สำหรับความแตกต่างที่ทำให้เกิดความหลากหลาย รวมถึงความแตกต่างด้านสีผิว หรือเชื้อชาติ ศาสนา ภาษา ชั้นในสังคมและเศรษฐกิจ เพศ เด็กพิเศษ อายุ และวัฒนธรรมอื่นต่าง ๆ ไม่มีอคติต่อกัน ไม่เกิดการแบ่งแยกและเลือกปฏิบัติ ลดความขัดแย้งระหว่างกัน (บัญญัติ ขงย่วน 2550, 94) แนวคิดนี้จะเริ่มจากการให้ความสำคัญต่อนักเรียนทุกคน โดยต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีลักษณะของความเท่าเทียมกันทางการศึกษา โดยให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองไปในแนวทางที่ดีที่สุด และได้สรุปการจัดการศึกษาตามแนวทางพหุวัฒนธรรมไว้ 3 ประเด็น คือ (วุทธิศักดิ์ โภชนกุล 2551)

1. การจัดการศึกษาตามแนวทางพหุวัฒนธรรมไม่ใช่จำกัดเฉพาะกลุ่มชน ภาษา ศาสนา เท่านั้น แต่ยังรวมถึงความแตกต่างทางชนชั้นของสังคม บทบาททางเพศ และความสามารถพิเศษ
2. การจัดการศึกษาตามแนวทางพหุวัฒนธรรม มุ่งให้เห็นคุณค่าในความแตกต่างอย่างมากของกลุ่มต่าง ๆ ในระบบสังคมของสถานศึกษา
3. การจัดการศึกษาตามแนวทางพหุวัฒนธรรมมุ่งที่ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียนทุกคน

จากความหมายของการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม หรือ การศึกษาแบบพหุวัฒนธรรม กล่าวได้ว่า การศึกษาแบบพหุวัฒนธรรม หมายถึง การจัดการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของ

วัฒนธรรมในสังคม ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงระบบโครงสร้างของหลักสูตรในโรงเรียนให้ยอมรับและเคารพในความหลากหลายทางวัฒนธรรมของนักเรียน ที่เป็นผลมาจากวัฒนธรรมในสังคมนั้นนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง การจัดการศึกษาต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ตลอดจนคำนึงถึงความสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนทั้งในและนอกโรงเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน และอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม อย่างสร้างสรรค์และเป็นสุข

### แนวทางการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม

การจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม เป็นแนวคิดที่จะปฏิรูปกระบวนการจัดการศึกษาเพื่อประโยชน์ของนักเรียนทุกคน โดยการเรียนรู้ความเข้าใจ การฝึกทักษะและการเสริมสร้างเจตคติที่เหมาะสมในการอยู่ร่วมกันในสังคมที่มีความหลากหลาย แนวทางการจัดการศึกษาที่ใช้ในสังคมพหุวัฒนธรรม จัดได้เป็น 4 แนวใหญ่ ๆ คือ (Banks 1994 อ้างถึง สุธารา โยธาจันทร์ 2541, 20)

1. แนวที่สอดแทรกเนื้อหาเพียงบางส่วนเกี่ยวกับวัฒนธรรมเข้าไปในบทเรียน (Contribution Approach)
2. แนวที่เพิ่มเนื้อหาทางวัฒนธรรมเข้าไปในบทเรียน (Additive Approach)
3. แนวที่ใช้เนื้อหาวัฒนธรรมเปลี่ยนแปลง โครงสร้างเนื้อหาหลักสูตร (Transformation Approach)
4. แนวการบูรณาการเนื้อหาวัฒนธรรมกับการตัดสินใจและปฏิบัติทางสังคม (Decision-Making and Social Action Approach) โดยแนวคิดนี้มี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เน้นให้กลุ่มคนในวัฒนธรรมกลางยอมรับวัฒนธรรมย่อยของผู้อื่นที่แตกต่างจากตน (Enlightening Power Group Model) และรูปแบบที่เน้นให้คนในวัฒนธรรมย่อยเข้าใจตนเองในบริบททางวัฒนธรรมของตนและวัฒนธรรมกลาง (Share Power Model)

แนวทางในการสอนพหุวัฒนธรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้น Flores (1996) ชี้แนะว่าครูต้องรับรู้วัฒนธรรมหรือเชื้อชาติของนักเรียนในชั้นเรียน ทำความคุ้นเคยกับประเพณี ความเชื่อ และค่านิยม และในการพัฒนากิจกรรมวิทยาศาสตร์นั้นให้ใช้หัวข้อ ประเพณี และเนื้อหาที่มีลักษณะมากกว่าวัฒนธรรมของนักเรียน เช่น ในการพัฒนากิจกรรมต่าง ๆ ครูผู้สอนจะต้องทราบภูมิหลังของนักเรียนมาก่อน จึงจะทำให้กิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ เลือกรูปแบบเนื้อหาและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน ผู้ปกครองสามารถเป็นวิทยากรและช่วยสอนบทเรียนได้ เช่น การทำอาหารสูตรโบราณ เป็นต้น ภูมิหลังของวัฒนธรรมของนักเรียน ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและอาจจะเปลี่ยนจากกลุ่มไปสู่กลุ่มซึ่งจะมีต่อภูมิหลังและประสบการณ์ของนักเรียน



ซึ่ง Foster (1999) ได้แนะนำให้ใช้หัวข้อของสิ่งแวดล้อมในการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เนื่องจากเป็นหัวข้อที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตของนักเรียนเพื่อที่จะให้นักเรียนเรียนจากสิ่งที่เป็นจริงและเรียนรู้อย่างมีความหมาย นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อเขาได้นำเสนอปัญหาที่พบในสภาพแวดล้อมของตัวเอง

นอกจากนี้ มุจลินทร์ ผลกล้า (2553) ได้เสนอแนวทางในการปฏิบัติการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม มีดังนี้

1. การสร้างโอกาสที่เท่าเทียม ให้ความยุติธรรม ความเสมอภาคในการได้รับการศึกษาของนักเรียนที่มาจากความหลากหลายทางวัฒนธรรม เชื้อชาติ ศาสนา เพศ ฐานะทางสังคม สภาพร่างกาย ความเท่าเทียมในที่นี้หมายถึง ความเท่าเทียมทั้งโอกาสของการได้รับการศึกษา และความเท่าเทียมของโอกาสในการประสบความสำเร็จทางการศึกษา ดังนั้น จึงต้องมีการปรับวิธีการสอนและนโยบายการจัดการศึกษาให้เอื้อต่อนักเรียนทุกกลุ่มวัฒนธรรม เพื่อให้เกิดความเสมอภาคและเท่าเทียมกับนักเรียนทุกกลุ่ม

2. การปรับวิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เหมาะกับรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่มาจากต่างวัฒนธรรม วิธีการปรับการจัดการเรียนการสอนมีดังนี้

2.1 โรงเรียนควรมีนโยบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับพหุวัฒนธรรมศึกษา

2.2 ปรับทัศนคติ ความเชื่อ และการปฏิบัติของบุคลากร

2.3 การจ้างบุคลากรในโรงเรียนให้มีความหลากหลาย

2.4 หลักสูตรของโรงเรียน ควรมีการปรับเพื่อให้สะท้อนมุมมองของชนกลุ่มน้อยมากขึ้น เป็นการนำเสนอเนื้อหาหลักสูตรผ่านมุมมองของชนกลุ่มน้อยเองด้วย ไม่ใช่เพียงแค่เพิ่มเรื่องราวของชนกลุ่มน้อยเข้าไปในหลักสูตรเท่านั้น การปรับหลักสูตรเช่นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมองปัญหา และประเด็นต่าง ๆ จากมุมมองของคนหลากหลายวัฒนธรรม

2.5 เทคนิคการสอน เป็นสิ่งสำคัญที่สุด ควรต้องใช้วิธีการสอนที่เน้นการมีส่วนร่วม และการจัดกิจกรรมกลุ่ม เทคนิคการสอนที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่มีความเป็นพหุวัฒนธรรมศึกษา คือ การเรียนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการเรียนที่ครูฟังเสียงและความคิดเห็นของนักเรียนที่มาจากหลากหลายวัฒนธรรม

2.6 สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน โรงเรียนควรเลือกสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนที่สะท้อนประสบการณ์และประวัติศาสตร์ สื่อการสอนควรจะต้องเกี่ยวข้องกับปัญหาและมุมมองของทุกกลุ่มชนชาติ

2.7 การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง เป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะช่วยแก้ปัญหาและพัฒนาคุณภาพการศึกษาของนักเรียน



2.8 การตรวจสอบและประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ การจัดการศึกษาแบบใดก็ตามต้องหมั่นตรวจสอบและปรับปรุง พัฒนาการจัดการศึกษาในโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ

3. การปรับเนื้อหาในบทเรียนเพื่อให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมต่างๆ ซึ่งมีแนวทางในการปรับเปลี่ยนอยู่ 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 The Contribution Approach คือ การเพิ่มบทบาท เหตุการณ์ประสบการณ์ต่าง ๆ ของเชื้อชาติต่าง ๆ เข้าไปในแบบเรียน โดยมีเนื้อหาที่แสดงถึงบทบาทของตัวแทนของกลุ่มของผู้เรียนในสังคม เช่น กล่าวถึงบุคคลที่มีชื่อเสียงในวัฒนธรรมหรือประวัติศาสตร์ของผู้เรียน

ระดับที่ 2 The Additive Approach คือ การเพิ่มหรือเสริมสิ่งที่ขาดหายไปเป็นหลักสูตรเนื้อหาสาระสำคัญ แก่นของเรื่องเข้าไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างหลักสูตร

ระดับที่ 3 The Transformation Approach คือการปรับเปลี่ยนเนื้อหาในหลักสูตรทั้งหมดเพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดพหุวัฒนธรรมศึกษาทั้งในประเด็นของเหตุการณ์ แนวคิด ที่ต้องมีความสอดคล้องกับผู้เรียนที่มีวัฒนธรรมหลากหลาย

ระดับที่ 4 The Social Action Approach คือ การมีบทบาททางสังคม เช่น คู่มือในโรงเรียนหรือชุมชนมีปัญหาอะไรบ้างและแสดงบทบาทในการแก้ไขเพื่อนำความรู้มาช่วยแก้ไขปัญหาสังคมให้พัฒนาขึ้น

4. การปรับทัศนคติในการอยู่ร่วมกันอย่างสันติของผู้เรียนที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม ไม่มีอะไรสำคัญไปกว่า การสอนของครูที่เข้าใจผู้เรียนอย่างแท้จริง ไม่ว่าผู้เรียนจะมาจากวัฒนธรรมใดก็ตาม ผู้สอนจะต้องมีทักษะ 3 ประการดังนี้

4.1 To Know รู้ความหลากหลายทางวัฒนธรรมของผู้เรียน เห็นอกเห็นใจ

4.2 To Care ใฝ่ใจผู้เรียนทุกคน ไม่ดูถูกดูแคลน

4.3 To Act ปฏิบัติและกระทำต่อผู้เรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมเสมอภาค แล้วจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความเท่าเทียมจากผู้สอนอย่างแท้จริง

อามัดไญนี ดาโอะ (2553) ได้เสนอแนวทางการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรมเพื่อการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลว่ามีองค์ประกอบดังนี้

1. นโยบาย นโยบายของประเทศต้องสนับสนุนความหลากหลายทางวัฒนธรรม จุดประสงค์ของนโยบายควรประกอบด้วย การให้สิทธิทางกฎหมายแก่การศึกษาพหุวัฒนธรรม การอำนวยความสะดวกในการสร้างโปรแกรมและการฝึกหัดที่ส่งเสริมความแตกต่างทางวัฒนธรรม และโอกาสทางการศึกษาที่เท่าเทียมกันสำหรับทุกคน รวมถึงการสื่อสารกับผู้ปกครอง และประชาชนว่าการศึกษาพหุวัฒนธรรมถือว่ามีสำคัญในสังคมปัจจุบัน นโยบายควรประกอบด้วยคำชี้แจง

สำหรับการศึกษาพหุวัฒนธรรม และแนวทางที่ทีมงานสามารถใช้ได้ในการพัฒนาและประยุกต์ใช้กับแผนการศึกษาพหุวัฒนธรรม

2. บุคลากรของโรงเรียน บุคลากรของโรงเรียนจะต้องแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างทางชาติ ศาสนา และวัฒนธรรม เพื่อให้เกิดทัศนคติเชิงบวกต่อความแตกต่างในเรื่องกลุ่มชน ชนชนดิ และศาสนา นักเรียนจะต้องได้เห็นว่าผู้บริหาร ครู และคนอื่น ๆ ซึ่งมีภูมิหลังทางวัฒนธรรมและชนชาติต่างกันสามารถทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่าสังคมของเรามีการเคารพผู้คนที่มาจากต่างกลุ่ม ความเชื่อของนักเรียนมักได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์โดยตรงของนักเรียนในโรงเรียน

3. หลักสูตร แนวคิด เหตุการณ์ ประเด็นและปัญหาต่าง ๆ จากทัศนคติและมุมมองเรื่องกลุ่มชนจะต้องรวมอยู่ในหลักสูตรของโรงเรียน หลักสูตรจะต้องแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงและวิธีการดำเนินการทางสังคมที่มีต่อการศึกษาพหุวัฒนธรรมมากกว่าที่จะเป็นส่วนเสริมของรายวิชาหรือหลักสูตร

4. ความร่วมมือของผู้ปกครอง โรงเรียนจึงต้องพยายามพิจารณาแนวทางให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับโรงเรียนมากขึ้น โรงเรียนจะต้องระวังถึงการขาดความสนใจของ ผู้ปกครอง ทั้งนี้ถือเป็นหน้าที่ของโรงเรียนในการสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนและตอบรับการมีส่วนร่วมจากภายนอก

5. กลยุทธ์การสอน ครูจะต้องมีความชำนาญในการใช้หลักสูตรการศึกษาพหุวัฒนธรรม ในส่วนของกลยุทธ์ทางการสอน ความร่วมมือและการมีปฏิสัมพันธ์

6. สื่อการสอน สื่อการสอนในโรงเรียนจะต้องสอดคล้องกับประสบการณ์ด้านกลุ่มชน ศาสนา และวัฒนธรรม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

7. การติดตามตรวจสอบ การศึกษาพหุวัฒนธรรมจะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับแผนการประเมิน ติดตาม และตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้สามารถสรุปได้ว่าการจัดการศึกษาพหุวัฒนธรรมสามารถบรรลุผลได้จริง

### **บทบาทของครูในการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม**

ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการให้ความเท่าเทียมกันในโอกาสของการได้รับการศึกษา และในการเสริมสร้างเจตคติ ค่านิยมทางเชื้อชาติที่ถูกต้องให้กับนักเรียน โดยผ่านกระบวนการสอน และการกระทำตนเป็นแบบอย่างที่ไม่ลำเอียง โดยที่ครูต้องมีเจตคติ และพฤติกรรมเกี่ยวกับความแตกต่างทางเชื้อชาติ ศาสนา และวัฒนธรรมของนักเรียนเป็นไปในทิศทางบวก ยอมรับแนวคิดในเรื่องของความแตกต่างทางวัฒนธรรมและการอยู่ร่วมกันในสังคมที่มีความหลากหลาย จะต้องมิ

ความรู้ เจตคติและทักษะการสื่อสารในชั้นเรียน สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนและจัดกิจกรรมใน  
บทเรียนอย่างเท่าเทียมและเสมอภาคเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจและยอมรับความแตกต่างทาง  
วัฒนธรรม นอกจากนี้ครูประจำชั้นหรือประจำวิชาในสังคมพหุวัฒนธรรมศึกษา คือผู้ที่มีบทบาท  
สำคัญในการส่งเสริมเจตคติในเรื่องการยอมรับในบุคคลและกลุ่มบุคคลที่มีความแตกต่างจากตน  
ไม่ว่าความต่างนั้นจะเป็นเชื้อชาติ ศาสนา ภาษา หรือวัฒนธรรม ครูจะต้องปราศจากความอคติ  
ความลำเอียงต่อนักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างจากตน และเรียนรู้ให้นักเรียนกลุ่มต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การ  
สื่อสารและการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมและส่งเสริมการยอมรับซึ่งกันและกัน  
(บัญญัติ ยง่วน 2550, 3)

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
(Faraj 1987, 3298-A อ้างถึงพรรัตน์ กิ่งมะลิ 2552, 38; Yang 1987, 36-A; Simsek and Kabapinar  
2010, 1190–1194) และการศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธี  
อื่น ๆ (Davis 1979, 4164-A อ้างถึง ฮัซลินดา อัลมะอารีฟีย์ 2551, 39; Yang 1987, 36-A; Wolf and  
Fraser 2007, 321-341) โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนั้นเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา (Davis  
1979, 4164-A อ้างถึง ฮัซลินดา อัลมะอารีฟีย์ 2551, 39; Faraj 1987, 3298-A อ้างถึงพรรัตน์ กิ่งมะลิ  
2552, 38; Riggs 1997, 3802-A; Simsek and Kabapinar 2010, 1190–1194) และนักเรียนระดับ  
มัธยมศึกษา (Yang 1987, 36-A; May 2001, 3900-A; Wolf and Fraser 2007, 321-341)

จากการศึกษาวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มี  
พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ดี (Faraj 1987, 3298-A อ้างถึงพรรัตน์ กิ่งมะลิ 2552, 38) นอกจากนี้การ  
เรียนโดยการสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นตัวกระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนา  
ความสามารถในการอ่านและการเขียนได้อีกด้วย (Riggs 1997, 3802-A) การสืบเสาะหาความรู้ยัง  
เป็นการผสมผสานกันของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาอื่นๆ และถ้าใช้การสืบเสาะหาความรู้ที่  
ประกอบด้วยยุทธศาสตร์และพฤติกรรมในทางที่เหมาะสมแล้วจะก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี  
เช่น การตั้งปัญหาที่ดีของครูและนักเรียน การตีความ และการอธิบาย การผสมผสานของเนื้อหาวิชา  
(May 2001, 3900-A) นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้  
สามารถกระตุ้นให้นักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
(Tuan et al. 2005, 541-566)

และจากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (Simsek and Kabapinar 2010, 1190–1194) และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีแบบอื่น หรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละรูปแบบนั้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Davis 1979, 4164-A อ้างถึง ฮัซลินดา อัลมะอารีฟีย์ 2551, 39; Faraj 1987, 3298-A อ้างถึงพรรัตน์ กิ่งมะลิ 2552, 38; Yang 1987, 36-A และ Wolf and Fraser 2007, 321-341) นอกจากนี้ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ที่แตกต่างกันไม่แตกต่างกัน (Olarinoye 1979, 4848-A)

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (Simsek and Kabapinar 2010, 1190–1194)

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Davis 1979, 4164-A อ้างถึง ฮัซลินดา อัลมะอารีฟีย์ 2551, 39) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wolf and Fraser (2007, 321-341) ที่พบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้กับที่ไม่ใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ นั้นแตกต่างกัน แต่ขัดแย้งกับงานวิจัยของ Simsek and Kabapinar (2010, 1190–1194) ที่พบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ได้มีผลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องมาจากเหตุผลที่แตกต่างกัน เช่น เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพียง 8 สัปดาห์ ยังเพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะสอดคล้องกับการงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับเจตคติที่ได้ระบุว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาดังนี้ (Neiderhauser, 1994; Unal & Ergin, 2006)

### งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในประเทศไทยซึ่งทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังการเรียน และศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่า (สุรจิตา เศรษฐภักดี 2547,62) สอดคล้องกับอาภาพร เปลี่ยนรัมย์(2552, 114) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น และแบบกลุ่มร่วมมือ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น และแบบกลุ่มร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ (เรวัต ศุภมั่งมี 2542, 58; นันทกา คันธิยังค์ 2547, 82; ณรงค์ โสภิน 2547, บทคัดย่อ; ทวีศิลป์ ชื้อสัจย์ 2551, บทคัดย่อ; พรรณี กิ่งมะลิ 2552, บทคัดย่อ) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับทางสถิติ นอกจากนี้ผลการศึกษาสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ของฮัชลินดา อัลมะอารีฟีย์ (2551, บทคัดย่อ) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และจากการศึกษาผลการวิจัยในส่วนของการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (ธวัชชัย คงนุ่น 2548, 62; สุพัตรา วงศ์ษา 2549, 76) นอกจากนี้จากการศึกษาวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (เกษณี สิมสีดา 2550, 92)

อรุณญา สถิตไพบุลย์ (2550, 99-100) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดในการเรียนและจดจำเนื้อหาได้ดี และคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น กระฉับกระเฉง สนใจในการเรียนกล้าแสดงออกและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันเรียนรู้ สร้างโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น นักเรียนมีโอกาศศึกษาค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง จากประสบการณ์ตรง และสร้างองค์ความรู้ได้ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านความเข้าใจในเนื้อหา กระบวนการในการหาความรู้ และจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้

Prince of Songkla University  
Pattani Campus