

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ความสามารถในการประยุกต์ใช้แนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ของนักเรียนจากการเรียนรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) ที่สอดคล้องแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)
4. การตัดสินใจ
5. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์

วรรณทิพา รอดแดงคำ (2540, อ้างถึงใน โชคชัย ยืนยง, 2551) กล่าวว่า การสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ ซึ่งจะอธิบายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบาย “ความรู้” ว่าเป็นสิ่งชั่วคราว มีพัฒนาการ ไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม เพื่อเป็นตัวแทนความคิด (Representation) ของความจริงที่เป็น reality ส่วน “การเรียนรู้” ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตัวคน ๆ นั้นเอง ในการต่อสู้กับสถานการณ์และความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม นั่นคือการเรียนรู้เป็นการสร้างตัวแทนใหม่ และสร้างโมเดล (Mental model) ของความจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม ผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

แนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญในการออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ Cognitive constructivism และ Social constructivism (สุมาลี ชัยเจริญ, 2547 อ้างถึงใน ผกายดาว สีสยามาศย์, 2551)

### หลักการของ Cognitive constructivism

Cognitive constructivism มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการที่พิสูจน์อย่างมีเหตุผลเป็นความรู้ที่เกิดจากการไตร่ตรอง ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบกับรากฐานทางจิตวิทยา การเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นฐานแนวคิดนี้ นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส คือ จีน เพียเจต์ (Jean Piaget) ทฤษฎีของเพียเจต์แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ Ages และ Stages ซึ่งทั้งสององค์ประกอบนี้จะทำนายว่าเด็กจะสามารถเข้าใจหรือไม่สามารถเข้าใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่งเมื่อมีอายุแตกต่างกัน และทฤษฎีเกี่ยวกับด้านพัฒนาการที่จะอธิบายว่า ผู้เรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด ทฤษฎีพัฒนาการที่จะเน้นจุดดังกล่าว เพราะว่าเป็นพื้นฐานหลักสำหรับวิธีการทาง Cognitive constructivism นั้น มีแนวคิดที่ว่ามนุษย์เราต้องสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญาที่เรียกว่า สกีม่า หรือเมนทอลโมเดล สกีม่าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ขยายและเพิ่มความซับซ้อนได้ โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation)

เพียเจต์ เชื่อว่าถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structuring) ให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญาและการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) คือการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิมหรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพสมดุลหรือสามารถ ที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นเอง

### หลักการของ Social constructivism

Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Lev Vygotsky ซึ่งมีแนวคิดสำคัญว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า Zone of proximal development ความสามารถในการเรียนหรือกระทำสิ่งใหม่ของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน บางคนอาจเรียนหรือกระทำสิ่งนั้นได้สำเร็จโดยลำพัง บางคนต้องได้รับความช่วยเหลือจากครูหรือผู้ใหญ่ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนจะต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนอยู่ในบริเวณ Zone of proximal development เป็นหน้าที่ของครูหรือผู้ใหญ่ ที่ต้องให้ความช่วยเหลือชี้แนะ ผู้เรียนจึงจะสามารถเรียนหรือกระทำสิ่งนั้น การช่วยเหลือชี้แนะให้ผู้เรียนได้เรียนหรือกระทำสิ่งใหม่ได้สำเร็จเมื่อเขาไม่สามารถทำโดยลำพัง

เรียกว่า Scaffolding ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น ใช้หุ่นจำลองหรือตัวแบบประกอบการสอน แสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาให้ดู การถามนำ การใช้สื่อหรือวัสดุประกอบการสอนเพื่อทำให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น การแตกชิ้นงานให้กลายเป็นชิ้นงานย่อยเพื่อทำให้ผู้เรียนทำงานเสร็จเป็นครั้ง ๆ ไป การลดความซับซ้อน การชี้ให้เห็นลักษณะสำคัญ

ในทุกชั้นเรียนกลยุทธ์ทางการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Social constructivism ของ Vygotsky อาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมให้เหมือนกันทุกอย่างก็ได้ กิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจะมีหลักการ 4 ประการ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในชั้นเรียนที่เรียกว่า Vygotskian ประกอบด้วย 1) การเรียนรู้และพัฒนาคือด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ 2) Zone of proximal development ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียน 3) การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพจริง และ 4) ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียน

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการออกแบบการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ จากการเผชิญกับปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา และพยายามสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการทางพุทธิปัญญา เพื่อให้โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเข้าสู่สภาพสมดุลหรือเกิดการเรียนรู้ ภายใต้แนวคิดการสร้างความรู้ดังกล่าว บทบาทของผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำอย่างต้นตัว ในขณะที่ครูผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทางพุทธิปัญญา จากความสำคัญดังกล่าว จะเห็นได้ว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน ดังเช่น พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งในหมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษามาตรา 22 กล่าวว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด” จึงทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ให้ความสำคัญกับการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน และได้เก็บสะสมประสบการณ์ที่แตกต่างกันมา ซึ่งต้องได้รับอิทธิพลจากสังคม วัฒนธรรม ที่อยู่ในบริบทของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนมีการสร้างความหมายจากสิ่งเหล่านั้น ส่งผลให้มีแนวความคิดที่แตกต่างกัน มีการแสดงออกถึงความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนในรูปแบบของตัวแทนความคิด (Student mental representation) ที่หลากหลาย ทำให้ความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ความรู้แต่ละคนจึงมีโอกาที่จะ

พัฒนาขึ้นมาได้ ซึ่งอาจจะมี การสร้าง ความหมาย หมายจน พัฒนา เป็น ความรู้ ใน เส้นทาง ที่ แตกต่าง กัน แต่ สุดท้าย แล้ว ต้อง มา สู่ จุด หมาย ของ ความรู้ ที่ มีความ เชื่อถือ และ เป็น ที่ ยอมรับ ใน ปัจจุบัน ผู้สอน จึง ต้อง พยายาม ส่งเสริม ให้ ผู้เรียน ได้ สร้าง ความรู้ ใน เส้นทาง ของ ตน เพื่อ ไป สู่ สิ่ง ที่ เชื่อถือ ได้ ที่ สุด ณ เวลานั้น และ เป็น ที่ ยอมรับ ซึ่ง ก็ คล้าย กับ การ พัฒนา ความรู้ วิทยาศาสตร์ เพราะ ฉะนั้น การ จัด การ เรียน การ สอน ตาม แนว คอนสตรัคติวิสต์ น่า จะ สอดคล้อง กับ ธรรมชาติ วิทยาศาสตร์

## 2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสังคมโลกในปัจจุบันและในอนาคต เพราะ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในการประกอบอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันและในการทำงาน เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ดังนั้นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด

ทศนีย์ บุญเดิม (2548) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไรและทำไม ความรู้บางอย่างจึงถูกต้องมากกว่าความรู้ (หรือความเชื่อ) อื่นที่มีมาก่อน โดยการให้ประสบการณ์และโอกาสที่กระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ที่ถูกต้อง เพราะ ไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่มีความรู้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงรวมการแทนที่ความคิดบางอย่างด้วยความคิดอันอื่น ดังนั้นความรู้ใหม่จึงใช้เพื่อแก้ไขความรู้ที่มีมาก่อน มุมมองนี้ขัดแย้งกับแนวคิดในอดีตที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ หากแต่ในมุมมองนี้นักเรียนต้องเป็นผู้สร้างความรู้ ดังนั้นหน้าที่ของครูวิทยาศาสตร์ในการประยุกต์แนวคิดทฤษฎีนี้จึงเป็นการช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดของตน กล่าวอีกนัยหนึ่ง การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีนี้จึงมักให้ความสำคัญกับการจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามแนวคิดทฤษฎีนี้ รวมทั้งการสร้างมโนคติหรือมโนทัศน์ (Conception) ด้วยตัวของนักเรียนเอง

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ผู้เรียนเปรียบเสมือนชุมชนนักวิทยาศาสตร์หนึ่งที่มีความสนใจศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งร่วมกัน ผู้เรียนแต่ละคนได้ทำการสืบเสาะ (Inquiry) เพื่อหาเหตุผล หาพยานหลักฐานมาอธิบายในสิ่งที่เกิดขึ้นจากการทดลอง หรือสิ่งที่สังเกตได้ โดยยึดความเป็นเหตุเป็นผลเป็นหลัก ในระหว่างการสืบเสาะหาความรู้นั้น ผู้เรียนได้มีการอภิปรายร่วมกัน ภายใต้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์อันใดอันหนึ่งที่มีความสนใจเดียวกัน ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงตัวแทนความคิดของตน (Student mental representation) ออกมาเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้

วิทยาศาสตร์ซึ่งกันและกัน และได้มีโอกาสทบทวนแนวความคิดของตนอีกครั้ง จะเห็นได้ว่าการทำความเข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ จะต้องมีการเจรจา การอภิปราย และการตีความหมายข้อมูลผ่านกระบวนการทางสังคม กระบวนการนี้ทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้สาธารณะ (Public knowledge) สามารถพัฒนาต่อได้อย่างต่อเนื่องจากบุคคลหลายกลุ่ม นั่นคือ การสร้างองค์ความรู้วิทยาศาสตร์เป็น Social enterprise ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละช่วงของการพัฒนา ซึ่งความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือในปัจจุบัน อาจจะไม่ถูกต้องเลยก็ได้ในอนาคต ดังนั้นภาพของวิทยาศาสตร์จึงเป็นภาพของความรู้ที่น่าเชื่อถือได้ (Reliable knowledge) โดยผ่านทางวิธีการสืบเสาะที่มีมาตรฐาน (โชคชัย ยืนยง, 2551) ดังนั้นเมื่อความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เป็นปรนัย การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรให้ความสำคัญกับการแสดงแนวคิดของผู้เรียน ซึ่งแสดงออกมาในรูปแบบตัวแทนความคิด (Student mental representation) เพื่อเป็นการปลุกฝังให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์อเมริกัน หรือ AAAS (2006 อ้างถึงใน โชคชัย ยืนยง, 2551) ได้ให้กรอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) ว่าจะต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบเข้าด้วยกัน สามองค์ประกอบนี้ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) การมีมุมมองที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Scientific world view) และองค์กร หน่วยงาน หรือ สถาบัน ที่ทำงานร่วมกันทางในเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific enterprise)

1. การสืบเสาะความรู้แบบวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) การสืบเสาะความรู้แบบวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งครอบคลุมไปถึงการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองและการจัดกระทำข้อมูล โดยมีขั้นตอนและกระบวนการที่ยืดหยุ่น การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Science demands evidence) วิทยาศาสตร์คือการบูรณาการตรรกะและจินตนาการเข้าด้วยกัน (Science is a blend of logic and imagination) วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ (Science explains and predicts) นักวิทยาศาสตร์พยายามหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่มีอคติ (Scientists try to identify and avoid bias) และวิทยาศาสตร์มีอิสระและไม่ได้เกิดจากการบังคับ (Science is not authoritarian)

2. การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ (The scientific world view) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ทำงานโดยมีแนวความเชื่อพื้นฐานบางอย่างร่วมกัน ซึ่งทำให้แตกต่างจากการทำงานของผู้ที่ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ค่อนข้างคงที่ และเชื่อถือได้เนื่องมาจากค่อย ๆ ถูกสั่งสมมาเป็นเวลานาน แต่ก็สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ นักวิทยาศาสตร์ไม่เคยยึดถือว่าความรู้ที่ได้ครบถ้วนสมบูรณ์แบบแล้ว การมีมุมมองที่เป็น

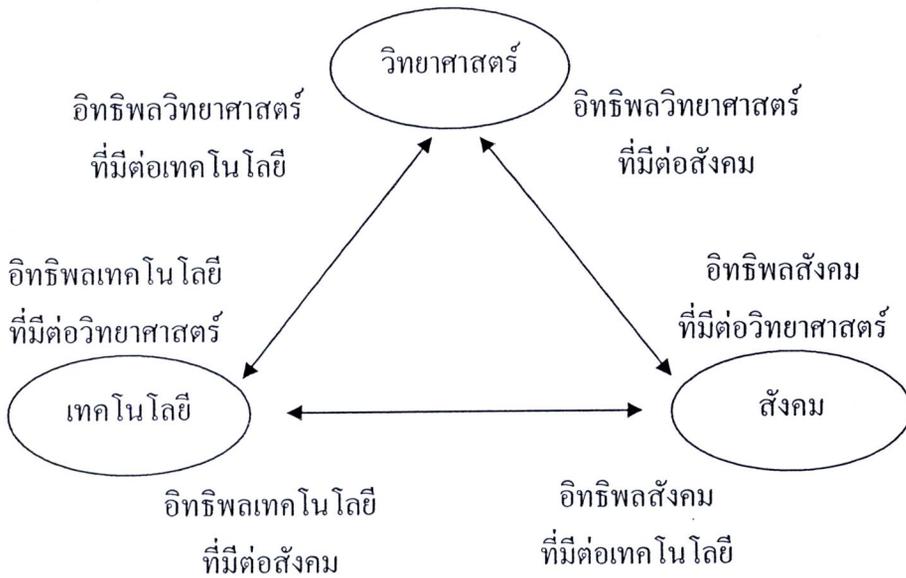
วิทยาศาสตร์ เป็นมุมมองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และ ตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ ได้แก่ มนุษย์สามารถทำความเข้าใจโลกได้ (The world is understandable) ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ยอมรับได้ในช่วงเวลาหนึ่ง (Scientific knowledge is durable) และวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบทุกอย่างได้ (Science cannot provide complete answers to all questions)

3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (The scientific enterprise) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้นมีลักษณะแตกต่างจากในอดีต เช่น มีความเป็นองค์กรอยู่ในสังคมผู้ที่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์สามารถเลี้ยงชีพได้จากการทำงานในด้านนี้ และนโยบายของรัฐบาลส่งผลต่อการสนับสนุนกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ของสังคม ลักษณะของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 4 ด้านหลัก ๆ ได้แก่ โครงสร้างทางสังคม วิชาชีพ สถาบันที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรมของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในสังคม องค์กร หน่วยงาน หรือสถาบันที่ทำงานร่วมกันทางในเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific enterprise) แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจถึงความเกี่ยวข้องของสัมพันธ์กันระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ประเด็นเหล่านี้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน (Science is a complex social activity) วิทยาศาสตร์จำแนกได้หลายสาขาวิชาและนำไปใช้ในสถาบันต่าง ๆ มากมาย (Science is organized into content disciplines and is conducted in various institutions) การนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ต้องคำนึงถึงศีลธรรม (There are generally accepted ethical principles in the conduct of science) และนักวิทยาศาสตร์ต้องมีส่วนร่วมในสังคมทั้งในฐานะที่เป็นผู้เชี่ยวชาญและเป็นพลเมืองคนหนึ่ง (Scientists participate in public affairs both as specialists and as citizens)

ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติความรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ไม่ควรเป็นเพียงแต่การจำเนื้อหาได้เท่านั้น แต่ควรจะหาแนวทางเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์หรือนำประเด็นทางสังคมเข้ามาเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างคิด ช่างสังเกต ผู้เรียนได้มีการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อหาประจักษ์พยานที่มีความน่าเชื่อถือมาหาคำตอบเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ รวมถึงการกระตุ้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ ศิลปะ การเมืองการปกครอง สังคม เศรษฐศาสตร์ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมด้วย และการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาสนทนา อภิปราย แลกเปลี่ยนข้อมูลกัน

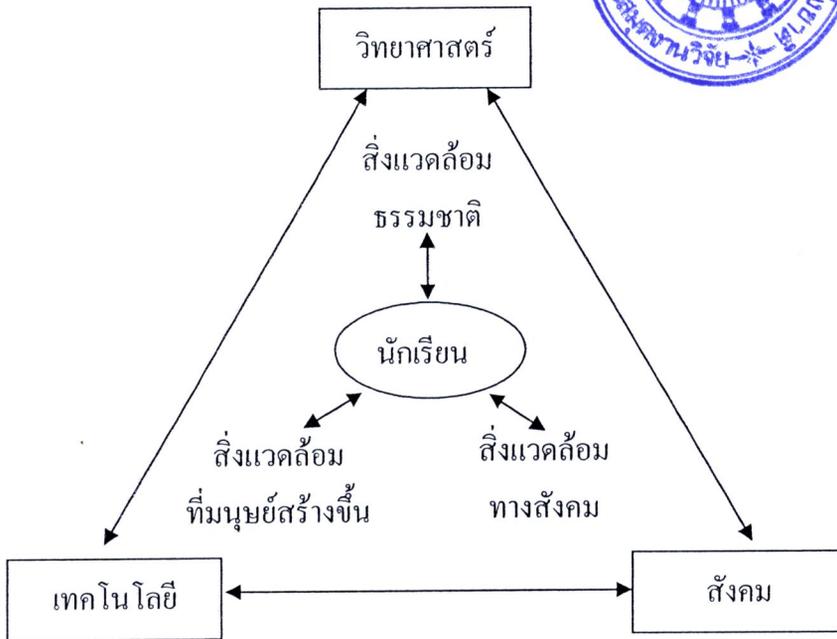


โดยไม่หยุดยั้ง เช่นเดียวกับกับความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและสังคม เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาขึ้นไป มีการสร้างสิ่งประดิษฐ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ใ้มนุษย์ในสังคม มนุษย์ในสังคมจะมีความเป็นอยู่ในการดำรงชีวิตอย่างสะดวกสบาย เศรษฐกิจดีขึ้น นักเทคโนโลยีในสังคมก็พยายามคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ อีก และความต้องการของสังคมเองก็มีส่วนผลักดันให้นักเทคโนโลยีพยายามพัฒนาเทคโนโลยีต่อไปไม่หยุดยั้ง ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (ภพ เลาห์ไพบูลย์, 2537)

การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของผู้เรียน การที่ผู้เรียนให้ความสนใจ และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ หรือช่วยแก้ปัญหาสังคมที่เกิดขึ้นจาก วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ จะสามารถนำไปสู่ความยั่งยืนของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมของประเทศในอนาคต การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อมโดยเน้นทักษะ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและทักษะในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2 (Aikenhead, 1994 อ้างถึงในสุภาวดี แก้วงาม, 2549)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Aikenhead, 1994)

การจัดการเรียนรู้เพื่อทำให้ผู้เรียนแต่ละคนได้สร้างองค์ความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งแนวทางการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มี 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางในเชิงประวัติศาสตร์ (Historical approach) แนวทางในเชิงปรัชญา (Philosophical approach) และแนวทางที่ใช้ประเด็นเป็นฐาน (Issues-based approach) แต่แนวทางที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทยคือ Issues-based approach ซึ่งได้แก่การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของ Yager (1993) Bryant (1995) Carin (1997) ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2544) และ Yuenyong (2006) (โชคชัย ยืนยง, 2551)

3.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของ Yager (1993 อ้างถึงใน ชวนชื่น โชติไธสง, 2541) ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการกิจกรรมได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่

3.1.1 กำหนดหัวข้อการอภิปราย (The subject being discussed) เป็นขั้นการสืบหาข้อมูลการอภิปรายจากกระแสความเป็นไปของท้องถิ่น ครอบครัวของนักเรียนแต่ละคน

3.1.2 รอเวลาให้ปรากฏ (The use of wait is apparent) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเกิดกระบวนการของการตั้งคำถาม กำหนดความคิดที่ดี ๆ และพิจารณาความคิดที่ไม่มีคุณค่าในการตอบคำถาม

3.1.3 ปฏิบัติการร่วมกัน (The cooperative learning) เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของแต่ละคน เพื่อหาข้อสรุปเป็นปัญหาร่วมกัน แล้วเสนอให้ครูพิจารณารับรองการทำงาน

3.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของ Bryant (1995 อ้างถึงใน พัดชา เพิ่มพิพัฒน์, 2546) ประกอบด้วยกิจกรรม 6 ขั้นตอนในการพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้แนะนำ ช่วยเหลือให้นักเรียนทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 ขั้นสงสัย (Wonder) คือการที่ครูผู้สอนใช้ปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและตั้งคำถามในสิ่งที่ตนสนใจ

3.2.2 ขั้นวางแผน (Plan) ในขั้นนี้นักเรียนจะวางแผนร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่มหรือทำด้วยตนเองเพื่อหาวิธีการค้นคว้าหาคำตอบสำหรับคำถามในขั้นสงสัย โดยใช้แหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย

3.2.3 ขั้นค้นหาคำตอบ (Investigate) เป็นการดำเนินการในการค้นคว้าหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ตามวิธีการที่ระบุไว้ในขั้นวางแผน โดยมีครูผู้สอนให้คำแนะนำ

3.2.4 ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect) นักเรียนจะสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการค้นคว้าและสรุปสาระที่ได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้จากขั้นค้นหาคำตอบ โดยครูผู้สอนจะแนะนำนักเรียนในการสรุปและเชื่อมโยงความคิด

3.2.5 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเพื่อน ๆ โดยการนำเสนอผลงานการค้นคว้าในรูปแบบที่น่าสนใจ

3.2.6 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Act) คือขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปปฏิบัติจริงให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง และสังคมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทำแผ่นพับ การจัดป้ายนิเทศ การจัดมุมวิทยาศาสตร์ และการจัดรายการเสียงตามสาย

3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของ Carin (1997 อ้างถึงใน สุภาวดี แก้วงาม, 2549) ประกอบไปด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ขั้นสืบเสาะค้นหา (Search) นักเรียนเลือกหัวข้อที่จะศึกษา หนังสือ ตำรา การสาธิตกิจกรรมฝึกปฏิบัติ การไปทัศนศึกษา รายการโทรทัศน์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชน โดยระดมสมองเพื่อเลือกหัวข้อ จากนั้นจะร่วมกันตั้งคำถามเพื่อศึกษาเจาะลึกในเรื่องที่สนใจ ต้องการศึกษาคำถามอาจมีมากมาย แต่จะเลือกคำถามที่เป็นปัญหาหลักที่จะศึกษามาเพียง 1-2 คำถาม

3.3.2 **ขั้นแก้ปัญหา (Solve)** ในขั้นนี้จุดเน้นอยู่ที่การใช้กลวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะฝึกใช้แนวทางการวิจัยทดลองเพื่อตอบคำถามในเรื่องที่สนใจศึกษา ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลด้วยตนเอง

3.3.3 **ขั้นสร้างความรู้ (Create)** เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนสามารถแสดงผลการค้นพบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนกราฟ แผนภูมิ หรือวิธีการอื่น ๆ

3.3.4 **ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share)** เป็นการเผยแพร่ข้อมูล นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าแก่กลุ่มเพื่อน โดยนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูดปากเปล่า

3.3.5 **ขั้นกระทำการ (Action)** นักเรียนนำผลที่ได้จากการศึกษาไปปฏิบัติ หรือนำเสนอข้อค้นพบแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการแก้ไขปัญหาคือต่อไป

**3.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของ ญัฐวิทย์ พจนันติ (2544) ซึ่งได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้**

3.4.1 **ขั้นตั้งคำถาม (Questioning)** เป็นการจัดประสบการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย ความอยากรู้อยากเห็น เกิดการตั้งคำถามสิ่งที่น่าสนใจศึกษา สถานการณ์หรือประเด็นปัญหา สรุประเด็นปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบ

3.4.2 **ขั้นวางแผน (Planning)** ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการกลุ่มเพื่อระดมความคิด และหาวิธีการปฏิบัติตามขั้นตอน การสืบค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งออกแบบ และจัดทำเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องการสืบค้น

3.4.3 **ขั้นค้นหาคำตอบ (Exploring)** ผู้เรียนค้นหาคำตอบและเก็บรวบรวมด้วยวิธีการ แผนการที่เตรียมไว้ แล้วสรุปความรู้ที่ได้จากการหาคำตอบของปัญหา

3.4.4 **ขั้นสะท้อนความคิด (Reflecting)** ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อสรุปที่ได้กับทฤษฎีหลักการ จากการศึกษาเอกสาร ใบความรู้ และแหล่งข้อมูลที่จัดเตรียมให้ เพื่อขยายความคิดและข้อสรุป ข้อค้นพบให้ชัดเจน เพื่อนำเสนอความรู้ ความคิด และข้อสรุป ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ

3.4.5 **ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Sharing)** ผู้เรียนนำเสนอความรู้ ความคิด ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน จัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เป็นต้น และร่วมกันแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์เรียนรู้ซึ่งกันและกัน

3.4.6 **ขั้นขยายขอบเขตความรู้ ความคิด (Extending)** ผู้เรียนนำความรู้ ความคิด จากข้อสรุป จากปัญหา และข้อสงสัยที่เกิดขึ้นไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองจากเอกสาร ใบความรู้ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ การซักถาม นำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันเพื่อขยายขอบเขตการเรียนรู้ และเชื่อมโยงความรู้ ความคิดให้กว้างขวางขึ้น

3.4.7 **ขั้นนำไปปฏิบัติ (Acting)** ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยกันไปใช้

3.5 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของ Yuenyong (2006) ประกอบไปด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ขั้นระบุประเด็นทางสังคม (Identification of social issues stage) เป็นการระบุประเด็นทางสังคมเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขั้นนี้ครูจำเป็นต้องกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงประเด็นทางสังคม เนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และชวนซึ่งว่าคนมีส่วนเกี่ยวข้องที่จะช่วยหาคำตอบในประเด็นนั้น ๆ เพื่อเป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนตระหนักถึงประเด็นในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อหาคำตอบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยในขั้นนี้ ครูอาจจะนำเสนอสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ในท้องถิ่น ในสื่อสารมวลชน การสำรวจประเด็นทางสังคมในสถานที่จริง นำเสนอผลิตภัณฑ์ของเทคโนโลยี เป็นต้น

3.5.2 ขั้นระบุการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ (Identification of potential solutions stage) เป็นการให้นักเรียนได้ตรวจสอบศักยภาพของตนเองในการที่จะหาคำตอบของประเด็นทางสังคมนั้น ๆ จากที่นักเรียนรับรู้ประเด็นทางสังคมเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องวางแผนการหาคำตอบของปัญหา โดยนักเรียนจะตรวจสอบศักยภาพของตนเองด้วยการพิจารณาความรู้ที่ตนมีอยู่ และวางแผนหาความรู้เพิ่มเติมที่จะสนับสนุนให้นักเรียนหาคำตอบได้

3.5.3 ขั้นต้องการความรู้ (Need for knowledge stage) ขั้นนี้นักเรียนจะต้องศึกษาความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ดังนั้นในขั้นนี้จึงเปิดโอกาสให้ครูได้จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองและสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่ดี เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการหาคำตอบของประเด็นทางสังคม

3.5.4 ขั้นทำการตัดสินใจ (Decision making stage) ขั้นนี้นักเรียนจะใช้ความรู้ที่เรียนมาเพื่อทบทวนหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะดำเนินการแก้ไขปัญหานั้น ๆ ในแนวทางใด กล่าวคือ นักเรียนได้รวบรวมความรู้วิทยาศาสตร์และศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อจะออกแบบแนวทางการหาคำตอบ โดยการสร้างตัวแบบ ระบบ โครงสร้าง หรือแนวคิดต่าง ๆ เพื่อจะนำไปใช้ได้จริงในสังคม โดยนักเรียนจะต้องคำนึงถึงว่าแนวทางนั้นมีความเป็นไปได้หรือไม่ มีผลเสียอย่างไร สำหรับท้องถิ่นตน

3.5.5 ขั้นกระบวนการทางสังคม (Socialization stage) กระบวนการทางสังคมสะท้อนให้นักเรียนได้ทบทวนแนวคิดของตน ที่แสดงมาเพื่อแก้ไขปัญหานั้น จากการนำเสนอ หรือกระทำการที่ออกแบบไว้ในขั้นทำการตัดสินใจในสังคม เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด หรือตรวจสอบแนวคิดของตนให้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยในขั้นนี้ นักเรียนอาจนำเสนอแนวคิด

ต่อสังคม โดยเขียนจดหมายถึงผู้นำท้องถิ่นเกี่ยวกับประเด็นสังคมต่าง ๆ ตั้งกระทู้แนวทางหาคำตอบในเวบบอร์ด บทบาทสมมุติ โครงการวิทยาศาสตร์ จัดนิทรรศการหรือจัดโครงการรณรงค์ต่าง ๆ และพร้อมทั้งรับฟังความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมโครงการ

ประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดขึ้นในทุกสังคม ประเด็นเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น คณิตศาสตร์ ศิลปะ การเมือง การปกครอง สังคม เศรษฐศาสตร์ เราจะต้องมีการตัดสินใจอย่างเหมาะสมภายใต้บริบทของสังคมไทย เช่น ปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง การประหยัด ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นต้น แต่การตัดสินใจอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับบรรทัดฐานของกลุ่มชนนั้น การศึกษาบรรทัดฐานในการตัดสินใจของนักเรียนก็จะทราบถึงคุณค่าที่เขายึดถือหรือใช้ตัดสินใจว่ามีความเหมาะสมกับสังคมไทยหรือไม่อย่างไร ตลอดจนจะพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เพื่อยึดถือบรรทัดฐานที่เหมาะสมกับบริบทสังคมไทย และในระดับสากลมาใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งก็คือปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) เพราะเป็นแนวทางการจัดการเรียนที่เน้นมโนคติและความสามารถทางเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม นอกจากนั้น การที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) ให้ความสำคัญกับมโนคติทางเทคโนโลยีมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะมโนคติเทคโนโลยีมองเห็นวิทยาศาสตร์ในสังคมของนักเรียนเอง (ตักขณันท์ กล้าหาญ, 2552)

การศึกษาความสามารถทางเทคโนโลยีของ ตักขณันท์ กล้าหาญ (2552) และ อภิวัฒน์ บุญเชื้อ (2552) พบว่าความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียน จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการตัดสินใจ ผลิตภัณฑ์งานภายใต้บริบทสังคมไทยได้ กล่าวคือ ในกระบวนการออกแบบของนักเรียนมีการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยคำนึงความต้องการของสังคม ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงผลงานของนักเรียนที่การตัดสินใจภายใต้ก่านิยมที่เป็นบรรทัดฐานของชุมชน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) ที่เน้นมโนคติทางเทคโนโลยี จะกระตุ้นให้นักเรียนได้ยึดถือปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นบรรทัดฐานในการตัดสินใจ (Yuenyong, Thathong, and de Vries, 2009) จนกลายเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีในตัวเองสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมไทย ด้วยมโนคติเทคโนโลยี นั่นคือการนำความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับศาสตร์อื่น ๆ มาประยุกต์ใช้ในการคิดแก้ปัญหา คิดออกแบบ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม

#### 4. การตัดสินใจ

การตัดสินใจ คือ กระบวนการเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง จากหลาย ๆ ทางเลือกที่ได้พิจารณาหรือประเมินอย่างดีแล้วว่าเป็นทางให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเป้าหมายขององค์การ การตัดสินใจเป็นสิ่งสำคัญ และเกี่ยวข้องกับหน้าที่การบริหารหรือการจัดการเกือบทุกขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการวางแผน การจัดองค์การ การจัดคนเข้าทำงาน การประสานงาน และการควบคุม (ไพลิน ผ่องใส, 2536) การกำหนดขั้นตอนของการตัดสินใจตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายเป็นการตัดสินใจโดยใช้หลักเหตุผลและมีกฎเกณฑ์ ซึ่งเป็นการตัดสินใจโดยใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการหาข้อสรุปเพื่อการตัดสินใจ ขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีเส้นทางการตัดสินใจหรือกระบวนการตัดสินใจที่แตกต่างกันดังนี้

4.1 กระบวนการตัดสินใจของ Dinklage (1977 อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) ได้เสนอขั้นตอนการตัดสินใจไว้ 7 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3

4.1.1 ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาว่าคืออะไร ในขั้นนี้บุคคลจะต้องทราบเสียก่อนว่าเขาจะต้องตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องใด

4.1.2 ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ การตัดสินใจทุกเรื่องจะต้องเกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการตัดสินใจ ข้อมูลดังกล่าวไม่ใช่ข้อมูลทั่ว ๆ ไป แต่จะต้องเป็นข้อมูลที่ช่วยในการตัดสินใจ

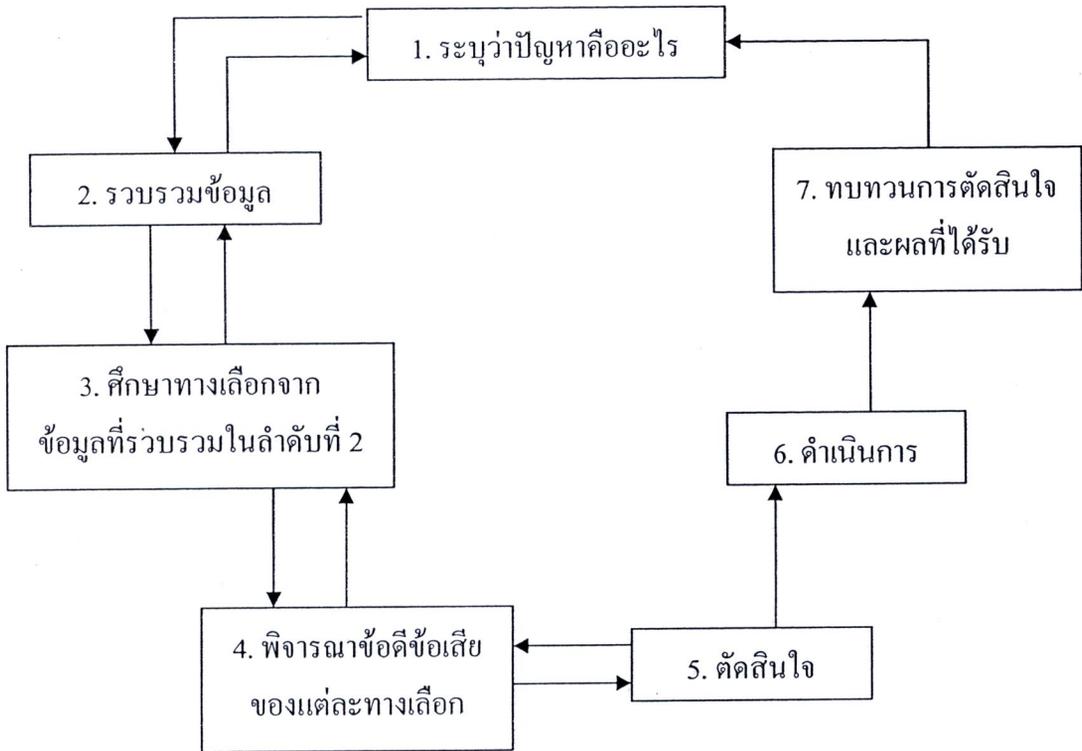
4.1.3 ขั้นที่ 3 รู้จักทางเลือกที่มีอยู่จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 2 อาจทำให้บุคคลเริ่มเห็นคู่ทางเลือกของเขาขึ้นมาได้

4.1.4 ขั้นที่ 4 การชั่งน้ำหนักของตัวเลือกแต่ละตัว สำหรับขั้นนี้จะต้องให้บุคคลลองพิจารณาว่าแต่ละทางเลือกมีผลดี ผลเสียอย่างไร

4.1.5 ขั้นที่ 5 การตัดสินใจเลือก ถ้าบุคคลใดทำขั้นที่ 4 เรียบร้อย เขาก็พร้อมที่จะตัดสินใจเลือกในการเลือกของเขาในครั้งนี้อย่างใหญ่จะเป็นจากอันดับของการเลือกที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 4

4.1.6 ขั้นที่ 6 ดำเนินการ เมื่อได้ตัดสินใจว่าจะทำอะไรเรียบร้อยแล้ว บุคคลก็พร้อมที่จะลงมือดำเนินการตามที่ได้ตัดสินใจไว้ในขั้นที่ 5

4.1.7 ขั้นที่ 7 ทบทวนการตัดสินใจและผลที่ได้รับ เมื่อทำตามที่ได้ตัดสินใจไปแล้ว บุคคลจะพบว่า การตัดสินใจเลือกของเขาสามารถช่วยหรือไม่ในการแก้ปัญหาจากขั้นที่ 1

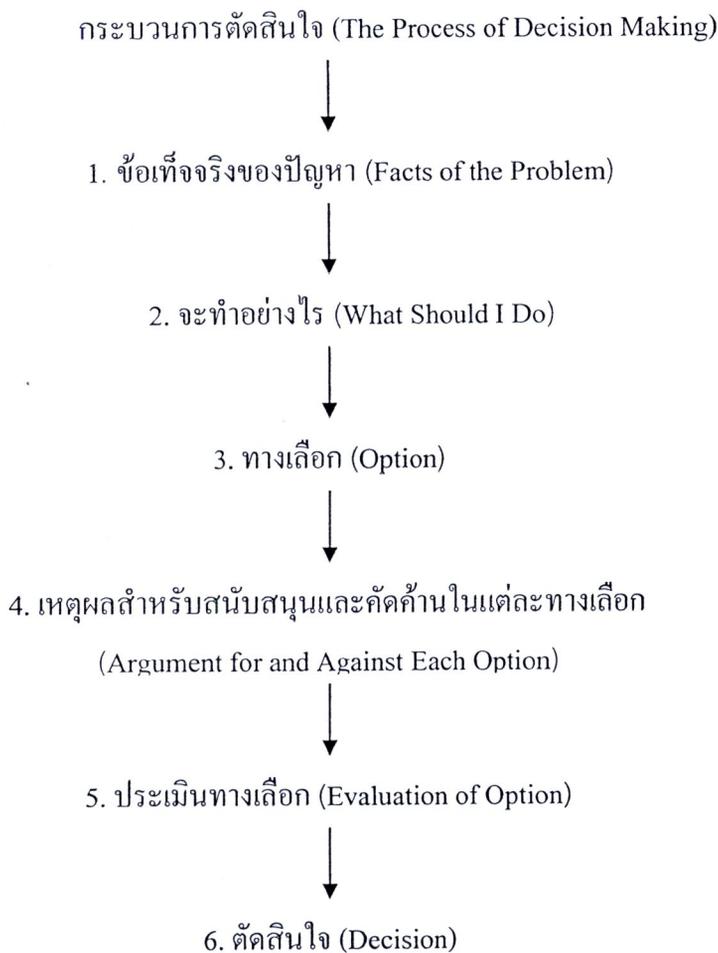


ภาพที่ 3 กระบวนการตัดสินใจของ Dinklage (1977)

4.2 กระบวนการตัดสินใจของ Bayer, Barry.K. (1987 อ้างถึงใน นวรัตน์ กฤตเวทิน, 2546) ประกอบด้วยขั้นตอนการตัดสินใจ 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 4.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมาย (Define the goal)
- 4.2.2 ระบุทางเลือก (Identify alternative)
- 4.2.3 วิเคราะห์ทางเลือก (Analyze alternatives)
- 4.2.4 ลำดับทางเลือก (Rank alternatives)
- 4.2.5 พิจารณาทางเลือก (Judge highest-ranked alternative)
- 4.2.6 เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (choose best alternatives)

4.3 กระบวนการตัดสินใจของ Robert and Perkin (1990 อ้างถึงใน นวรัตน์ กฤตเวทิน, 2546) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กระบวนการตัดสินใจของ Robert and Perkin (1990)

4.4 กระบวนการตัดสินใจของ Plunkett and Attner (1994) ประกอบด้วยขั้นตอนการตัดสินใจ 7 ขั้นตอน ดังนี้

4.4.1 การระบุปัญหา (Define the problem) เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะการระบุปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่ ย่อมมีผลต่อการดำเนินการในขั้นต่อ ๆ ไปของกระบวนการตัดสินใจ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการตัดสินใจด้วย

4.4.2 การระบุข้อจำกัดของปัจจัย (Identify limiting factors) เมื่อสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้องแล้ว ควรพิจารณาถึงข้อจำกัดต่าง ๆ หรือเงื่อนไขที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

4.4.3 การพัฒนาทางเลือก (Develop potential alternatives) ทางเลือกเหล่านั้นควรเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพและมีความเป็นไปได้

4.4.4 การวิเคราะห์ทางเลือก (Analyze the alternatives) นำเอาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกมาเปรียบเทียบกันอย่างรอบคอบ

4.4.5 การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Select the best alternative) พิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดเพียงทางเดียว ทางเลือกที่ดีที่สุดควรมีผลเสียต่อเนื่องในภายหลังน้อยที่สุด และให้ผลประโยชน์มากที่สุด

4.4.6 การนำผลการตัดสินใจไปปฏิบัติ (Implement the decision) นำผลการตัดสินใจนั้น ไปปฏิบัติ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.4.7 การสร้างระบบควบคุมและประเมินผล (Establish a control and evaluation system) ช่วยให้ได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลการปฏิบัติงานว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่

**4.5 กระบวนการตัดสินใจของ สิริวุฒิ บุรณพิร (2540) ประกอบด้วยขั้นตอนในการตัดสินใจ 6 ขั้นตอน ดังนี้**

4.5.1 หาเหตุแห่งปัญหา ถ้าตั้งคำถามที่เหมาะสมก็เหมือนกับแก้ปัญหาได้แล้วครั้งหนึ่ง ดังนั้นการระบุเหตุแห่งปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการตัดสินใจที่นำความสำเร็จมาสู่การตั้งคำถามกว้าง ๆ ทำให้สามารถจะกำหนดข้อเลือกต่าง ๆ ที่มีผลประโยชน์และเหมาะสมกับวัตถุประสงค์มากขึ้น นอกจากนั้นยังต้องทำให้คำถามนั้นอยู่ในรูปที่พร้อมจะมีการปฏิบัติหรือกระทำได้ การตั้งคำถามอย่างเจาะจง ทำให้มองเห็นทางออกที่ให้ผลดีต่อการตัดสินใจนั้น เป็นที่ยอมรับ ขณะเดียวกันก็ได้พิจารณาข้อเสียหรืออันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ การประเมินสถานการณ์ให้ถูกต้อง ผู้ประเมินจำเป็นต้องลดอคติส่วนตัวลง

4.5.2 การรวบรวมข้อมูล ไม่ควรตัดสินใจใด ๆ トラบเท่าที่ยังไม่ทราบข้อเท็จจริงทั้งหมด นั่นคืออย่าด่วนสรุปเกี่ยวกับต้นเหตุของปัญหาหรือคิดว่ามีข้อมูลพอแล้ว ต้องมีการสืบเรื่องให้ถ่องแท้ เข้าไปถึงสาเหตุโดยไม่ติดอยู่แค่อาการของปัญหา การรวบรวมข้อมูลทำได้หลายวิธีการ เช่น สัมภาษณ์ ทบทวนการกระทำที่ผ่านมา สัมภาษณ์ แจกแบบสอบถาม ทำรายงานพิเศษ ตรวจแฟ้มบันทึกข้อมูล เป็นต้น สิ่งสำคัญ 3 ประการ ที่ต้องทำเมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ หาข้อเท็จจริง ปรัชญาหรือคนอื่น และประเมินอิทธิพลภายนอก

4.5.3 พิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ส่วนมากจะมีได้มากกว่าหนึ่งวิธี แต่ก็อาจจะไม่มีวิธีไหนที่น่าพอใจที่สุด จึงอาจต้องหาแนวทางอื่นอีกเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การกำหนดทางเลือกเป็นสิ่งสำคัญ เราจำเป็นต้องระบุทางเลือกทั้งหมดและเขียนออกมาให้หมด แม้บางอย่างอาจดูไม่เข้าท่าในตอนแรก แต่วิธีนี้สามารถลดตัวเลือกลงอย่างมีเหตุผล และเป็น การสร้างนิสัยที่ไม่มองข้ามบางสิ่งบางอย่างไป จากนั้นจึงค่อยพิจารณาส่วนที่เหลืออยู่

4.5.4 ชั่งน้ำหนักข้อเสนอแนะที่ได้รับ เป็นขั้นประเมินว่าข้อเสนอแนะใดที่เหมาะสม ซึ่งทำได้โดยชั่งน้ำหนักความเหมาะสมหรือความเป็นไปได้

4.6 กระบวนการตัดสินใจของ กรองแก้ว อยู่สุข (2535) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการตัดสินใจ 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.6.1 การพิจารณาตัวปัญหา สิ่งแรกที่จำเป็นต้องรู้ คือปัญหาที่แท้จริงที่เราจะต้องตัดสินใจในขณะนั้นคืออะไร กระบวนการตัดสินใจเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง การที่จะรู้ว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริงหรือไม่ จำต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นและที่เกี่ยวข้องให้ถี่ถ้วน

4.6.2 การพิจารณาหาทางเลือกเพื่อการตัดสินใจ เมื่อรู้ว่าอะไรคือปัญหาและทราบข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหานั้นมากพอ จะต้องพิจารณาหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะมีหลายทางให้เลือก ในการหาทางเลือกต่าง ๆ นี้ นอกจากอาศัยความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แล้ว ควรให้บุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นเข้ามามีส่วนร่วมในการพิจารณาด้วย จะทำให้ได้ทางเลือกหลาย ๆ ทาง

4.6.3 การประเมินผลทางเลือก ภายหลังจากที่พิจารณาทางเลือกหรือวิธีต่าง ๆ สำหรับแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธีแล้ว จะต้องประเมินผลวิธีเหล่านี้เพื่อให้ได้วิธีที่ดีและเหมาะสมที่สุดสำหรับองค์การนั้น โดยอาศัยข้อมูลคุณพินิจอย่างรอบคอบ

4.6.4 การตัดสินใจเลือก เมื่อได้วิเคราะห์ปัญหา หาทางเลือก และประเมินทางเลือกที่เหมาะสมไว้หลาย ๆ ทาง และจัดอันดับความสำคัญของทางเลือกไว้แล้ว ก็จะต้องทำการตัดสินใจขั้นสุดท้ายคือเลือกทางเลือกที่เหมาะสมไว้ปฏิบัติเพียงทางเดียวและยอมต้องรับผิดชอบต่อการตัดสินใจนั้น

4.7 กระบวนการตัดสินใจของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2539) ประกอบด้วยขั้นตอนการตัดสินใจ 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.7.1 ตระหนักในปัญหา การรับรู้ว่ามีสถานการณ์ที่ต้องการได้รับการแก้ไขหรือต้องการคำตอบ สถานการณ์เหล่านี้ในระยะแรกอาจไม่สังเกตเห็น มันจะพอกพูนขึ้นมาทีละน้อยจนกระทั่งรู้สึกได้หรือสร้างความยุ่งยากจนเป็นที่สังเกตได้

4.7.2 การกำหนดปัญหา การระบุปัญหาเป็นการระบุสิ่งที่ปรากฏรวมของปัญหาหรือประเด็นหลักที่ทุกคนมองเห็นตรงกัน และยอมรับว่าเป็นปัญหา

4.7.3 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เป็นการพิจารณาว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง และสาเหตุใดเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุด



4.7.4 สร้างทางเลือก เป็นการหายุทธวิธีที่หลากหลายเพื่อหาหนทางแก้ปัญหาหรือคำตอบหรือทางออกที่ดีที่สุดของการแก้ปัญหานั้น

4.7.5 ตัดสินใจ เป็นการตัดสินใจทางเลือกที่ดีที่สุดโดยใช้วิธีการประเมินที่เชื่อถือได้ ทำการประเมินเชิงเปรียบเทียบและเลือกอย่างมีเหตุผล

4.7.6 ทำแผนปฏิบัติการ การกำหนดเกี่ยวกับบุคลากร เวลา และทรัพยากรอื่น ๆ เพื่ออธิบายว่าใคร จะทำอะไร เมื่อไร โดยกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติ ผลผลิต และเป้าหมายคุณภาพรวมทั้งกลไกการกำกับและติดตามประเมินผล

**4.8 กระบวนการตัดสินใจของนวัตน์ กฤตเวทิน (2546) ประกอบด้วยขั้นตอนการตัดสินใจ 4 ขั้นตอนดังนี้**

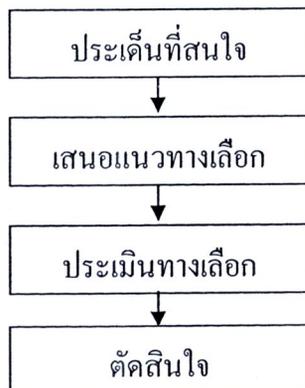
4.8.1 การระบุปัญหา หมายถึงความสามารถในการระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

4.8.2 การสร้างทางเลือก หมายถึงความสามารถในการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์มาช่วยในการสร้างทางเลือกเพื่อใช้แก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด

4.8.3 การประเมินทางเลือก หมายถึงความสามารถในการพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4.8.4 การตัดสินใจเลือกทางเลือก หมายถึงความสามารถในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาและสามารถให้เหตุผลในการเลือกทางเลือกนั้น ๆ ได้

จากกระบวนการตัดสินใจของนักวิชาการที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการตัดสินใจที่มีลักษณะร่วมกันของนักวิชาการ และเป็นไปตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1. ประเด็นที่สนใจ เมื่อผู้เรียนได้ชာบซึ่งกับสถานการณ์ที่มากระตุ้น จนทำให้เกิดความรู้สึกว่าตนเองต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ในประเด็นที่สนใจ สิ่งที่ต้องการหาคำตอบอาจจะไม่ใช่เพียงแค่ปัญหาเท่านั้น แต่รวมถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่เป็นประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งตรงกับขั้นที่ 1 ของ Dinklage (1977) ขั้นที่ 1 ของ Bayer Barry K. (1987) ขั้นที่ 1-2 ของ Robert and Perkin (1990) ขั้นที่ 1 ของ Plunkett and Attner (1994) ขั้นที่ 1 ของสิริวุฒิ บุรณพิริ (2540) ขั้นที่ 1 ของกรองแก้ว อยู่สุข (2535) ขั้นที่ 1-3 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2539) ขั้นที่ 1 ของนวรรตน์ กฤตเวทิน (2539)

2. เสนอแนวทางเลือก เป็นการเสนอแนวทางต่าง ๆ ที่สามารถแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ในประเด็นที่สนใจ ซึ่งอาจจะมียุทธศาสตร์หลายแนวทาง แต่ละทางเลือกก็จะมีจุดเด่น จุดด้อยแตกต่างกันไป ซึ่งตรงกับขั้นที่ 2-4 ของ Dinklage (1977) ขั้นที่ 2 ของ Bayer Barry K. (1987) ขั้นที่ 3-4 ของ Robert and Perkin (1990) ขั้นที่ 2-4 ของ Plunkett and Attner (1994) ขั้นที่ 2-3 ของสิริวุฒิ บุรณพิริ (2540) ขั้นที่ 2 ของกรองแก้ว อยู่สุข (2535) ขั้นที่ 4 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2539) ขั้นที่ 2 ของนวรรตน์ กฤตเวทิน (2539)

3. ประเมินทางเลือก เมื่อผู้เรียนได้เสนอแนวทางเลือกมาหลากหลาย ผู้เรียนก็ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด แล้วนำทางเลือกที่ได้เลือกนั้น ไปแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้ที่มีความรู้หรือมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นเป็นการทบทวนการตัดสินใจ ถือว่าเป็นการประเมินทางเลือก ซึ่งตรงกับขั้นที่ 5-6 ของ Dinklage (1977) ขั้นที่ 3-6 ของ Bayer Barry K. (1987) ขั้นที่ 5 ของ Robert and Perkin (1990) ขั้นที่ 5-6 ของ Plunkett and Attner (1994) ขั้นที่ 4 ของสิริวุฒิ บุรณพิริ (2540) ขั้นที่ 3-4 ของกรองแก้ว อยู่สุข (2535) ขั้นที่ 5-6 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2539) ขั้นที่ 3-4 ของนวรรตน์ กฤตเวทิน (2539)

4. ตัดสินใจ เป็นการตัดสินใจครั้งสุดท้ายของผู้เรียนหลังจากที่ได้แลกเปลี่ยนความรู้จากผู้ที่มีความรู้หรือมีประสบการณ์ในเรื่องนั้น ก็นำคำแนะนำที่ได้มาประกอบการตัดสินใจครั้งสุดท้าย ซึ่งตรงกับขั้นที่ 7 ของ Dinklage (1977) ขั้นที่ 6 ของ Robert and Perkin (1990) ขั้นที่ 7 ของ Plunkett and Attner (1994)

จากกระบวนการตัดสินใจ ที่ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการตัดสินใจที่เป็นลักษณะร่วมกันของนักวิชาการ และเป็นไปตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ประเด็นที่สนใจ เสนอแนวทางเลือก ประเมินทางเลือก และตัดสินใจ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้สอนจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการตัดสินใจภายใต้บริบทของ

สังคมไทย และสามารถมีภูมิคุ้มกันที่ดีให้ดำรงอยู่ในสังคมโลกได้ ซึ่งปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง น่าจะเป็นบรรทัดฐานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสถานการณ์ของสังคมไทยและสังคมโลกในปัจจุบัน

## 5. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

กระทรวงศึกษาธิการ ได้เล็งเห็นแนวทางการจัดการศึกษาตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ได้มีการนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้กับหลักสูตรการศึกษาทุกระดับ เพื่อปลูกฝังจิตสำนึก ด้านคุณธรรม จริยธรรม โดยเน้นคุณธรรมนำความรู้ นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองภายใต้ ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ดังจะเห็นได้จากจุดหมายของการจัดการศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้แก่ 1) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของ ตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลัก ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง 2) มีความรู้อันเป็นสากล และมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต 3) มีสุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และ รักการออกกำลังกาย 4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ยึดมั่นใน วิถีชีวิต และการปกครองในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข 5) มี จิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรม และภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิต สาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สอดรับกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีจุดเน้นที่สำคัญประการหนึ่งคือ การพัฒนาให้มีความเป็นสากลที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของสังคมไทย ลักษณะของการจัดการเรียน การสอนจึงต้องมีความยืดหยุ่นตามบริบทของชุมชนในท้องถิ่น เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็ม ศักยภาพและเป็นไปตามธรรมชาติ เกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มีความซาบซึ้งและเห็น ความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายให้เกิดเป็น ความรู้แบบองค์รวม มีความสามารถในการจัดการที่นำไปสู่การสร้างสรรค์และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความรับผิดชอบต่อสังคม และการอนุรักษ์ธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี, 2546)

จากการที่กระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ดังกล่าว ข้างต้น ดังนั้นความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจึงเป็น

ประเด็นที่ครูยุคปัจจุบันต้องตระหนักถึง เพื่อเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวนั้น ผู้วิจัยขออภิปรายในรายละเอียด ดังนี้

5.1 กรอบแนวคิดของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

5.2 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

### 5.1 กรอบแนวคิดของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

“เศรษฐกิจพอเพียง” เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำรัสชี้แนะแนวทาง การดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดนานกว่า 25 ปี ตั้งแต่ก่อนเกิดวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจ และเมื่อภายหลังได้ทรงเน้นย้ำ แนวทางการแก้ไขเพื่อให้รอดพ้น และสามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาถึงกรอบแนวคิดในภาพรวม จะเห็นว่าปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นปรัชญาที่ชี้แนะแนวทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตนในทางที่ควรจะเป็น โดยมีพื้นฐานมาจากวิถีชีวิตดั้งเดิมของสังคมไทยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ตลอดเวลาและเป็นการมองโลกเชิงระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา มุ่งเน้นการรอดพ้นจากภัยและวิกฤติ เพื่อความมั่นคงและความยั่งยืนของการพัฒนา ซึ่งหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง จะเน้นคุณลักษณะของพอเพียง คือ การนำหลักพอเพียง มาประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติตนได้ในทุกระดับ โดยเน้นการปฏิบัติบนทางสายกลาง และการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน

#### 5.1.1 ความพอเพียง

ความพอเพียงจะต้องประกอบด้วย 3 คุณลักษณะคือ ความพอประมาณ ความมีเหตุผล และ การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว ให้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ภายใต้เงื่อนไขของความรู้และคุณธรรม ดังแผนภาพที่ 6

**ความพอประมาณ** หมายถึง ความพอดีที่ไม่น้อยเกินไปและไม่มากเกินไป โดยไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น เช่น การผลิตและการบริโภคที่อยู่ในระดับพอประมาณ

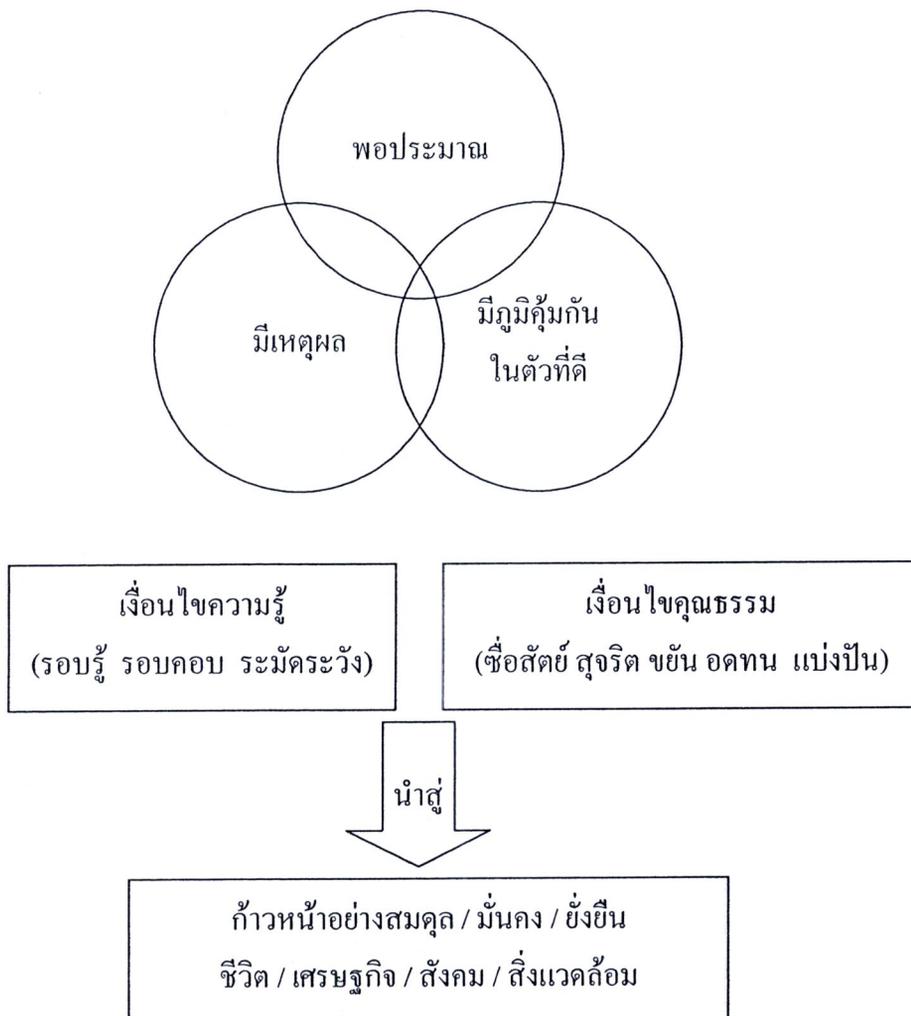
**ความมีเหตุผล** หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับระดับของความพอเพียงนั้น จะต้องเป็นไปอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาจากเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจนคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการกระทำนั้น ๆ อย่างรอบคอบ

**การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว** หมายถึง การเตรียมตัวให้พร้อมรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตทั้งใกล้และไกล

**เงื่อนไข** การตัดสินใจและการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับพอเพียงนั้น ต้องอาศัยทั้งความรู้ และคุณธรรมเป็นพื้นฐาน กล่าวคือ

**เงื่อนไขความรู้** ประกอบด้วย ความรอบรู้เกี่ยวกับวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างรอบด้าน ความรอบคอบที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาพิจารณาให้เชื่อมโยงกัน เพื่อประกอบการวางแผนและความระมัดระวังในขั้นปฏิบัติ

**เงื่อนไขคุณธรรม** เงื่อนไขคุณธรรมที่จะต้องมีการเสริมสร้าง ประกอบด้วย มีความตระหนักในคุณธรรม มีความซื่อสัตย์สุจริต มีความอดทน มีความพากเพียร ใช้สติปัญญาในการดำเนินชีวิต



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของ 3 ห่วง 2 เงื่อนไข ของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง



### 5.1.2 คุณธรรมสำหรับใช้เป็นแนวทางปฏิบัติตามคุณลักษณะความพอเพียง

แนวทางปฏิบัติหรือผลที่คาดว่าจะได้รับจากการนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ คือ การพัฒนาที่สมดุลและยั่งยืน พร้อมรับต่อการเปลี่ยนแปลงในทุกด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ความรู้และเทคโนโลยี

การนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้จะทำให้มีการพัฒนาความรู้ควบคู่ไปกับคุณธรรม ประชาชนชาวไทยส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ พุทธศาสนิกชนยึดหลักทางสายกลางในการดำเนินชีวิต (Wisadavet, 1996 อ้างถึงใน โชคชัย ยืนยง, 2550) แนวคิดเหล่านี้จึงถูกหล่อหลอมเข้ากันเป็นส่วนหนึ่งของเอกลักษณ์ไทย ซึ่งอาจจะเป็นแนวทางให้คนไทยดำเนินชีวิตได้อย่างเรียบง่าย เมื่อพิจารณาหลักพระพุทธศาสนา ก็จะพบว่าแนวคิดสอดคล้องกับวิธีการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ นั่นคือ อริยสัจ 4 ซึ่งประกอบด้วย ทุกข์ สมุทัย นิโรธ มรรค ทุกข์ คือ การรับรู้ว่ามีทุกข์ สมุทัย คือ การตระหนักถึงสาเหตุของทุกข์ นิโรธ คือ การตระหนักถึงการหาแนวทางในการดับทุกข์ และมรรค คือ แนวทางลงมือปฏิบัติเพื่อการดับทุกข์ ถ้าผู้เรียนได้รับอิทธิพลจากศาสนาพุทธในประเด็นนี้ก็จะจะมีจิตวิทยาศาสตร์ (Habit of mind) และสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล (Pittiyatanuwat and Sujiva, 2000, อ้างถึงใน โชคชัย ยืนยง, 2550) และอาจจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดชีวิต (โชคชัย ยืนยง, 2550) จะเห็นได้ว่าหลักธรรมทางพุทธศาสนา นอกจากจะช่วยส่งเสริมให้เกิดคุณธรรม ซึ่งเป็นเงื่อนไขหนึ่งในปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้ตนเองและสังคมมีความสุขแล้ว ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย นอกจากอริยสัจ 4 แล้ว พุทธศาสนิกชนยังมีหลักธรรมอื่นที่ใช้เป็นที่ยึดเหนี่ยวจิตใจในการดำรงชีวิตดังนี้

#### อิทธิบาท 4

อิทธิบาท แปลว่า รากฐานแห่งความสำเร็จ หมายถึง สิ่งซึ่งมีคุณธรรม เครื่องให้ลุถึงความสำเร็จตามที่ตนประสงค์ ผู้หวังความสำเร็จในสิ่งใด ต้องทำตนให้สมบูรณ์ ด้วยสิ่งที่เรียกว่า อิทธิบาท ซึ่งจำแนกไว้เป็น 4 คือ

- 1) ฉันทะ (ความพอใจรักใคร่ในสิ่งนั้น) คือ ความพอใจ ในฐานะเป็นสิ่งที่ตนถือว่าดีที่สุดในขณะที่มนุษย์เราควรจะได้ข้อนี้เป็นกำลังใจอันแรกที่ทำให้เกิดคุณธรรมข้อต่อไปทุกข้อ
- 2) วิริยะ (ความพากเพียรในสิ่งนั้น) คือ ความพากเพียร การกระทำที่ติดต่อกัน ไม่ขาดตอน เป็นระยะยาว จนประสบ ความสำเร็จ คำนี้มีความหมายของความกล้าหาญเจืออยู่ด้วยส่วนหนึ่ง

3) จิตตะ (ความเอาใจใส่ฝักใฝ่ในสิ่งนั้น) คือ ความไม่ทอดทิ้งสิ่งนั้นไป จากความรู้สึกของตัว ทำสิ่งซึ่งเป็นวัตถุประสงค์นั้นให้เด่นชัดอยู่ในใจเสมอ คำนี้รวมความหมายของคำว่า สมาธิ อยู่ด้วยอย่างเต็มที่

4) วิมังสา (ความหมั่นสอดส่องในเหตุผลของสิ่งนั้น) คือ ความสอดส่องในเหตุและผล แห่งความสำเร็จเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ให้ลึกซึ้งยิ่ง ๆ ขึ้นไปตลอดเวลา คำนี้รวมความหมายของคำว่า ปัญญา ไว้อย่างเต็มที่

#### พรหมวิหาร4

พรหมวิหาร แปลว่า ธรรมของพรหมหรือของท่านผู้เป็นใหญ่ พรหมวิหารเป็น หลักธรรมสำหรับทุกคน เป็นหลักธรรมประจำใจที่จะช่วยให้เราดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างประเสริฐและบริสุทธิ์ หลักธรรมนี้ได้แก่

1) เมตตา คือ ความปรารถนาให้ผู้อื่นได้รับสุข ความสุขเป็นสิ่งที่ทุกคนปรารถนา ความสุขเกิดขึ้นได้ทั้งกายและใจ เช่น ความสุขเกิดจากการมีทรัพย์ ความสุขเกิดจากการใช้จ่ายทรัพย์เพื่อการบริโภค ความสุขเกิดจากการไม่เป็นหนี้ และความสุขเกิดจากการทำงานที่ปราศจากโทษ เป็นต้น

2) กรุณา คือ ความปรารถนาให้ผู้อื่นพ้นทุกข์ ความทุกข์ คือ สิ่งที่เข้ามาเบียดเบียนให้เกิดความไม่สบายกาย ไม่สบายใจ และเกิดขึ้นจากปัจจัยหลายประการด้วยกัน พระพุทธองค์ทรงสรุปไว้ว่าความทุกข์มี 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

ทุกข์โดยสภาวะ หรือเกิดจากเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของร่างกาย เช่น การเกิด การเจ็บไข้ ความแก่และความตาย สิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่เกิดมาในโลกจะต้องประสบกับการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งรวมเรียกว่า กายิกทุกข์

ทุกข์จรหรือทุกข์ทางใจ อันเป็นความทุกข์ที่เกิดจากสาเหตุที่อยู่นอกตัวเรา เช่น เมื่อปรารถนาแล้วไม่สมหวังก็เป็นทุกข์ การประสบกับสิ่งอันไม่เป็นที่รักก็เป็นทุกข์ การถูกพลัดพรากจากสิ่งอันเป็นที่รัก ก็เป็นทุกข์ รวมเรียกว่า เจตสิกทุกข์

3) มุทิตา คือ ความยินดีเมื่อผู้อื่นได้ดี คำว่า "ดี" ในที่นี้ หมายถึง การมีความสุขหรือมีความเจริญก้าวหน้า ความยินดีเมื่อผู้อื่นได้ดีจึงหมายถึง ความปรารถนาให้ผู้อื่นมีความสุขความเจริญก้าวหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป ไม่มีจิตใริชยา ความริชยา คือ ความไม่สบายใจ ความโกรธ ความฟุ้งซ่านซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อเห็นผู้อื่นได้ดีกว่าตน เช่น เห็นเพื่อนแต่งตัวเรียบร้อยแล้วครุชมเขยก็เกิดความริชยาจึงแกล้งเอาเศษชอล์ก โคลน หรือหมึกไปป้ายตามเสื้อกางเกงของเพื่อนนักเรียนคนนั้นให้สกปรกเลอะเทอะ เราต้องหมั่นฝึกหัดตนให้เป็นคนที่มีมุทิตา เพราะจะสร้างไมตรีและผูกมิตรกับผู้อื่นได้ง่ายและลึกซึ้ง

4) อุเบกขา คือ การรู้จักวางเฉย หมายถึง การวางใจเป็นกลางเพราะพิจารณาเห็นว่า ใครทำดียอมได้ดี ใครทำชั่วยอมได้ชั่ว ตามกฎแห่งกรรม คือ ใครทำสิ่งใดไว้สิ่งนั้นย่อมตอบสนองคืนบุคคลผู้กระทำ เมื่อเราเห็นใครได้รับผลกรรมในทางที่เป็นโทษเราก็ไม่ควรดีใจหรือคิดซ้ำเติมเขาในเรื่องที่เกิดขึ้น เราควรมีความปรารถนาดี คือพยายามช่วยเหลือผู้อื่นให้พ้นจากความทุกข์ในลักษณะที่ถูกต้องตามทำนองคลองธรรม

### โลกธรรม 8

โลกธรรม 8 หมายถึง เรื่องของ โลกมีอยู่ประจำกับชีวิต สังคมและโลกของมนุษย์ เป็นความจริงที่ทุกคนต้องประสบด้วยกันทั้งนั้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะชอบหรือไม่ชอบก็ตาม ข้อแตกต่างคือ ใครประสบมาก ประสบน้อย ช้าหรือเร็ว โลกธรรมแบ่งออกเป็น 8 ชนิด จำแนกออกเป็น 2 ฝ่ายควบคู่กันและมีความหมายตรงข้ามกัน คือ

1) โลกธรรมฝ่ายอิฏฐารมณ์ คือ ฝ่ายที่มนุษย์พอใจมี 4 เรื่อง คือ

- ได้ลาภ หมายถึงความว่า ได้ผลประโยชน์ ได้ทรัพย์สินเงินทอง
- ได้ยศ หมายถึงความว่า ได้รับแต่งตั้งให้มีฐานันดรสูงขึ้น ได้ตำแหน่ง ได้อำนาจเป็นใหญ่เป็นโต
- ได้รับสรรเสริญ คือ ได้ยิน ได้ฟัง คำสรรเสริญคำชมเชย
- ได้สุข คือ ได้ความสบายกาย สบายใจ ได้ความเบิกบานร่าเริงได้

ความบันเทิงใจ

2) โลกธรรมฝ่ายอนิฏฐารมณ์ คือ ฝ่ายที่มนุษย์ไม่พอใจมี 4 เรื่อง คือ

- เสียลาภ หมายถึงความว่า ลาภที่ได้มาแล้วเสียไป
- เสื่อมยศ หมายถึง ถูกลดความเป็นใหญ่ ถูกถอดออกจากตำแหน่ง ถูกถอดอำนาจ
- ถูกนิินทา หมายถึง ถูกตำหนิติเตียนว่าไม่ดี มีใครพูดถึงความไม่ดีของเราในที่ลับหลังเรียกว่าถูกนิินทา
- ตกทุกข์ คือ ได้รับความทุกข์ทรมานกายทรมานใจ

### มรรค 8 ( อัฏฐังคิกมรรค )

มรรค = อริยมรรค = มัชฌิมาปฏิปทา = มรรคแปด = ทางดำเนินชีวิตอันประเสริฐ

= ทางสายกลาง

แนวทางดำเนินอันประเสริฐของชีวิตหรือกาย วาจา ใจ เพื่อความหลุดพ้นจากทุกข์ เรียกว่า อริยมรรค แปลว่าทางอันประเสริฐ เป็นข้อปฏิบัติที่มีหลักไม่อ่อนแอ จนถึงกับตกอยู่ใต้อำนาจความอยากแห่งใจ แต่ก็ไม่แข็งตึงจนถึงกับเป็นการทรมานกายให้เหือดแห้งจากความสุขทางกาย เพราะฉะนั้นจึงได้เรียกว่ามัชฌิมาปฏิปทา คือทางดำเนินสายกลาง ไม่หย่อนไม่ตึง แต่พอเหมาะเช่นสายดนตรีที่เทียบเสียงได้ที่แล้ว คำว่ามรรค แปลว่าทาง ในที่นี้หมายถึงทางเดินของใจ เป็นการเดินจากความทุกข์ไปสู่ความเป็นอิสระหลุดพ้นจากทุกข์ซึ่งมนุษย์หลงยึดถือและประกอบขึ้นในส้นคิ้วอำนาจของอวิชชา มรรคมืองค์แปด คือต้องพร้อมเป็นอันเดียวกันทั้งแปดอย่างดุจเชือกพันแปดเกลียว มืองค์แปดคือ

1) สัมมาทิฏฐิ คือความเข้าใจถูกต้อง คือความเข้าใจถูกต้อง ย่อมต้องการใช้ในกิจการทั่วไปทุกประเภททั้งทางโลกและทางธรรม แต่สำหรับฝ่ายธรรมชั้นสูงอันเกี่ยวกับการเห็นทุกข์หรืออาสวะซึ่งจัดเป็นการเห็นอริยสัจ นั้นย่อมต้องการฝึกฝนอย่างจริงจังเป็นพิเศษ ความเข้าใจถูกต้อง คือต้องเข้าใจอย่างทั่วถึงว่าทุกข์นั้นเป็นอย่างไร อย่างหยาบ ๆ ที่ปรากฏชัด ๆ เป็นอย่างไร อย่างละเอียดที่แอบแฝงเป็นอย่างไร เหตุให้เกิดทุกข์เป็นอย่างไร ความดับสนิทของทุกข์มีภาวะอย่างไร มีลำดับอย่างไร ทางให้ถึงความดับทุกข์คืออะไร เดินให้ถึงได้อย่างไร สัมมาทิฏฐิมิทั้งที่เป็นโลกียะคือของบุคคลที่ต้องขวนขวายปฏิบัติก้าวหน้าอยู่ และสัมมาทิฏฐิที่เป็นโลกุตตระ คือของพระอริยบุคคลชั้น ๆ ส่วนของพระอรหันต์นั้นเรียกเป็นวิชาไปและไม่เรียกว่ามืองค์แห่งมรรค เพราะท่านถึงที่สุดแล้ว

2) สัมมาสังกัปปะ คือความใฝ่ใจถูกต้อง คือความใฝ่ใจถูกต้อง คือคิดหาทางออกไปจากทุกข์ตามกฎแห่งเหตุผล ที่เห็นชอบมาแล้ว ข้อสัมมาทิฏฐินั้นเอง เริ่มตั้งแต่การใฝ่ใจที่น้อมไปในการออกบวช การไม่เพ่งร้าย การไม่ทำทุกข์ให้แก่ผู้อื่นแม้เพราะผลอ รวมทั้งความใฝ่ใจถูกต้องทุก ๆ อย่างที่เป็นไปเพื่อความหลุดพ้นจากสิ่งที่มีมนุษย์ไม่ประสงค์

3) สัมมาวาจา คือการพูดจาถูกต้อง ไม่เป็นโทษต่อตนเอง และผู้อื่น

4) สัมมากัมมันตะ คือ การกระทำถูกต้องไม่เป็นโทษต่อตนเอง และผู้อื่น

5) สัมมาอาชีวะ คือการดำรงชีพถูกต้อง ไม่เป็นโทษต่อตนเอง และผู้อื่น

6) สัมมาวายามะ คือ ความพากเพียรถูกต้อง เป็นส่วนของใจที่บากบั่นในอันที่จะก้าวหน้า ไม่ถอยหลังจากทางดำเนินตามมรรค ถึงกับมีการอธิษฐานอย่างแรงกล้า

7) สัมมาสติ คือ การระลึกประจำใจถูกต้อง ระลึกแต่ในสิ่งที่เกี่ยวพันแก่ปัญญาที่จะแทงตลอดอวิชชาที่ครอบงำตนอยู่ โดยเฉพาะได้แก่กายนี้ และธรรมอันเนื่องเกี่ยวกับกายนี้ เมื่อพบความจริงของกายนี้ อวิชชาหรือหัวหน้าแห่งมูลทุกข์ก็สิ้นไป

8) สัมมาสมาธิ คือการตั้งใจมั่นถูกต้อง ได้แก่สมาธิ เป็นของจำเป็นในกิจการทุกอย่าง สำหรับในที่นี้เป็นอาการของใจที่รวมกำลังเป็นจุดเดียว กล้าแข็งพอที่จะให้เกิดปัญญา ทำการแทงตลอดอวิชชาได้ และยังเป็นการพักผ่อนของใจ ซึ่งเป็นเหมือนการหลับให้แหลมคมอยู่เสมอด้วย ฯลฯ

การปฏิบัติธรรมทุกชั้นตอน รวมลงในมรรคอันประกอบด้วยองค์แปดนี้ เมื่อย่นรวมกันแล้วเหลือเพียง 3 คือ ศีล-สมาธิ-ปัญญา สรุปสั้น ๆ ก็คือการปฏิบัติธรรม (ศีล-สมาธิ-ปัญญา) ก็คือการเดินตามมรรค องค์มรรคบางองค์ เป็นส่วนขยายและสะสมขึ้นในตัวเราได้โดยง่ายคือ สัมมาวาจา สัมมากัมมันตะ สัมมาอาชีวะ สามองค์นี้ถูกรวมให้สำเร็จเป็นวิริตเจตสิกจำพวกกุศลเจตสิกเป็นเชื่อนอนนิ่งอยู่ในสันดาน เตรียมพร้อมที่จะมาผสมจิตคราวเดียวกันกับมรรคองค์อื่น ๆ เมื่อได้โอกาสอันเหมาะสม แม้องค์มรรคที่ยาก ๆ เช่น สัมมาทิฏฐิ-สติ-สมาธิ ก็เหมือนกัน ได้ฝึกรวมมาเท่าใดก็เข้าไปนอนเนื่องติดอยู่ในสันดานเป็นกุศลเจตสิกอยู่อย่างเดียวกัน รอคอยกันจนกว่าจะครบทุกองค์และมีสัดส่วนพอดีกัน ก็ประชุมกันเป็นอริยมรรคขึ้น ตัดกิเลสหรือสัจจะญาณให้หมดไป ได้คราวหนึ่งตามกำลังหรือชั้นของตน อาการสะสมกำลังแห่งองค์มรรคนี้ตรัสเรียกว่า “การอบรมทำให้มาก” สัมมาทิฏฐิเป็นตัวนำ เกิดขึ้นก่อน ๆ ก่อนเกิดขึ้นเท่าใดก็จึงองค์อื่น ๆ ให้เกิดขึ้นตามส่วน องค์ที่เกิดขึ้นนั้นกลับช่วยสัมมาทิฏฐิให้คมกล้าขึ้นไปอีก สัมมาทิฏฐินั้นก็จึงองค์นั้น ๆ ให้กล้าขึ้นอีก และส่งเสริมชักจูงกันไปอีกทำนองนี้ จนกว่าจะถึงขีดที่เพียงพอและสามัคคีพร้อมกันได้ครบองค์ การอบรมทำให้มากอยู่เสมอนี้เองคือระยะแห่งการปฏิบัติธรรมยิ่งมากก็ยิ่งเร็ว ยิ่งอธิษฐานใจกล้าก็ยิ่งแรง ยิ่งที่วิเวกก็ยิ่งสุขุมลึกซึ้ง ยิ่งชำนาญก็ยิ่งคมกล้า

#### สังคหัตถุ 4

สังคหัตถุ 4 หมายถึง หลักธรรมที่เป็นเครื่องยึดเหนี่ยวน้ำใจของผู้อื่น ผู้ที่ไม่ตรีเอื้อเพื่อ เกื้อกูล หรือเป็นหลักการสงเคราะห์ซึ่งกันและกัน มีอยู่ 4 ประการ ได้แก่

1) ทาน คือ การให้ การเสียสละ หรือการเอื้อเพื่อแบ่งปันของ ๆ คน เพื่อประโยชน์แก่บุคคลอื่น ไม่ตระหนี่ถี่เหนียว ไม่เป็นคนเห็นแก่ได้ฝ่ายเดียว คุณธรรมข้อนี้จะช่วยให้ไม่เป็นคนละโมภ ไม่เห็นแก่ตัว เราควรคำนึงอยู่เสมอว่า ทรัพย์สิ่งของที่เราหามาได้ มิใช่สิ่งจืดจางยั้งยืน เมื่อเราสิ้นชีวิตไปแล้วก็ไม่สามารถจะนำติดตัวเอาไปได้

2) ปิยวาจา คือ การพูดจาด้วยถ้อยคำที่ไพเราะอ่อนหวาน จริงใจ ไม่พูดหยาบคายก้าวร้าว พูดในสิ่งที่เป็นประโยชน์เหมาะสำหรับกาลเทศะ พระพุทธเจ้าทรงให้ความสำคัญกับการพูดเป็นอย่างยิ่ง เพราะการพูดเป็นบันไดขั้นแรกที่จะสร้างมนุษย์สัมพันธ์อันดีให้เกิดขึ้น วิธีการที่จะพูดให้เป็นปิยวาจานั้น จะต้องพูดโดยยึดถือหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ เว้นจากการพูดเท็จ เว้นจากการพูดส่อเสียด เว้นจากการพูดคำหยาบ และเว้นจากการพูดเพื่อเจ้า

3) อุตถจริยา คือ การสงเคราะห์ทุกชนิดหรือการประพัตติในสิ่งที่เป็นประโยชน์แก่ผู้อื่น

4) สมานัตตา คือ การเป็นผู้มีความสม่ำเสมอ หรือมีความประพัตติเสมอด้านเสมอปลาย คุณธรรมข้อนี้จะช่วยให้เราเป็นคนมีจิตใจหนักแน่นไม่โลเล รวมทั้งยังเป็นการสร้างความนิยมน และไว้วางใจให้แก่ผู้อื่นอีกด้วย

### หิริโอตตัปปะ

หิริ คือความละอายต่อความชั่ว

โอตตัปปะ คือความเกรงกลัวบาป

### ฉรรวาทธรรม

ฉรรวาทธรรมหรือธรรมสำหรับชีวิตครองเรือน 4 ประการ ได้แก่

1) สัจจะ ความซื่อสัตย์จริงใจต่อกันเป็นหลักสำคัญที่จะให้เกิดความไว้วางใจและไม่ตรีจิตสนิทต่อกันขาดสัจจะเมื่อใดย่อมเป็นเหตุให้เกิดความหวาดระแวงแคลงใจกันเป็นจุดเริ่มต้นแห่งความร้าวฉาน ซึ่งยากนักที่จะประสานให้คืนดีได้ดังเดิม

2) ทมะ การรู้จักบังคับควบคุมอารมณ์ข่มใจระงับความรู้สึกต่อเหตุบกพร่องของกันและกัน รู้จักฝึกฝนปรับปรุงตน แก้ไขข้อบกพร่องปรับนิสัยและอัธยาศัยให้กลมกลืนประสานเข้าหากันได้ ไม่เป็นคนถือดีด้านเอาแต่ใจและอารมณ์ของตนคนที่ขาดธรรมข้อนี้ย่อมปล่อยให้ข้อแตกต่างปลีกย่อยทางอุปนิสัยและการอบรมกลายเป็นเหตุแตกแยกสามัคคีใหญ่โตและถ้าไม่สามารถปรับตนเข้าหากันได้ก็เป็นอันต้องทำลายชีวิตคู่ครองแยกทางขาดจากกัน

3) ขันติ ความอดทนอดกลั้นต่อความหนักและความร้ายแรงทั้งหลายชีวิตของผู้อยู่ร่วมกัน นอกจากมีข้อแตกต่างขัดแย้งทางอุปนิสัยการอบรมและความต้องการบางอย่าง ซึ่งจะต้องหาทางปรับปรุงเข้าหากันแล้วบางรายอาจจะมีเหตุล่วงเกินรุนแรง แสดงออกจากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นถ้อยคำหรือกิริยาอาการจะโดยตั้งใจหรือไม่ก็ตาม เมื่อเกิดเหตุเช่นนี้ อีกฝ่ายหนึ่งจะต้องรู้จักอดกลั้นระงับใจ ไม่ก่อเหตุให้เรื่องลุกลามกว้างขยายต่อไปความร้ายจึงจะระงับลงไป นอกจากนี้ยังจะต้องมีความอดทนต่อความลำบากตรากตรำและเรื่องหนักใจต่าง ๆ ในการประกอบกิจการงานอาชีพ เป็นต้น โดยเฉพาะเมื่อเกิดภัยพิบัติความตกต่ำคับขันไม่ตีโพยตีพาย แต่มีสติอดกลั้นคิดอุบายใช้ปัญญาหาทางแก้ไขเหตุการณ์ให้ลุล่วงไปด้วยดี ชีวิตของคู่ครองที่ขาดความอดทน ย่อมไม่อาจประคับประคองพากันให้รอดพ้นเหตุร้ายต่าง ๆ อันเป็นประจุมรสุมแห่งชีวิตไปได้

4) จาคะ ความเสียสละความเผื่อแผ่ แบ่งปันตลอดถึงความมีน้ำใจเอื้อเฟื้อต่อกันชีวิตบุคคลที่จะมีความสุข จะต้องรู้จักความเป็นผู้ให้ด้วย มิใช่คอยจ้องแต่จะเป็นผู้รับเอา

ฝ่ายเดียวการให้ในที่นี้ มิใช่หมายถึงแต่เพียงการเผื่อแผ่แบ่งปันสิ่งของอันเป็นสิ่งที่มองเห็นและเข้าใจได้ง่าย ๆ เท่านั้น แต่ยังหมายถึงการให้น้ำใจแก่กันการแสดงน้ำใจเอื้อเฟื้อต่อกัน ตลอดจนการเสียดสีความพอใจและความสุขส่วนตนได้ เช่น นคราวที่คู่ครองประสบความสำเร็จความทุกข์ความเจ็บไข้ หรือมีธุรกิจใหญ่เป็นต้น ก็เสียดสีความสุขความพอใจของตน ขวนขวายช่วยเหลือ เอาใจใส่ดูแลเป็นที่พึงอาศัยเป็นกำลังส่งเสริมหรือช่วยให้กำลังใจได้โดยประการใดประการหนึ่งตามความเหมาะสมรวมความเป็นผู้จิตใจกว้างขวางเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่เสียดสีไม่คับแคบเห็นแก่ตัวชีวิตครอบครัวที่ขาดจากจะก็คล้ายการลงทุนที่ปราศจากผลกำไรมาเพิ่มเติม ส่วนที่มีมาแต่เดิมก็คงที่หรือค่อยร่อยหรอพร่องไปหรือเหมือนต้นไม้ที่ไม่มีได้รับการบำรุง ก็มีแต่แอบเงาว่างโรยไม่มีความสดชื่นงอกงาม ธรรม 4 ประการคือสัจจะ ทมะ ขันติ และจาคะ ดังกล่าวมานี้มิใช่ประสงค์เป็นข้อปฏิบัติจำกัดเฉพาะในระหว่างคู่ครองเพียง 2 คนเท่านั้นแต่มุ่งหมายให้ใช้ทั่วไปในชีวิตการครองเรือนทั้งหมด โดยยึดถือเป็นคุณธรรมพื้นฐานของจิตใจ ในการที่จะสร้างความสัมพันธ์อันดีงามกับคนทั้งหลายที่จะอยู่ร่วมหรือติดต่อเกี่ยวข้องกันให้เหมาะสมตามฐานะนั้น ๆ เพื่อประโยชน์สุขทั้งแก่ชีวิตของตนเองและแก่ชีวิตของคนอื่น ๆ ในสังคม

### สัปปริยธรรม 7

สัปปริยธรรม หมายถึง ธรรมของสัตบุรุษ หรือธรรมที่ทำให้เป็นสัตบุรุษ คำว่า “สัตบุรุษ” หมายถึง คนดี นักปราชญ์ หรือบัณฑิต สัปปริยธรรม จึงหมายถึง คุณธรรมที่ทำให้คนเป็นคนดี มี 7 ประการคือ

1) ชัมมัณฺณุตตา หมายถึง ความเป็นผู้รู้จักเหตุ คือ รู้หลักการและกฎเกณฑ์ของสิ่งทั้งหลาย ที่ตนเข้าไปเกี่ยวข้องในการดำเนินชีวิตในการปฏิบัติหน้าที่หรือดำเนินกิจการงานต่าง ๆ รู้และเข้าใจในสิ่งที่ตนจะต้องประพฤติปฏิบัติตามเหตุผล เช่น รู้ว่า ตำแหน่งฐานะ อาชีพตน มีหน้าที่และความรับผิดชอบอย่างไร มีอะไรเป็นหลักการ จะต้องทำอะไรอย่างไร จึงจะเป็นเหตุให้บรรลุถึงผลสำเร็จที่เป็นไปตามหน้าที่และความรับผิดชอบนั้น ๆ ดังนี้เป็นต้น ตลอดจนขั้นสูงสุดคือรู้เท่าทันกฎธรรมหรือหลักความจริงของธรรมชาติเพื่อปฏิบัติต่อโลกและชีวิตอย่างถูกต้อง มีจิตใจเป็นอิสระ ไม่ตกเป็นทาสของโลกและชีวิตนั้น

2) อัถถณฺณุตตา หมายถึง รู้ความมุ่งหมายและรู้จักผล คือ รู้ความหมาย และความมุ่งหมายของหลักการที่ตนปฏิบัติ เข้าใจวัตถุประสงค์ของกิจการที่ตนกระทำ รู้ว่าที่ตนทำอยู่ อย่างนั้น ดำเนินชีวิตอย่างนั้น เพื่อประสงค์ ได้ประโยชน์อะไร หรือควรจะได้บรรลุถึงผลหรือเป้าหมายอย่างไร ที่ให้มีหน้าที่ ตำแหน่ง ฐานะ การงานอย่างนั้น เขากำหนดความมุ่งหมายอะไร กิจการงานที่ตนกระทำอยู่ในขณะนี้ เมื่อทำไปแล้วจะบังเกิดผลอย่างไรบ้าง เป็นผลดีหรือผลเสีย

เป็นต้น ตลอดจนชั้นสูงสุด คือ รู้ความหมายของคติธรรมคา และประโยชน์ที่เป็นจุดหมายแท้จริงของชีวิต

3) อุตัตถัญญา หมายถึง รู้ตน คือ รู้ตามเป็นจริงว่า ตัวเรานั้น ว่าโดยฐานะภาวะ เพศ กำลัง ความรู้ ความถนัด ความสามารถ และคุณธรรม เป็นต้น เป็นอย่างไร มีลักษณะแบบไหน และนำมาประพฤติปฏิบัติให้เหมาะสมกับตน และกระทำให้สอดคล้องกับสภาพที่แท้จริงของตนก็จะทำให้สัมฤทธิ์ผลตลอดจนรู้จักปรับปรุงแก้ไขตนเองให้เจริญก้าวหน้าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

4) มัตถัญญา หมายถึง รู้ประมาณ คือ รู้จักความพอดี เช่น รู้จักประมาณในการบริโภคอาหาร รู้จักประมาณในการใช้จ่ายทรัพย์ รู้จักความพอเหมาะพอดีในการพูด การปฏิบัติกิจการงานต่าง ๆ ตลอดจนรู้จักประมาณในการพักผ่อนหลับนอนและการสนุกสนานรื่นเริงต่าง ๆ ทำกิจการทุกอย่างด้วยความเข้าใจในวัตถุประสงค์เพื่อผลที่คืออย่างแท้จริง มิใช่เพื่อเห็นแก่ความพอใจ ความชอบใจ หรือเอาแต่ใจตนเองเพียงอย่างเดียว

5) กาลัญญา หมายถึง รู้กาล คือ รู้กาลเวลาอันเหมาะสม และรู้ระยะเวลาที่พึงใช้ในการประกอบกิจการต่าง ๆ รู้จักแบ่งเวลาให้เหมาะสมในแต่ละกิจการที่ตนกระทำ เช่น แบ่งเวลาเรียน เวลาทำงาน เวลาอ่านหนังสือ เวลาเล่น เวลาพักผ่อน เป็นต้น นอกจากนั้นจะต้องเป็นคนตรงต่อเวลารับผิดชอบต่อเวลาที่ตนกำหนดที่ตนได้วางแผนไว้ เพื่อผลสำเร็จที่มีต่อตนเองอย่างแท้จริง

6) ปริสัจญญา หมายถึง รู้ชุมชน คือ รู้จักถิ่น รู้จักชุมชน รู้ในสิ่งที่ควรประพฤติปฏิบัติต่อท้องถิ่นของตน มีความรักและภาคภูมิใจในท้องถิ่นหรือชุมชนของตน เข้าใจและปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามขนบธรรมเนียมประเพณี และวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่นหรือชุมชน ไม่รังเกียจหรือดูหมิ่นเหยียดหยามท้องถิ่นหรือชุมชนของตน ควรให้การสงเคราะห์ ช่วยเหลือหรือบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่นหรือชุมชนของตน เป็นต้น

7) บุคคลัญญา หมายถึง รู้บุคคล คือ รู้จักและเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล ว่าแต่ละคนมีบุคลิกลักษณะ อุปนิสัย ความรู้ความสามารถ และคุณธรรมที่ต่างกัน ควรจะรู้จักปฏิบัติต่อแต่ละบุคคลอย่างไร เช่น ไร บุคคลไหนควรคบไม่ควรคบ บุคคลไหนที่เราควรให้ความเคารพเชื่อฟังคำสั่งสอนบุคคลไหนที่เราควรให้คำแนะนำ สั่งสอน ช่วยเหลือ เป็นต้น หากต้องการเป็นคนดีของสังคม ให้เป็นที่ยอมรับนับถือจากบุคคลอื่น ควรปฏิบัติตนตามหลักของสัปปุริสธรรม 7 ประการนี้ จึงจะได้ชื่อว่า “มีคุณสมบัติของความเป็นคนดีที่สมบูรณ์”

### ทิสหก

ทิสหก บุคคลประเภทต่าง ๆ ที่เราต้องเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์ คุณทิสที่อยู่รอบตัวจัดเป็น

6 ทิส ดังนี้

## 1) ปรีถิมทิส ทิสเบื้องหน้า ได้แก่ บิดา มารดา

มารดาบิดาอนุเคราะห์บุตรธิดา ดังนี้

1. ห้ามปรามจากความชั่ว
2. ให้ตั้งอยู่ในความดี
3. ให้ศึกษาศิลปวิทยา
4. หาคู่ครองที่สมควรให้
5. มอบทรัพย์สมบัติให้ในโอกาสอันสมควร

บุตรธิดาพึงบำรุงมารดาบิดา ดังนี้

1. ท่านเลี้ยงเรามาแล้วเลี้ยงท่านตอบ
2. ช่วยทำกิจของท่าน
3. ดำรงวงศ์สกุล
4. ประพฤติตนให้เหมาะสมกับความเป็นทายาท
5. เมื่อท่านล่วงลับไปแล้วทำบุญอุทิศให้ท่าน

## 2) ทักขิมทิส ทิสเบื้องขวา ได้แก่ ครูอาจารย์

ครูอาจารย์อนุเคราะห์ศิษย์ ดังนี้

1. ฝึกฝนแนะนำให้เป็นคนดี
2. สอนให้เข้าใจแจ่มแจ้ง
3. สอนศิลปวิทยาให้สิ้นเชิง
4. ยกย่องให้ปรากฏในหมู่เพื่อน
5. สร้างเครื่องคุ้มครองกันภัยในสารทิศคือ สอนให้ศิษย์ปฏิบัติได้จริง นำวิชาไปเลี้ยงชีพทำการงานได้

ศิษย์พึงบำรุงครูอาจารย์ ดังนี้

1. ลูกศิษย์รับแสดงความเคารพ
2. เข้าไปหา
3. ใฝ่ใจเรียน
4. ปรนนิบัติ
5. เรียนศิลปวิทยาโดยเคารพ

## 3) ปัจฉิมทิส ทิสเบื้องหลัง ได้แก่ สามิภรรยา

สามีพึงบำรุงภรรยา ดังนี้

1. ยกย่องสมฐานะภรรยา
2. ไม่ดูหมิ่น
3. ไม่นอกใจ
4. มอบความเป็นใหญ่ในงานบ้านให้
5. หาเครื่องประดับมาให้เป็นของขวัญ ตามโอกาส

ภรรยาอนุเคราะห์สามี ดังนี้

1. จัดงานบ้านให้เรียบร้อย
2. สงเคราะห์ญาติมิตรทั้งสองฝ่ายด้วยดี
3. ไม่นอกใจ
4. รักษาสมบัติที่หามาได้
5. ขยันไม่เกียจคร้านในงานทั้งปวง

## 4) อุตตรทิส ทิสเบื้องซ้าย ได้แก่ มิตรสหาย

พึงบำรุงมิตรสหาย ดังนี้

1. เผื่อแผ่แบ่งปัน
2. พุดจา มีน้ำใจ
3. ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน
4. มีคนเสมอร่วมสุขร่วมทุกข์ด้วย
5. ซื่อสัตย์จริงใจต่อกัน

มิตรสหายอนุเคราะห์ตอบ ดังนี้

1. เมื่อเพื่อนประมาทช่วยรักษาป้องกัน
2. เมื่อเพื่อนประมาท ช่วยรักษาทรัพย์สมบัติของเพื่อน
3. ในคราวมีภัย เป็นที่พึ่งได้
4. ไม่ละทิ้งในยามทุกข์ยาก
5. นับถือตลอดถึงวงศ์ญาติของมิตร

### 5) อุปริมทิส ทิสเบื้องบน ได้แก่ พระสงฆ์ สมณพราหมณ์

#### คฤหัสถ์พึงบำรุงพระสงฆ์ ดังนี้

1. จะทำสิ่งใดก็ทำด้วยเมตตา
2. จะพูดสิ่งใดก็พูดด้วยเมตตา
3. จะคิดสิ่งใด ก็คิดด้วยเมตตา
4. ต้อนรับด้วยความเต็มใจ
5. อุปถัมภ์ด้วยปัจจัย 4

#### พระสงฆ์อนุเคราะห์คฤหัสถ์ ดังนี้

1. ห้ามปรามจากความชั่ว
2. ให้ตั้งอยู่ในความดี
3. อนุเคราะห์ด้วยความปรารถนาดี
4. ให้ได้ฟังสิ่งที่ยังไม่เคยฟัง
5. ทำสิ่งที่เคยฟังแล้วให้แจ่มแจ้ง
6. บอกทางสวรรค์ สอนวิธีดำเนินชีวิตให้  
ประสบความสุขความเจริญ

### 6) เหฏฐิมทิส ทิสเบื้องล่าง ได้แก่ ลูกจ้างกับนายจ้าง

#### นายจ้างพึงบำรุงลูกจ้าง ดังนี้

1. จัดการงานให้ทำตามกำลังความสามารถ
2. ให้ค่าจ้างรางวัลสมควรแก่งานและ ความเป็นอยู่
3. จัดสวัสดิการดีมีช่วยรักษาพยาบาลในยาม  
เจ็บไข้ เป็นต้น
4. ได้ของแปลก ๆ พิเศษมา ก็แบ่งปันให้
5. ให้มีวันหยุดและพักผ่อนหย่อนใจตามโอกาส อัน

#### ลูกจ้างอนุเคราะห์นายจ้าง ดังนี้

1. เริ่มทำงานก่อน
2. เลิกงานทีหลัง
3. เอาแต่ของทีนายให้
4. ทำการงานให้เรียบร้อยและดียิ่งขึ้น
5. นำความดีของนายไปเผยแพร่

ควร

## 5.2 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ไม่เว้นแต่การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยแนวทางการจัดการศึกษาตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พบในขณะนี้ Yuenyong, Thathong, and de Vries (2009) สามารถจัดกลุ่มได้ 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) การเตรียมสื่อการเรียนการสอน หรือ บทบาทของครู โดยคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง 2) การสอดแทรกแนวคิด หรือให้ความรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงระหว่างสอน และ 3) การส่งเสริมให้นักเรียนคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในกระบวนการตัดสินใจ

### 5.2.1 การเตรียมสื่อการเรียนการสอน หรือ บทบาทของครูโดยคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ครูส่วนใหญ่รับรู้ว่าการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อการเตรียมสื่อการเรียนการสอน หรือ การวางบทบาทของครู

โดยคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งจะเห็นได้จาก Yuenyong, Thathong, and de Vries (2009) ได้วิเคราะห์การรับรู้ของครูฟิสิกส์ที่เข้าร่วมประชุม “แนวทางการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์” โดยครูที่เข้าร่วมการประชุมนี้จะได้รับการชักชวนให้เข้าร่วมโครงการ “PCK-PSE-STS : การพัฒนาศาสตร์การสอนเนื้อหา (PCK) ของครูฟิสิกส์ในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (PSE) สำหรับการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS approach)” พบว่า ก่อนเข้าร่วมโครงการ PCK-PSE-STS ครูส่วนใหญ่รับรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ว่าเป็นการนำความพอประมาณ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ โดยมุ่งไปที่ความพอประมาณในการใช้ทรัพยากร การผลิตสื่อการเรียนการสอนจากวัสดุในท้องถิ่น การใช้งบประมาณ เวลา ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ ดังต่อไปนี้

- การเรียนการสอนฟิสิกส์บางครั้งไม่ต้องใช้สื่อการสอนที่ตีมีราคาแพง เป็นการเน้นให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่มีอยู่
- อาศัยสื่อที่สามารถผลิต จัดหาได้ในท้องถิ่น เป็นการนำแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- การทำสิ่งประดิษฐ์ในการใช้ในชีวิตประจำวันนั้น เราสามารถใช้หลักการฟิสิกส์มาประดิษฐ์ใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยไม่ต้องไปซื้ออุปกรณ์ที่ตีมีราคาแพง
- ประยุกต์ใช้สิ่งที่อยู่รอบๆตัว หรือสิ่งที่ใครอาจมองไม่เห็นค่านามาประดิษฐ์ ประยุกต์ใช้ก็อาจเป็นสื่อที่มีคุณค่า
- การทดลองปฏิบัติการอาจจะนำเศษวัสดุเหลือใช้ที่พอหาได้ในชุมชนมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแทนการสั่งเข้าจากต่างประเทศ

### 5.2.2 การสอดแทรกแนวคิดหรือให้ความรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงระหว่างสอน

การสอดแทรกแนวคิด หรือให้ความรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงระหว่างสอนวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่กระทรวงศึกษาธิการส่งเสริมให้มีการดำเนินการในทุกสาระการเรียนรู้ ในการสอดแทรกแนวคิด หรือให้ความรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ส่วนใหญ่ความเหมาะสมในการสอดแทรกจะพิจารณาจากลักษณะของวิธีการสอนนั้น ๆ เป็นหลัก เช่น การศึกษาของ อัจฉรา ไชยสี (2552) ได้จัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศน์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งอัจฉรา ไชยสี ได้สอดแทรกปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ไปในขั้นต่าง ๆ ของ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งตัวอย่างกรอบแนวคิดของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในตารางที่ 1 จะเห็นว่าขั้นตรวจสอบความรู้เดิม และ ขั้นเร้าความสนใจ จะสอดแทรกปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เกี่ยวกับเงื่อนไขความรู้และการมีเหตุผลในการใช้ และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ขั้นสำรวจและค้นหา

สอดคล้องปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เกี่ยวกับเงื่อนไขความรู้และการมีเหตุการณ์จัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป สอดแทรกปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เกี่ยวกับ เงื่อนไขคุณธรรม ที่เน้นให้ นักเรียนมีจิตสำนึกที่ดีต่อส่วนรวม ในการใช้ประโยชน์จาก ทรัพยากรธรรมชาติ ขึ้นขยายความรู้ สอดแทรกปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เกี่ยวกับความ พอประมาณ ภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ในประเด็นของสภาพแวดล้อมที่ดี การมีทรัพยากรเพียงพอกับ การใช้ประโยชน์ และสภาพเศรษฐกิจ สังคม ขึ้นประเมินผล และขึ้นนำความรู้ไปใช้สอดคล้อง ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เกี่ยวกับภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ในประเด็นสภาพแวดล้อม สภาพเศรษฐกิจ สังคม ในชุมชนดีขึ้น

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศน์ โดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ขั้นการสอน	จุดเน้นตามหลัก ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	กิจกรรมการเรียนรู้
1. ขั้น ตรวจสอบ ความรู้เดิม (Elicitation phase)	3 ห่วง 2 เงื่อนไข ดังนี้ <b>เงื่อนไขความรู้</b> - นักเรียนมีความรู้เรื่อง สาเหตุของทรัพยากรธรรมชาติ การมีเหตุผล - นักเรียนมีความรู้ ดังนั้นจึงมี เหตุผลในการใช้ และการ จัดการทรัพยากรธรรมชาติ	ชั่วโมงที่ 1 - ครูเขียนคำถามบนกระดาน “ในปัจจุบัน ประชากรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น นักเรียนคิดว่า จะมีผลต่อจำนวนของทรัพยากรธรรมชาติ หรือไม่” - นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบบน กระดาน
2. ขั้นรับ ความสนใจ (Engagement phase)	<b>การมีเหตุผล</b> - นักเรียนมีความรู้ ดังนั้นจึงมี เหตุผลในการใช้และการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ	- นักเรียนแต่ละคนจับฉลากเลือก หมายเลขแบ่งกลุ่ม ดังต่อไปนี้ หมายเลข 1 ทรัพยากรน้ำ หมายเลข 2 ทรัพยากรดิน หมายเลข 3 ทรัพยากรป่าไม้ หมายเลข 4 ทรัพยากรสัตว์ป่า นักเรียนแบ่งกลุ่มได้เป็น 4 กลุ่ม ซึ่งแต่ละ กลุ่ม ได้ชื่อเรื่องตามหมายเลข โดยนักเรียน

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศน์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (ต่อ)

ขั้นการสอน	จุดเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	กิจกรรมการเรียนรู้
		แต่ละกลุ่มแสดงบทบาทสมมุติเป็นพิธีกรรายการโทรทัศน์ นำเสนอเรื่องของตนเองที่ได้รับ ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase)	3 ห่วง 2 เงื่อนไข ดังนี้ <b>เงื่อนไขความรู้</b> - นักเรียนมีความรู้เรื่องทฤษฎีในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ <b>การมีเหตุผล</b> - นักเรียนมีความรู้ ดังนั้นจึงมีเหตุผลในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ	- ครูนำวีดิทัศน์ เรื่อง พระราชกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวให้นักเรียนชม - นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบความรู้ และศึกษาใบความรู้ 1. ทฤษฎี “แก่งคั้น” 2. ทฤษฎีป้องกันการเสื่อมโทรมและพังทลายของดินโดยหญ้าแฝก 3. ทฤษฎีใหม่ : การเกษตรตามพระราชดำริ
4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase)	<b>เงื่อนไขคุณธรรม</b> - นักเรียนมีจิตสำนึกที่ดีต่อส่วนรวม ในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน	ชั่วโมงที่ 2 - นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เรื่องการใช้ประโยชน์ ปัญหาและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ - นักเรียนและครูร่วมกันสรุปการใช้ประโยชน์ ปัญหาและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase/Elaboration)	3 ห่วง 2 เงื่อนไข ดังนี้ <b>ความพอประมาณ</b> - นักเรียนใช้ทรัพยากรอย่างพอประมาณ หากตัดต้นไม้ต้องปลูกทดแทน	- ครูอธิบาย ขยายความรู้เพิ่มเติม เรื่องทฤษฎีใหม่ : การจัดการที่ดินในการทำเกษตรตามพระราชดำริ - นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน - แต่ละกลุ่มรับแบบวัดความสามารถ

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศน์ โดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (ต่อ)

ขั้นการสอน	จุดเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	กิจกรรมการเรียนรู้
phase)	<p>ภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีสภาพแวดล้อมที่ดี</li> <li>- มีทรัพยากรเพียงพอกับการใช้ประโยชน์</li> <li>- สภาพเศรษฐกิจ สังคม ดีขึ้น</li> </ul>	<p>ในการเชื่อมโยงความรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การใช้ประโยชน์ ปัญหา และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติเชื่อมโยงหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (ใช้เวลา 20 นาที)</p>
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)		<p>ประเมินจาก</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบกิจกรรม แบบวัด</li> <li>- สมุดบันทึก</li> <li>- พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน</li> <li>- พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</li> </ul>
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)	<p>ภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สภาพแวดล้อมในชุมชนดีขึ้น</li> <li>- สภาพเศรษฐกิจ สังคม ในชุมชนดีขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น โดยใช้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา (อาจสอบถาม หรือ สังเกต) ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติของท้องถิ่นตนเอง</li> <li>- ให้นักเรียนตีสรุปถ่ายกิจกรรมที่นักเรียนแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นตนเอง พร้อมทั้งเขียนบรรยายในกิจกรรมที่ทำ (นอกเวลาเรียน)</li> </ul>

(อัจฉรา ไชยสี, 2552)



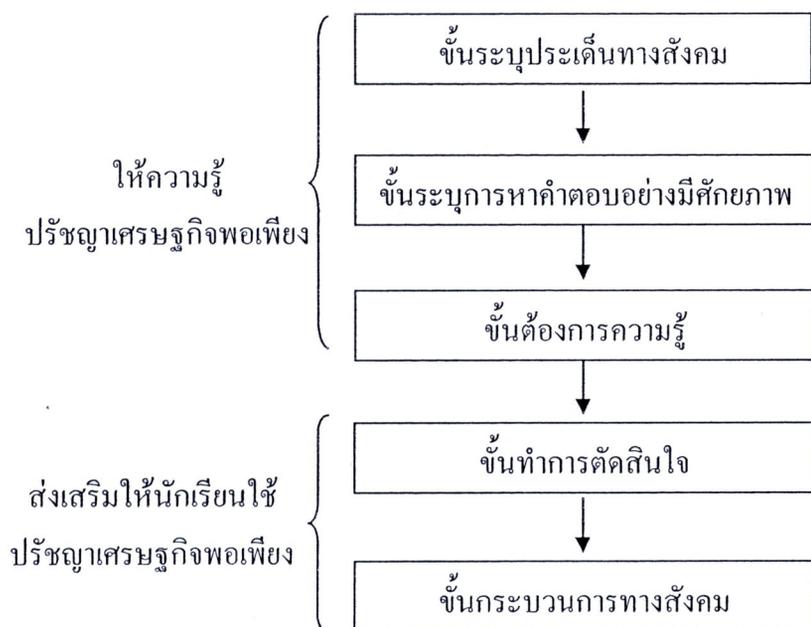
### 5.2.3 การส่งเสริมให้นักเรียนคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในกระบวนการ

#### ตัดสินใจ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ตามแนวทางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ยึดถือปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในกระบวนการตัดสินใจ ซึ่ง Yuenyong, Thathong and de Vries (2009) ได้ทำการศึกษาวิจัยในโครงการ “PCK-PSE-STS-การพัฒนาศาสตร์การสอนเนื้อหา (PCK) ของครูฟิสิกส์ในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสำหรับการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS approach)” โดยวัตถุประสงค์สำคัญของโครงการนี้ คือการส่งเสริมให้ครูได้สร้างองค์ความรู้ด้านศาสตร์ในการสอนเนื้อหาวิชา (Pedagogical content knowledge (PCK)) ของครูสำหรับการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการปฏิบัติการสอนฟิสิกส์โดยใช้ STS approach

สำหรับลักษณะสำคัญของการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในโครงการ “PCK-PSE-STS” ถือว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and technological literacy) จากประเด็นความสัมพันธ์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่คำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (Yuenyong and Narjaikaw, 2009) โดยโปรแกรมการพัฒนาครูของโครงการ “PCK-PSE-STS” ได้นำเสนอแนวทางให้ครูได้ประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยี (ตักษณันท์ กกล้าหาญ, 2552) ซึ่งถ้าพิจารณาถึงความสามารถทางเทคโนโลยีภายใต้บริบทสังคมไทย ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงก็สามารถจะเข้ามาเป็นบรรทัดฐานในการตัดสินใจได้

โครงการ “PCK-PSE-STS” ส่งเสริมให้ครูได้ฝึกวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) ซึ่งวิธีการนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะทำใน 2 ลักษณะ คือ 1) การสอดแทรก หรือให้ความรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงระหว่างการสอน จะสามารถทำได้ในขั้นระบุประเด็นทางสังคม ขั้นระบุการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ ขั้นต้องการความรู้ และ 2) การกระตุ้นให้นักเรียนได้คำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในกระบวนการตัดสินใจ จะสามารถทำได้ในขั้นทำการตัดสินใจ และขั้นกระบวนการทางสังคม (Yuenyong, Thathong and de Vries; 2009) ดังแผนภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดในการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดยใช้โดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) (Yuenyong, Thathong and de Vries, 2009)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติความรู้วิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์หรือนำประเด็นทางสังคมเข้ามาเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างคิด ช่างสังเกต ผู้เรียนได้มีการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อหาประจักษ์พยานที่มีความน่าเชื่อถือมาหาคำตอบเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ รวมถึงการกระตุ้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ ศิลปะ การเมืองการปกครอง สังคม เศรษฐศาสตร์ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมด้วย และการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้มาสนทนา อภิปราย แลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามที่กล่าวผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) เพื่อให้ให้นักเรียนได้นำความรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้นำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเข้ามาแทรกในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย เพื่อศึกษาบรรทัดฐานในการตัดสินใจของนักเรียนที่เกิดขึ้นว่านักเรียนมีบรรทัดฐานในการตัดสินใจภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อเตรียมความพร้อมที่จะเป็นพลเมือง

ที่มีคุณภาพของประเทศชาติต่อไป ดังนั้น แนวทางการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการวิจัยนี้ จึงได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดที่ Yuenyong, Thathong and de Vries (2009) นำเสนอไว้ในโครงการ “PCK-PSE-STS การพัฒนาศาสตร์การสอนเนื้อหา (PCK) ของครูฟิสิกส์ในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสำหรับการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS approach)” ดังแผนภาพที่ 7

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชมพูนุช แพ่งวงษ์ (2550) ได้ศึกษางานวิจัย เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง ดินและแก้ปัญหาดินโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ตามแนวการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนประชาสามัคคี อำเภอกาบเชิง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความตระหนัก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 95.83 สูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนด นักเรียนมีความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อทรัพยากรดิน และคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแก้ปัญหาดิน ร้อยละ 4.59 ในระดับมากที่สุด และนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุดต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นตามรูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)

ชวนชื่น โชติไชสง (2541) ได้ศึกษางานวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ภาวะมลพิษที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี และเจดคติดต่อวิทยาศาสตร์ตามแนวการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) กับการสอนปกติ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 คือกลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนชุมแพศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 2 ห้อง ซึ่งได้รับการสอนโดยครูคนเดียวกันและมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ใกล้เคียงกัน สุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 1 ห้อง จำนวน 49 คน คือตามแนวการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง จำนวน 49 คน คือสอนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) และแผนการสอนแบบปกติ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจดคติดต่อปัญหามลพิษ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจดคติดต่อปัญหามลพิษสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

โชคชัย ยืนยง (2550) ศึกษามุมมองของวัฒนธรรมสังคมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าความตระหนักถึงมุมมองของวัฒนธรรมสังคมมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาองค์ความรู้จากสถานการณ์หรือกิจกรรมในชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่น อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยในมุมมองดังกล่าวอย่างลึกซึ้งยังมีน้อย ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจและเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้อาจารย์อย่างยั่งยืน

ดัชฌันท์ กล้าหาญ (2551) ศึกษาความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียนเมื่อได้รับการส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีจาก การจัดการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS Approach) ของ Yuenyong (2006) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนประเทย อำเภอประเทย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการ คือ แผนการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS approach) ของ Yuenyong (2006) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์กลุ่มและเดี่ยว แบบไม่เป็นทางการและไม่มีโครงสร้าง อนุทินหรือผลสะท้อนการเรียนของนักเรียน และผลงานของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS approach) ของ Yuenyong (2006) ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างตัวแบบ (Model) จากกระบวนการทางเทคโนโลยี ได้แก่ การออกแบบ การลงมือทำ และการใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งกระบวนการสร้างตัวแบบส่งผลให้นักเรียนแสดงพฤติกรรม (Performance) ที่ชี้ให้เห็นถึงกลยุทธ์ (Strategies) ของแต่ละคนในการหาคำตอบที่เป็นไปได้สำหรับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กระบวนการเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถทางเทคโนโลยีที่แตกต่างกันของนักเรียน เมื่อใช้กรอบแนวคิดของ Jones (1997) อธิบายกระบวนการที่สะท้อนถึงความสามารถทางเทคโนโลยี ซึ่งแสดงออกให้เห็นได้ 3 ทาง ได้แก่

1) การตอบสนองของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีการนำเสนอตัวแบบ (model) ของอุปกรณ์ หรือรูปแบบวิธีการของการดำเนินกิจกรรมบางอย่างตามความสนใจของแต่ละบุคคล แตกต่างกันไป ซึ่งสามารถจำแนกการนำเสนอตัวแบบเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 การรักษาความปลอดภัย เช่น สัญญาณกันขโมย เครื่องตรวจจับอาวุธ เครื่องดูดคลื่น เป็นต้น กลุ่มที่ 2 การให้ความรู้ เช่น ภาพยนตร์สั้น การจัดรายการวิทยุ การจัดเสียงตามสายหมู่บ้าน กลุ่มที่ 3

เครื่องมืออำนวยความสะดวก เช่น ชุดลดหุ่นด้วยคลื่น กระจาชิบมิแสง รถบังคับเพื่อนเล่น สัตว์เลี้ยง เป็นต้น

2) กระบวนการทั้งหมดที่นักเรียนใช้ในการสร้างตัวแบบ (model) เมื่อวิเคราะห์เส้นทางการสร้างตัวแบบ (model) ของนักเรียนทั้ง 6 ตัวแบบ ที่นักเรียนลงมือทำ สะท้อนให้เห็นกระบวนการทั้งหมดในการสร้างตัวแบบ (model) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางเทคโนโลยี ซึ่งแบ่งเส้นทางออกได้ 4 รูปแบบ

3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินกิจกรรมในกระบวนการทั้งหมดของนักเรียนสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียน จากปัจจัยที่มีผลต่อการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์ และความรู้ในศาสตร์อื่นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์จากการวิเคราะห์กระบวนการสร้างตัวแบบ พบว่า กิจกรรมที่นักเรียนใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทางเทคโนโลยีจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้ (1) มโนคติเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (2) ความรู้ความสามารถเฉพาะทาง (3) วัฒนธรรมการเรียน (4) เป้าหมายในการเรียน (5) แหล่งเรียนรู้ และ (6) อุปกรณ์ เครื่องมือ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เองที่ส่งผลต่อการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสร้างตัวแบบ (Model) ตามที่กำหนดไว้

ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2548) ได้ศึกษางานวิจัย เรื่องการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิธีการสอนชีววิทยาในปีการศึกษา 2544 จำนวน 27 คน และมีนักศึกษา 2545 จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับผลการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าช่วยพัฒนาส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาในด้าน การสืบค้นความรู้ด้วยตนเอง การวิเคราะห์ การมีเหตุผล กล้าคิดกล้าแสดงออกและประยุกต์ใช้ความรู้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจวิธีการสอนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาวิชาชีววิทยาและการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และมีความเห็นว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อคนเราทุกคน

เบญจวรรณ แก้วโพนเพ็ก (2544) ได้ศึกษางานวิจัย เรื่องผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ตามแนวการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายคือผู้ที่เข้าร่วมชุมนุมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเวียงใหญ่วิทยาคม จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน เครื่องมือที่

ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประหยัด โพธิ์ศรี (2550) ได้ศึกษายานวิจัย เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องสารในชีวิตประจำวันและความสามารถในการตัดสินใจ เกี่ยวกับเรื่องสารในชีวิตประจำวันของนักเรียน ตามแนวการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านคำครั่ง อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการตัดสินใจ การวิเคราะห์ผลใช้ค่าสถิติร้อยละ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 73.08 สูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนด และมีความสามารถในการตัดสินใจในระดับปานกลางขึ้นไปร้อยละ 88.46 สูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนด

ปิยะนุช เหลืองงาม (2552) ได้ทำการศึกษาบรรทัดฐานในการตัดสินใจของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง ภาวะโลกร้อน ตามแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังคมิวิทยา อำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย จำนวน 43 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) แบบสอบถามการตัดสินใจ แบบสังเกตพฤติกรรมการตัดสินใจ และแบบสัมภาษณ์การตัดสินใจ การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นเชิงตีความโดยการนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามการตัดสินใจ แบบสัมภาษณ์ การสังเกต มาจัดกลุ่มคำตอบการใช้เหตุผลหรือความคิดเห็น หาค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มเหล่านั้น แล้วลำดับความสำคัญการตอบคำถามที่นักเรียนแสดงออกมาในรูปของการบรรยาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนได้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผ่านบรรทัดฐานการตัดสินใจ 11 ประการ ได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์ มิติทางสังคม การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์ พฤติกรรมของมนุษย์ที่มีต่อเทคโนโลยี พฤติกรรมของมนุษย์ต่อสังคม สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเงินในประเทศขาดสภาพคล่อง ความต้องการทางสังคม คุณภาพความเป็นอยู่ของชุมชนและครอบครัวของ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม งบประมาณและภาวะเศรษฐกิจ และพฤติกรรมมนุษย์ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ

พัชชา เพิ่มพิพัฒน์ (2546) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอน

ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (2546) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนแม่ตอง อำเภอแม่ตอง จังหวัดเชียงใหม่ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) จากนักเรียน 6 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการสอน ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการนำความรู้เรื่องอาหารไปใช้ในชีวิตประจำวัน และแบบประเมินคุณภาพผลงาน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์หลังการสอนสูงขึ้นกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้เรื่องอาหารไปใช้ในชีวิตประจำวันอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 68.10 และจากการนำความรู้เรื่องอาหารไปปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับดีมาก โดยด้านเนื้อหาของผลงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 ด้านรูปแบบของผลงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.79 และมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 2.77

สุภาวดี แก้วงาม (2549) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์วิทยาลัย อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

อัมพวา รักบิดา (2549) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลายพระยาวิทยาคม อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 1 ห้องเรียน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียน

สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก และนักเรียนสามารถเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน สามารถนำเสนอสิ่งที่ตนค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน รู้จักการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนและการแก้ปัญหา และเรียนรู้อย่างมีความสุข

Yuenyong, C., Jones, A., and Yutakom, N. (2008) เปรียบเทียบแนวคิดเรื่องพลังงานเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนไทยและนักเรียนนิวซีแลนด์ พบว่านักเรียนประมาณร้อยละ 50 ของทั้งสองกลุ่มจะไม่สามารถเชื่อมโยงพลังงานเข้าสู่สังคมได้ นักเรียนไทยและนักเรียนนิวซีแลนด์มีการตัดสินใจที่แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนไทยมีการตัดสินใจภายใต้วัฒนธรรมและสังคมของไทย เขาจะยอมรับการตัดสินใจของผู้ที่มีความเข้าใจเรื่องพลังงานดีกว่า เขามีความเชื่อว่าการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยแก้ปัญหาสังคม เพื่อพัฒนาประเทศ และมีความจำเป็นที่จะต้องอนุรักษ์พลังงานเพื่อเป็นการเพิ่มพลังงานไว้ใช้ในอนาคต เพราะจะกลายเป็นประเทศอุตสาหกรรม แต่นักเรียนนิวซีแลนด์มีการตัดสินใจที่เชื่อมโยงกับประเด็นสิ่งแวดล้อม ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ นักเรียนคิดว่าประชาชนต้องประหยัดพลังงานเพื่อลดการทำลายสิ่งแวดล้อม เนื่องจากนิวซีแลนด์เป็นประเทศเล็ก พวกเขามีความต้องการรับเอาเทคโนโลยี และความรู้วิทยาศาสตร์ โดยอาศัยความร่วมมือกับประเทศอื่น ๆ ไม่มั่นใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์จะสามารถแก้ปัญหาได้ เขาคิดว่าการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์เป็นสาเหตุให้สิ่งแวดล้อมถูกทำลาย การวิจัยนี้จะช่วยพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ในบริบทที่แตกต่างกัน ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจะต้องมีวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในสังคมที่แตกต่างกัน วิธีการสอนในแต่ละเมืองจะไม่เหมือนกัน เพราะมีความแตกต่างกันในด้านสิ่งแวดล้อม ความเชื่อ สังคม และวัฒนธรรม สิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนมีลักษณะเฉพาะของแนวคิดบรรทัดฐานการตัดสินใจ ซึ่งการมีบรรทัดฐานการตัดสินใจที่แตกต่างกัน โดยไม่รู้ตัวอาจจะเกิดความขัดแย้งในการให้เหตุผลและการพูดคุยกันในระหว่างการเรียนวิทยาศาสตร์ สถานการณ์ทางสังคมจะมีอิทธิพลในการสร้างความรู้ของนักเรียน การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) สามารถเชื่อมโยงมโนคติวิทยาศาสตร์เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (พลังงาน) เทคโนโลยี สังคม และวัฒนธรรม (Bybee, 1985 อ้างถึงใน Yuenyong, 2006). ครูวิทยาศาสตร์อาจจะกระตุ้นนักเรียนให้สนใจผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโลกของนักเรียนเอง ประเด็นเกี่ยวกับการตัดสินใจ การนำวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแก้ปัญหาทางสังคมอาจจะสนับสนุนกระบวนการวิทยาศาสตร์และความสามารถทางเทคโนโลยีของนักเรียน